DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

H. J. KLEIN.
JORDEN OG DENS
NATURFORHOLD.

INDUSTRI-
FORENINGEN.



5514

5514

93-26.

DR. HERM. KLEIN

JORDEN OG DENS NATURFORHOLD

EN POPULÆR FREMSTILLING

AF

DEN FYSISKE GEOGRAFI

BEARBEJDET MED SÆRLIGT HENSYN TIL DANSKE FORHOLD

AF

F. C. GRANZOW

MED 178 AFBILDNINGER OG FLERE KORT

KJØBENHAVN

P. G. PHILIPSENS FORLAG

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO

1883.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

73-36.

Indholdsfortegnelse.

Indledning.

Side

Jorden i Sammenligning med Verdensaltet. — Udsigt over Geografiens Historie. Abdallah Mokaddassy. Arabernes Fortjenester af den geografiske Videnskab. Columbus. Vasco da Gama. Martin Behaim. Jordmagnetismen. Barometermaalinger. Carl Ritter. Den moderne Geografis Methode. — Nord-Frisland og Friserne ..... 1.

I.

Jorden som en Klode.

Mælkevejen. Stjærnernes Afstande. Solens Udslukning. Jordens Endeligt. 12.

1. **Jordens Skikkelse.** Den ældste græske Opfattelse. Plato, Aristoteles og de senere Grækere. Beviserne for Jordens Kugleform. Jorden er en Sfæroide. Verdensomsejlinger. Magalhães. Kopernikus's Beviser. Jordens Udviklingshistorie ..... 15.
2. **Jordens Størrelse.** Længde og Bredde. Breddecirkler og Meridianer. Eratosthenes's Maaling. Posidonios's Maaling. Arabisk Maaling. Grademaalinger. Newton. De seneste Resultater. Metermaalet. Meterkonferencen ..... 26.
3. **Jordens Axedrejning.** Kopernikus's Fremstilling. Faldforsøg. Foucaults Pendulforsøg. Døgnets voxende Længde. Mulige Uregelmæssigheder i Jordens Rotation ..... 34.
4. **Jordens aarlige Bevægelse.** Jordaxens Stilling. Solens tilsyneladende aarlige Gang. Jævndøgn og Solhverv. Dagenes og Nætternes forskjellige Længde. Sommer- og Vinterhalvaarets forskjellige Længde. 40.
5. **Jordens Overflade.** Landets og Havets relative Størrelse. Land- og Vandhalvkuglen. Oceanets Rumfang. Fastlandets Rumfang. Hævningens Betydning. Dens Aarsag ..... 45.

II.

Vandet.

Side

Dets Bestanddele. Største Tæthed. Farve. Godt Drikkevand. Dets jævne Aftagen ..... 51.

1. **Havet.** Okeanos. Mare externum et internum. De fem Oceaner og deres Begrænsning. Lemuria. Forbindelser mellem Evropa og Afrika. De trinvise Forandringer ..... 55.

2. **Oceanets Vandstand.** Forskjel i Vandstanden. Strømninger i Suezkanalen. Vandstandens Vexling i det røde Hav. „Seyches“ i Genfersøen. Limnimeter. Pludselige og rent lokale Forandringer i Vandspejlet. Flamenvilles Havn. Loch-Tay ..... 60.

3. **Havvandet.** Dets kemiske Grundstoffer. Havets Sølvrigdom. Saltholdigheden. Salthaver. Luftarterne i Havet. Kilder i Havet. Om Havsaltets Oprindelse. Farve og Gjennemsigtighed. Havets Lysning eller Morild. Lysdyrene. Ehrenbergs Undersøgelser. Lysningen som en Livsakt. Pyrocystis eller Ildblæren ..... 67.

4. **Havets Dybder og Havbunden.** Den tidligere, højst ufuldkomne Kjendskab i saa Henseende. Brookes Loddeapparat. Slæbenettet eller Bundskraben (Trawlet). „Challenger“s Expedition. Akkumulatoren. Hydra'en. Baileys Loddeapparat. Vandøseflasken. Miller-Casella-Thermometret. Lodninger. Temperatur-Maalinger. Andre Expeditioner (de norske og danske). De hidtil kjendte største Dybder. Havbundens Configuration. Atlanterhavets Bundforhold. Globigerinadynd og rødt Ler. Det store Oceans Bundforhold. Det indiske Ocean og Hypothesen om det svundne Fastland Lemuria. Ishavets Dybdeforhold. Almindelige Resultater af Dybdelodningerne. Tværsnitsprofiler..... 80.

5. **Havets Varmeforhold.** Det salte Vands Frysepunkt. Det kolde Vand findes i Dybet. De indvundne Resultater. Varmere Vand paa Havets Overflade. Koldere Vand over Grunde og Klipper..... 99.

6. **Havisen.** Isens forskjellige Udbredelse om Vinteren og Sommeren. Isblinken. „Søstrømmen.“ Ismarken eller Fladisen. Weyprecht om Fladisens Dannelse. Saltets Udskilning ved Havets Frysning. Weyprechts Skildring af denne Proces. Ismarkernes Størrelse. Isbjærgene. Grønlands Isbjærge. Kalvningen. Sydpolarhavets Isbjærge. Østersøens Is. Kystisen..... 103

7. **Havets Bevægelser.** Bølgebevægelsen. Dønningen. Bølgernes Højde og Hurtighed. Bølgebevægelsens Dybde. „Flodrotten“. Brændingen. Oljens beroligende Virkning ..... 124.

8. **Tidevandet.** Pytheas. Lavvande og Højvande. Stillevande. Den daglige Periode. Den maanedlige Periode. (Springflod og Nipflod). Tidevandets aarlige Periode. Newtons Forklaring. Flodens Gang fra Øst til Vest. Havnetiden. Isorachier. Isorachier ved de engelske Kyster. Whewells Isorachi-Theori. Schmicks Gjendrivelse. Nord-Frisland. Stormfloderne paa den slesvigske Kyst og Halligerne. Pororocaen i Amazonfloden. Boren i Gangesmundingen. Le mascaret i Dordogne. Flodbølgen i Severn. Les éteules ved Seinen. Flodbølgens Hastig-

Side

hed. Forholdene ved Cuxhaven. Flodbølgens Højde ude paa Oceanets Midte. Ved Kysten. St. Michelbugten. Ved den jyske Kyst. Floden i Indhavene. Fundybugten. Michiganssøen. Muligheden af en praktisk Anvendelse af Flodbølgens Kraft. Floden forsinker Jordens Rotation ..... 132.

9. **Havstrømningerne.** Strømningernes Betydning. Overflade- og Bundstrømme. Varme og kolde Strømme. Stadige, vexlende og periodiske Strømme. Driftstrømme. Logningen. Flaskeposter. Strømningernes Oprindelse. Rotationens Betydning. Vindens Betydning. Saltholdighedens Betydning ..... 163.

10. **Strømningerne i det store og det indiske Ocean.** Dienungen eller Æqvatorialstrømmen. Den æqvatoriale Modstrøm. Perustrømmen. Kap Hoornstrømmen. Sydhavets øde Region. Kuro Sivo. Den californiske Strøm. Det indiske Oceans Strømme. Mosambikstrømmen. Agulhasstrømmen ..... 171.

11. **Det atlantiske Oceans Strømninger** Æqvatorialstrømmen. Guineastrømmen. Nordpolarstrømmene. Ismasserne ved New-Foundland. Labradorstrømmen. Grønlandstrømmen ..... 177.

12. **Det nordlige Atlanterhavs varme Strømme.** Disse Strømmes Betydning for Evropa. Golfstrømmen. Den tilbagevendende Æqvatorialstrøm. Den varme Driftstrøm. Det nordlige Atlanterhavs Bundrelief. Betydningen af samme. Golfstrømmens videre Løb. Sammenstød med Polarstrømmen. Den kolde Vold. Oprindelsen til Golfstrømmen. Evropas varme Klima. Det skyldes Atlanterhavets varme Strømme. De britiske Øer. Norges Vestkyst. Færøerne. Island. Irminger-Strømmen. Bjørneøen (Bären Eiland). Spitzbergen. Den nordafrikanske Strøm. Den vestgaaende Driftstrøm. Sargassobankerne ..... 186.

13. **Middelhavets Strømninger.** En indad gaaende Overfladestrøm. Den udad gaaende Bundstrøm. Strømningen ved Kephallenia ..... 211.

14. **Strømningerne i Østersøen.** Ringe Saltholdighed. Indadgaaende Strøm i Bælterne. Stormfloden 1872 ..... 214.

15. **Hvirvler og Malstrømme.** Scylla og Charybdis. Euriposstrædet med den chalcidiske Hvirvel. Mosken-Malstrøm. Munken-Malstrøm. Coirebhreacain ved Hebriderne. Vindhunde-Passet eller det lille Svælg.... 219.

III.

Fastlandets Vandmasser.

Deres Ubetydelighed i Forhold til Oceanets Vandmasser. Vandets Kredsløb. 228.

1. **Kilderne.** Kilder, som udspringe paa Havets Bund. Mariottes og senere Undersøgelser. Kilderne skyldes kun Nedbøren. Regnen i Kalkstensformationer. Les embugs i Provence. Floden Orbe. Kilder maa altid komme fra et højere Opland. Formentlige Untagelser. Hexebrønden paa Brocken. Kilden paa Ochsenkopf. Grottekilden paa Pantellaria. Laacher-Søen. Rhônefloden. Vanddampes Fortætning som suplerende.

Side

Kildefinderen Paramelle. Kilderne i Sahara skyldes ligeledes kun Nedbøren. Rengnfald i Sahara. Skovenes Betydning. Vildbækken og dens Rasen ..... 229.

2. **De forskjellige Arter Kilder.** Kilder, opstaaede af Floder. Kilder, opstaaede af forsvindende Floder. Kilder fra højt liggende Søer. Kilder fra Isbræerne. Bjærgkilder. Kilder fra Dybet ..... 252.

3. **Artesiske Brønde.** Vandførende Lag. Artesiske Brøndboringer i Oldtiden. Brøndboringer i Sahara. Brøndene i Modena. Les Frais Puits. Ebbe og Flod i artesiske Brønde. Grenelle-Brønden. Den dybeste artesiske Brønd. Gasbrønde. Stenoljekilder i Amerika, Evropa og ved Baku ..... 255.

4. **Periodiske og hvilende Kilder.** Majbrønde (Hungerkilder). Intermitterende (hvilende) Kilder. Les estavelles (Overskudskilderne) i Languedoc. Forklaringen paa periodiske Kilders Fremkomst ..... 267.

5. **Kildernes Temperatur.** Kildernes Gjennemsnitsvarme stiger med Dybden. Bjærgkilderne. Kolde og varme Kilder. Thermer. Langsomt afkølede Thermer ..... 271.

6. **Hede Springkilder eller Sprudlere.** Geyser. Strokr. New-Zealands Geysere. Vaikatofloden. Rotomahana Yellowstoneflodens Geysere. Bunsens Theori om Geysere ..... 274.

7. **Mineralske Kilder.** Deres Oprindelse. De Masser af faste Stoffer, disse Kilder bringe for Dagen. Sundhedskilder, almindelige, alkaliske og alkalisk-muriatiske. Glaubersaltkilder. Jærnkilder. Kogsaltkilder. Bittervandskilder. Svovlkilder. Kalkkilder. Pont-natif de St. Allyre. Pambuk-Kalissi eller Bomuldskastellet ved Smyrna. Forstenende Kilder og Floder. Travertin ..... 288.

8. **Underjordiske Vandløb. Huler.** De skyldes Erosion. Drypstensdannelser. Gailenreutherhulen. Hulerne i Rauhe-Alb. Reindeln. Karsten. Dollinerne. Adelsbergergrotten. Zirknitzersøen. Nors-Sø i Thy. Baumannshulen. Dechenhulen. De mähriske Huler. Igritzer-Hulen. Englands Huler. Mamuthhulen. Hulernes Betydning i geologisk Henseende. Viktoriahulen i Yorkshire ..... 295.

9. **Floderne.** Strømme. Hoved- og Bifloder. Vanskeligheder ved Bestemmelsen her af ..... 317.

10. **Flodernes Strømudvikling og Vandrigdom.** Oceaniske og kontinentale Floder. Steppefloder og Kystfloder. Bifurkation eller Gaffeldeling. Afvandingsegn eller Vandomraade. Længdeangivelser. Amazonflodens Vælde. Kongofloden. Forskjellige Floders Vandmængde ..... 319.

11. **Flodernes periodiske Stigning og Oversvømmelse.** Flomtiden. Nilen. Vadierne i Saharas Omegn. Amazonfloden i Flomtiden. Mississippi i Flomtiden. Betydning af Skovenes Ødelæggelse. Theissflodens Flom. Szegedins Ødelæggelse ..... 327.

12. **Flodernes øvre Løb. Erosionen. Vandfald.** Vildbækkenes Ødelæggelser. Simentofloden ved Ætna. Taminakløften. Exempel paa Erosionens Virkninger. Himalaja. Alperne i Provençe og Dauphiné. Tosafaldet. Staubbach. Gieszbach. Rhinfaldet ved Laufen. Gavarniefaldene. De norske Vandfald (Rjukan og Vöringfos, Høne- og Sarpfossen). Troll-

Side

hættan. Victoriafaldene i Zambesifloden. Niagarafaldene. Det sachsiske Schweiz. Jættegryder ..... 338.

13. **Flodernes mellemste og nedre Løb. Forandringer i Flodlejet. Deltadannelser.** De Masser, Floderne føre bort. Coloradoflodens Cañons. Terrasser ved Floderne. Afsætninger i Havet. Deltadannelsen. Mississippis Delta. Ganges's, Nilens og Rhinens Deltaer ..... 363.

14. **Søerne.** Deres forskjellige Oprindelse. De skandinaviske Søer. Genfersøen. Højlands- og Lavlandssøer ..... 376.

15. **Det kaspiske Hav.** Tidligere Forbindelse med det sorte Hav. Større Omfang i en ældre Periode. Karabugasbugten. Bugors. Højsletten Ust-Urt ..... 380.

16. **Aralsøen. Vandmindskelsen i Vest- og Centralasien.** Aralsøens Højde over Havet. Amu-Darjas tidligere Løb (Usboi). Mongoliets Saltsøer. Turans svindende Floder og Søer. Hamunsøen ..... 383.

17. **Det døde Hav** (Bahr Lut). El Ghor. Erosionen har dannet Søen. Intet Spor af vulkansk Virksomhed. Saltholdighed. Asfalt og bituminøse Masser ..... 386.

18. **Bjærgsøer. Søerne i Schweiz.** Bajkalsøen. Titicacasøen. De schweiziske Søer. Orografiske og udvaskede Søer. De italienske Alpesøer 390

19. **Sumpe og Moser.** Terai. Kollaer. Dismal Swamp. Everglades. Sumpdeltaer. De pontiske Sumpe. Maremnerne. Rokitnosumpene. Moser. Tørvedannelsen. Lyngmoser. De nordtyske Moser. Vildmoserne. Kjærmoser. Skovmoser ..... 395.

IV.

Det faste Land.

1. **Fastlandets Dannelse.** Kontinenterne og de kontinentale Øer. Aarsagen maa søges i Jordens Afkøling ..... 401.

2. **Kysternes Hævninger og Sænkninger.** Celsius's Vattenminskning. Den skandinaviske Hævning. Skaanes Sænkning. Danmarks Hævning. Norges Hævning. De gamle Strandlinjer. Den nordtyske Sænkning og Hafferne. Sænkningen ved den frisiske Kyst. Sænkninger ved Middelhavet. Serapistemplet ved Puzzuoli. Hævninger ved Afrikas Nordkyst. Sydamerikas Hævninger. Muligvis ere disse Hævninger og Sænkninger kun Skinbevægelser. Der nordtyske og russiske Lavslette. 403

3. **Stranden. Fjorde. Klitter.** Ødelæggelser paa høje Kyster. Den jyske Vestkyst. Englands Kyst. Den franske Kanalkyst. Fjordene. Deres Dannelsesmaade. Bræerne have konserveret dem. Klitterne. Den franske Klitkyst. De jyske Klitter. Jæderen. Klitdannelsen. Sandflugten og dens Dæmpning ..... 416.

4. **Øerne.** Kystøer og oceaniske Øer. De ostindiske Øer. Forskjellige Inddelinger af Øerne. De høje Oceanøer. St Paul. Santorin. Fernando Noronha. Kerguelens Land. De lave eller Koraløerne. De revbyggende Koraller. Arter af Koralrev. Kystrev. Voldrev. Dar-

Side

wins Theori. Indvendinger herimod. Atollerne rimeligvis byggede paa paa underjordiske Højdedrag. Andre Planter og Dyr berede Grunden for de revbyggende Koraller. Atollerne dannes ved Bølgebruddet. Kalkbjærgene ..... 427.

5. **Lavland. — Heder. — Tundraer. — Stepper.** De amerikanske Lavlande, Mississippidalen, Prairierne, Selvas, Llanos og Pampas. De evropæiske Sand- og Hedestrækninger. Les Landes, Campinen, Lüneburgerheden. De jyske Hedebakker og Hedesletter. Den nordtyske Slette. De ungarske Puster. Tundraerne. De russiske Stepper ..... 449.

6. **Ørkener.** Gobi med dens Randbjærge. Disses Betydning for Ørkendannelsen. Sahara. Sandet hidrører især fra Bjærgenes Forvitring. Zeugerne. De stærke Spring i Temperaturen. Den algerienske Sahara. Hamadaerne. Ørkendannelsen fortsættes i vor Tid. Saltets Forekomst. 457.

7. **Højsletter og Bjærgmasser.** Bjærgmassernes Fremkomst. Skyldes muligvis Jordskorpens Sammentrækning. Undersøgelser fra Alperne. Terrasselande. Mellem- og Højbjærge. Bjærgkjæder og Bjærgmasser. Bjærgtinder. Daldannelsen. Bjærgskred. Katastrofen ved Goldau. Norske Jordfald eller Elvebrud ..... 470.

8. **Snelinjen. — Laviner. — Isbræer.** Snegrænsen. Støvlaviner og Grundlaviner. Fonnen. Bræis. Isbræen og dens Spalter, Isgærder eller Moræner. Overflade- og Bundmoræner. Jøkelborde. Jordpyramider. Isbræernes Tilbagevigning. Bræernes Omfang i Alperne. De norske Bræer. De islandske Bræer. Grønland ..... 481.

9. **Bræernes tidligere Udstrækning. — Istiden.** Spor af Bræernes Gang. Vandreblokkene. De nordiske Vandreblokke og den skandinaviske Istid. Brasiliens formentlige Istid. Aarsagen kan ikke søges i Solens Udstraaling. Theorien om Jævndøgnspunkternes Forskydning. Schmicks Theori. Lyells Forklaring ..... 501.

10. **Jordskjælv.** Jordoverfladen altid i Bevægelse. Lodrette og bølgeformige Stød. Jordskjælvene 1783. De rotatoriske Jordskjælv. Jordskjælvsbølgens Hurtighed. Lineære Jordskjælv. Jordskjælvet i Caracas. Det sydamerikanske Jordskjælv 1868. Guanajuatos underjordiske Brølen. Havets Oprør. Forbud paa Jordskjælv. Aarsagen. Humboldts Hypothese om Dampene, som udvikles ved den indre Jordvarme. Maanens og Solens Betydning. Falbs Hypothese. Hørnes's Kritik over samme. Jordskjælv skyldes Sammenstyrtninger, have en vulkansk Oprindelse eller ere tektoniske. Jordskjælvet paa Chios 1881 ..... 511.

11. **Den indre Jordvarme.** Varmens daglige og aarlige Gang i Overfladen. Den evig frosne Jord. Varmens Tilvæxt mod Dybet. De geothermiske Trins Uregelmæssighed. Tilværelsen af den ildglødende flydende Jordkjærne ikke bevist. Kilden til den indre Jordvarme ..... 537.

12. **De vulkanske Fremtoninger. — Hypotheser om Vulkanismens Oprindelse.** Brændende Kullag. De meget forskjellige Hypotheser. Vulkanismen skyldes muligvis kemiske Processer ..... 542.

13. **Vulkanernes geografiske Udbredelse. — Central- og Rækkevulkaner.** Forekomme kun ved Kysterne. Antallet af Vulkaner ..... 546.

14. **Vulkanernes Bygning og Dannelse.** Krateret. Den ældre Theori om Vulkanens succesive Opbygning. Hævningstheorien. Dens Uholdbarhed.

Side

Barranco'erne. Lavaens forskjellige Styrkningsmaade. Lagdelte eller Stratovulkaner og homogene Vulkaner ..... 548.

15. **De forskjellige Fremtoninger under Udbruddene. — De evropæiske Vulkaner.** Dampsøjlen. Dyndstrømme. Vulkanske Bomber og Lapilli. Askesøjlen og Askeregnen. Vesuvs Udbrud 79 eft. Kr. Krateret Kilauea. Volcano og Stromboli. Ætna. De islandske Vulkaner. Lavaen. Vulkanen Sangay. Fumaroler. Solfatarer. Mofetter. Hundegrotten. Ansantosøen. Dødens Dal. Palmieris Observatorium..... 558.

16. **Fremkomsten af nye Vulkaner.** Monte Nuovo. Jorullo. Nyø. Umnak i Aleuterne. Julia eller Ferdinandea. Santorin..... 578.

17. **Forhenværende Vulkaner. — Vulkanruiner.** Eifel. Maarene. Auvergne. De flegræiske Marker. Vulkanerne let forgængelige..... 588.

18. **Dyndvulkaner.** Macaluba. — Halvøen Apscheron. — Halvøen Taman. Turbako. Celebes ..... 590.

V.

Luftkredsen.

1. **Luftkredsens fysiske Forhold. — Optiske Fremtoninger.** Luftens Bestanddele. Tæthed. Dens Gjennemsigtighed. Jordens egen Lysudvikling. Den tørre Taage. Dagslyset. Himlens Blaa. Aften- og Morgendæmringen. Tusmørkets Varighed. Morgen- og Aftenrøden. Hove eller Sol- og Maaneringe. Bisole og Bimaaner. — Hildringer eller Luftspejlinger. Fata Morgana i Sahara. Side-Spejlbilleder ..... 592.

2. **Temperaturforholdene paa Jordens Overflade og i Luftkredsen.** Den daglige Middeltemperatur Maanedernes og Aarets Middeltemperatur. Aars-Isothermer. Isotherer og Isochimener. Kyst- og Fastlandsklima..... 607.

3. **Lufttrykket og dets Forandringer.** Barometret og Højdemaalinger. Daglige og uregelmæssige Forandringer Isobarer..... 609.

4. **Luftens Bevægelser. — Almindelige Vindforhold. — Lokale Vinde.** Vinden. Gradienten. Solens Varme er Aarsag til Vindene. Søbrisen og Landbrisen. Passatvindene. Calmernes Bælte. Antipassaten. Aarsagen til Parsatvindenes Retning. Monsunerne. Lufttrykkets Betydning. Minimet og Maximumet. Buijs-Ballots Lov. De forskjellige Minimers Gang fra Vest til Øst. Danmarks Vindforhold. Samum eller Chamsin. Sciroccoen. Føhnen. Den grønlandske Føn. Boraen og Mistralen .... 611.

5. **Fugtighedsforholdene i Luftkredsen.** Tør, fugtig og mættet Luft. Absolut og relativ Fugtighed ..... 620.

6. **Nedbøren.** Dugpunktet. Dug og Rimfrost. Taage. Havgusen. Skyer. Sne. Hagl. Skyformationer. Fjerskyen (Cirrus). Klodeskyen (Cumulus). Lagskyen (Stratus). Den fjerlignende Lagsky (Lammeskyen). Den lagdelte Klodesky. Regnskyen (Nimbus). Regnens Fordeling. Regntiden. Det regnfattige Bælte. Regnmængde. De tempererede Bælters Regnmængde. Norges Regnmængde. Danmarks Regnmængde..... 622.

Side

7. **Cykloner, Tornados og Hvirvelvinde.** Storme og Stormgradienter. Ildebrand fremkalde Hvirvelvinde. Egentlige Lufthvirvler. Skypumper. Reyes Theori. Tornados. Cykloner og Teifuner. Den vestindiske Orkan 1780. Cyklonernes Arne ..... 633.

8 **Luftkredsens elektriske Fremtoninger. — Tordenvejr — St. Elmsild. — Nordlyset.** Luften er altid elektrisk. Tordenvejrene. Lynet som en elektrisk Gnist. Lynets forskjellige Former. Kornmod. Tordenen er Svingninger i Luften. Lynets mekaniske og magnetiske Virkninger. Lynrør eller Fulguriter. Lynets kemiske Virkninger. Lynafflederen. Tordenvejrenes Hyppighed og Forplantning. Hvirveltordenvejr og Varmetordenvejr. St. Elmsild. Nordlyset. Nordlysets Krone. Sydlyset ..... 647.

Rettelser.

Side 38 L. 18 fr. ov. (omtrent 3—5 danske Linjer) læs: (omtrent $^1/_4$—$^1/_2$ dansk Linje).

Side 39 L. 5 fr. n. læs: Hurtigheden af Jordens Axedrejning o. s. v.

Side 127 L. 5 fr. ov. Længde læs: Bredde.

Fortegnelse over Afbildningerne.

(De med * betegnede Figurer ere store Illustrationer).

Figur		Side
1.	Jorden foran Solen og set fra Mars	4.
2.	Jorden, set fra Maanen	5.
3.	Columbus's Skib	12
4.	Fremstilling af Jordskiven paa Hesiods Tid	16.
5.	Skibe, som svinde bag Horizonten	17.
6.	Marino Sanudos Verdenskort fra det 14de Aarh	20.
7.	Giov. Battista Agneses Verdenskort fra 1548	21.
8.	Breddecirkler	27.
9.	Længdecirkler	28.
10.	*Aarsagen til Aarstiderne	41.
11.	Jordens Belysning ved Jævndøgn	42.
12.	Jordens Belysning ved Sommer-Solhverv	43.
13.	Landhalvkuglen	45.
14.	Vandhalvkuglen	46.
15.	Luftspejling	50.
16.	Sejlskibe og Baade. (Vignet)	51.
17.	Gibraltarstrædet	59.
18.	Livet paa Havets Bund	60
19.	Limnimeter	64.
20.	En Salthave eller Kystsaline	68.
21.	Dykkeren paa Havets Bund	74.
22.	*Havets Lysning eller Morild	75.
23.	Lysdyr (noctiluca milliaris)	79.
24.	Ildblære (Pyrocystis)	80.
25.	Brookes Loddeapperat	82.
26.	Slæbenettet eller Skraben	83
27.	Akkumulatoren	84.
28.	Hydraen	85.
29.	Baileys Loddeapparat	86.
30.	Blylod	86.
31.	Vandøseflasken	87.
32.	Bægerloddet	89.
33.	Globigerina (stærk forstørret)	93.
34.	Tværsnit over Atlanterhavet	98.
35.	Tværsnit ved det grønne Forbjærgs Øer	98.
36.	Tværsnit gjennem Vesterhavet	98.
37.	*Ismasser i det høje Nord	105
38.	Isblinken	107.
39.	Fladisen	109.
40.	*Isbræ og Isbjærges Dannelse ved Magdalenabugten	115.
41.	*Isbjærge i Nordpolaregnene	119.

Figur		Side
42.	Et Isbjærg med en af Brændingen dannet Hule	121.
43.	Challenger i Isen (Sydishavet)	122.
44.	Dønningen	125.
45.	Bølgernes Højde ved det gode Haabs Forbjærg	127.
46.	Brændingen ved Kap Lizard (Cornwall)	129.
47.	Eddystone-Fyr i Brænding	130.
48.	Efter Stormfloden 1834 paa Halligerne	133.
49.	Baade ved Ebbetid	135.
50.	Springfloden	136.
51.	Maanebølgen	138.
52.	Springflod ved Nymaane	140.
53.	Springflod ved Fuldmaane	140.
54.	Nipflod	140.
55.	Springflod og Nipflod	141.
56.	*Isorachier (Kort)	143.
57.	*Isorachier ved de engelske Kyster (Kort)	144.
58.	De slesvigske Vesterhavsøer (Kort)	147.
59.	Stormfloden 1834 paa Halligerne	149.
60.	Pororocaen i Amazonstrømmen	151.
61.	Flodbølge i Severns Munding	153.
62.	*Jævndøgnsfloden ved Le Havre	155.
63.	Flodbølgen i St. Michel-Bugten	158.
64.	Logflynderen	165.
65.	Logningen	165.
66.	*Havstrømningerne (Kort)	172.
67.	*Isbjærge ved New-Foundlands Bankerne	181.
68.	Hansaexpeditionen	185
69.	*Gjennemsnitsbillede af Havet mellem Sandy-Hook og Bermudas	197.
70.	En Januardag i Tyskland	201.
71.	En Januardag ved Norges Kyst (Sildefiskeri)	202.
72.	Sargassotang	209.
73.	Havmøllen ved Argostoli	213.
74.	Stormflod ved Sønderjyllands Vestkyst	219.
75.	Messinastrædet. Scylla og Charybdis	221.
76.	Munken med omliggende Skjær	224.
77.	Donaus Kilde	228.
78.	Laachersø	236.
79.	Panorama fra Dachels Omegn	244.
80.	*Vildbækken under Uvejr	249.
81.	Gjennemsnit af en artesisk Brønd	256.
82.	Butlers Gasbrønd	263.
83.	Stenoljebrøndene ved Pithole	264.
84.	Imperial-Raffinaderiets Brand, foraarsaget ved Lynnedslag	265.
85.	Gjennemsnit af en hvilende Kilde	270.
86.	Den store Geysir	275.
87.	Vaikatoflodens Dal	277.
88.	Te Taratakilden ved Rotomahana	281.
89.	Pambuk Kalissi	293.

Figur		Side
90.	Parti af Satanshulen	296.
91.	Baumannshulen	304.
92.	Wyers Hule	306.
93.	Mamuthhulen	309.
94.	Rhinens Kilder	321.
95.	*Nilens Oversvømmelse	329.
96.	Digebrud ved Szegedin	337.
97.	Kløft i Salzkammergut	339.
98.	*Taminakløften ved Badet Pfäfers	341.
99.	Gieszbach	344.
100.	Tosafladens Vandfald	345.
101.	*Staubbach	347.
102.	Rhinfaldet ved Laufen	349.
103.	*Gavarniefaldene	351.
104.	*Victoriafaldet eller Mosi-va-tunja, „den larmende Taage“	455.
105.	*Niagarafaldet	359.
106.	Jættegryder i Chemnitzerdalen	362.
107.	*Parti af Marble-Cañon	367.
108.	Den store Cañon	371.
109.	Königssee i det bayerske Højland	377.
110.	Ved Genfersøen	378.
111.	*Det døde Hav eller Bahr Lut	387.
112.	*Schweizisk Alpesø	391.
113.	Ved Vierwaldstättersøen	393.
114.	Febersump i Florida	396.
115.	Kap. Froward (Amerikas Sydspids)	401.
116.	Strandlinje mellem Vang og Skaarliodden	406.
117.	Dobbelt Strandlinje ved Grøtnes	407.
118.	*Ruinerne af Serapistemplet ved Puzzuoli	411.
119.	Klippekyst ved Helgoland	417.
120.	Bovbjærg	418.
121.	Fjorden Gudvangen	420.
122.	Mellem Klitterne	424.
123.	*Marianerne eller Ladronerne	429.
124.	Øen Bolabola (Selskabsøerne)	433.
125.	Fernando Noronha	435.
126.	Kerguelens Land (Christmas Harbour)	437.
127.	Basaltø, opstaaet ved et vulkansk Udbrud (Sicilien)	438.
128.	En Koraldannelse under de tre Udviklingstrin	442.
129.	*Koraløen Whitsunday (Pinseøen) i Tuamotugruppen	445.
130.	Fra Lüneburgerheden	451.
131.	Tundra-Landskab	453.
132.	*Steppebillede fra Sydrusland	455.
133.	*En Oase i Sahara	465.
134.	Matterhorn (Walliseralperne)	475.
135.	Bjærgskred ved Bitten i Schweiz	478.
136.	*Lavinskred	485.
137.	Groszglockner, set fra Elisabethruhe	489.

Figur		Side
138.	*Isbræspalte paa Siden af Montblanc	491.
139.	Et Jøkelbord paa Mer de Glace (Montblanc)	494.
140.	Jordpyramider	495.
141.	*Afrundede og furede Klipper i Berneralperne	499.
142.	Bristninger af Jordskorpen ved Polistena (Calabrien)	515.
143	Arequipas Ødelæggelse ved Jordskjælvet 1868	518.
144.	*Jordskjælvet i Lissabon	523.
145.	Det brændende Bjærg ved Dutweiler	543.
146.	Stromboli	547.
147.	Ætna med Hovedkrateret og det sydlige Kraterhav	549.
148.	I Popocatepetls Krater	550.
149.	Askeregnen ved Vesuvs Udbrud 1822	560.
150.	*Vesuvs Udbrud den 26de April 1872	563.
151.	Strombolis Krater	568.
152.	*Ætna	571.
153.	Lavamark ved Vesuv	575.
154.	*Observatoriet paa Vesuv	579.
155.	Øen Julia eller Ferdinandea	583.
156.	Nydannelserne paa Santorin (før 1866)	584.
157.	Nydannelserne paa Santorin (Marts 1866)	586.
158.	Nydannelserne paa Santorin (Febr. 1867)	586.
159.	Nydannelserne paa Santorin (efter Udbruddet 1867)	587.
160.	Weinfelder-Maar	588.
161.	Skypumpe over Middelhavet	593.
162.	Bisole og Solringe	599.
163.	Bimaane og Maaneringe	600
164.	*Luftspejling under en Luftrejse	601
165.	Side-Spejlbillede af en opstigende Ballon	604.
166.	*Fata Morgana i Sahara	605.
167.	Meteorologisk Observatorium paa Pic du Midi	608.
168.	Isobarerne og Vindene over Nordvest-Evropa d. 29. Avgust 1873 (Kort).	615.
169.	Iskrystal (Naturlig Størrelse)	624.
170.	Hagl (Naturlig Størrelse)	625.
171.	Fjerskyen (Cirrus)	626.
172.	Klodeskyen (Cumulus)	627.
173.	Lagskyen (Stratus)	627.
174.	Regnskyen (Nimbus)	628.
175.	*Skovbrand	631.
176.	*Sandpumper i Sahara	635.
177.	Skypumpe over Bodensøen	637.
178.	*Vindfæld i Skoven	639.
179.	*Skypumpe over Havet	643.
180.	Nordlys i Amerikas Polaregne	654.
181.	Nordlys under Polarkredsen	655.

Indledning.

Jorden er en Stjærne blandt Stjærnerne, drejer sig i en mægtig Bane om Solen og modtager sit Lys og sin Varme fra samme. Det er en aldeles utvivlsom Kjendsgjerning, at vor uhyre Klode virkelig vilde ligne en Stjærne, omtrent som Morgen- og Aftenstjærnen (Venus), saafremt man kunde komme til at iagttage den paa et meget fjærnt Hold. Ganske sikkert vil det nu aldrig falde i vor Lod at finde en Plads uden for vor Klode, hvor vi kunne faa Hvile for vor Fod og der fra betragte Jorden; men dette kræves heller ingenlunde for at komme paa det Rene med Jordens Stilling i Verdensrummet. Der gives en Mængde Fremtoninger, som kunne yde os vigtige Oplysninger om den Rolle, vor Jord spiller i den store Verdensorganisme; Menneskehedens største Aander have viet deres Kræfter til at tyde disse Fremtoninger, og saaledes har man udfundet, at den Klode, vi bebo, ingenlunde er Universets Midtpunkt og Hovedbestanddel, hvad man i Aartusender indbildte sig; i Sammenligning med Verdensaltet er vor Jord tvært imod kun som et Sandskorn paa Havets Bred eller en Draabe i det umaadelige Ocean. Trods denne Lidenhed i Sammenligning med Verdensaltet er Jorden naturligvis dog det vigtigste Himmellegeme for os, og fra de tidligste Tider have derfor ogsaa talrige af de skarpeste Tænkere stadig stræbt at lære denne vor Bolig bedre og bedre at kjende; man har med Held søgt nærmere at udforske dens Bygning, Arten og Maaden, hvorpaa den er opstaaet, har anstillet Beregninger over dens Alder og Formodninger om dens Varighed. Hele Jordkloden, med alle de organiske Væsner, der bebo dens Overflade, kan man betragte som en Bog, der ligger opslaaet for

os; mange Sider i denne Bog kunne ganske vist endnu ikke tydes; men dog er det lykkedes Mennesket at gribe Aanden i Naturen, at gjennemtrænge de flygtige Fremtoningers Spil og at fatte, at et fælles, lovbundent, evigt Baand omslutter den hele Natur.

Rigtignok varede det længe, før en slig virkelig Kjendskab til vor Jord kunde foreligge, en Mængde Hjælpevidenskaber maatte først naa frem til et vist Udviklingstrin, ja maatte fuldkommen skabes, før man kunde bringe alle de foreliggende Fremtoninger under fælles Synspunkter. For at begrunde denne Paastand ville vi kaste et hurtigt Blik paa visse Perioder af vor Geografis Historie.

For omtrent 900 Aar siden fattede Araberen Abdallah Ahmed Mokaddassy den Plan at beskrive alle moslemimske Lande, og i dette Øjemed foretog han Rejser, der førte ham fra Gibraltarstrædet til Indiens fjærne Grænser. Fuld af Begejstring for den geografiske Videnskab gjennemvandrede han utrættelig og under tusende Farer største Delen af den datidige civiliserede Verden. „Paa mine Rejser har jeg drevet Studiet af Theologien og Humaniora, og jeg har ogsaa selv været Lærer i disse Videnskaber; jeg har spillet Asketen og den Fromme, har holdt Fredagsprædikenen fra Prædikestolene og udraabt Bønnerne fra Minareterne, har fungeret som Forbeder i Moskeerne og som Prædikant i Domkirkerne; jeg har besøgt Højskolerne, i Folkeforsamlinger forsvaret Partiøjemed og har taget Del i de Lærdes Sammenkomster og dialektiske Disputationer. Jeg har delt Polentaen med Dervischerne, det usyrede Brød med Karavanføreren og Grøden med Matroserne. Jeg er om Natten bleven jagen ud af Moskeerne, har maattet vanke om i Stepperne og forvildet mig i Ørkenen. En Stund var jeg en oprigtig Rigorist, men har ogsaa offentlig nydt forbudne Spiser og uredeligt Gods. Jeg har været i Pilegrimmenes Følge paa Libanon og blandede mig i Fyrsternes og Visirernes Selskaber. Jeg har ejet Slaver, men det hændtes vel ogsaa, at jeg selv maatte bære Byrder i en Kurv og paa mit Hoved. Mere end én Gang var jeg nær ved at drukne eller befandt mig i Karavaner, som bleve udplyndrede af Røvere, eller jeg færdedes paa Landevejene sammen med Forbrydere. Jeg har solgt Varer paa Torvene, har siddet i Fængsel og er bleven arresteret som Spion. I Krigene har jeg baaret Vaaben mod de Vantro, og i Grænsekordonerne har jeg gjort Vagttjeneste.“ Naar vi nu betragte Frugterne af disse en halv

Menneskealders møjsommelige Vandringer, finde vi, at Rejseberetningen ganske vist indeholder meget Interessant og Videværdigt, men at man efter samme ikke engang kan udkaste det raaeste Billede af de enkelte Landes Overfladeforhold eller deres nøjagtigere gjensidige Beliggenhed. Hvorfra kommer nu denne Mangel? hvorfra denne Ufuldkommenhed? Denne Vandringsmand, der, som han selv fortæller, undertiden fjærnede sig ti Mil fra sin Karavane for at spørge om Navnet eller Størrelsen paa en lille Stad, manglede han maaske for sit Vedkommende Evner til at besvare Jordbeskrivelsens Grundspørgsmaal? Eller var han ikke opmærksom nok paa disse Forhold, der, som bekjendt, udgjøre de første Betingelser for Kulturudviklingen? Intet af alt dette er Tilfældet. Den uforfærdede Granskers uhyre Besvær og offervillige Anstrængelser maatte blive frugtesløse med Hensyn til hine Grundproblemer, da Hovedbetingelserne for en videnskabelig Jordbeskrivelse endnu ikke vare givne. Imidlertid have netop Araberne indlagt sig store Fortjenester af den geografiske Videnskabs Fremskridt. Allerede halvtredsindstyve Aar efter Profetens Død se vi dem trænge frem til Afrikas yderste, vestlige Kyster, og samtidig havde dette saa begavede og opvakte Folk vidt og bredt forplantet Sansen og Lysten til Undersøgelser med Hensyn til Jordens Configuration og dens organiske Frembringelser, fra Evphrat til Guadalquibir og fra Kaschgar og Kabul til det sydlige Mellemafrika. De senere Fremskridt vare en Tid langsomme og nølende, den raa Magt gjorde ikke faa Overgreb, og de geografiske Undersøgelsers Betydning blev hyppig miskjendt; men da det femtende Aarhundrede berigede Menneskeslægten med en Fylde af Kjendsgjerninger, det største Materiale til Begrundelsen af den fysiske Geografi, som Kulturhistorien kan opvise, gjorde det videnskabelige Princip sig strax sejrrig gjældende. Endnu i Aaret 1490 kunde Vismændene ved Universitetet i Salamanca over for Columbus bekæmpe Jordens Kugleskikkelse med alle Slags taabelige og sofistiske Grunde; men tredive Aar senere finde vi allerede største Delen af Amerikas østlige Kyst lige ned til Patagonien i sine Hovedtræk fremstillet paa Kortene. Columbus havde altsaa den rigtige Anskuelse af Jordens Kugleform; men samtidig troede han rigtignok, at vor Planets Omfang var meget ringere, end den virkelig er; han antog, at to Tredjedele af Jordens Omkreds vare kjendte siden

Oldtiden, og den sidste Tredjedel vilde han tilbagelægge paa sin vestlige Fart for at opdage Zipanjus Østkyst. Da han nærmede sig Øen Cuba, troede Columbus sig i Nærheden af Kina, og han sendte en døbt Jøde, Louis de Torres, i Land, fordi denne forstod Hebræisk, Chaldæisk og Arabisk, de Sprog, som vare brugelige i de asiatiske Handelsstæder. Det var ogsaa den samme Anskuelse om den asiatiske Østkysts Nærhed, der under de canariske Øers

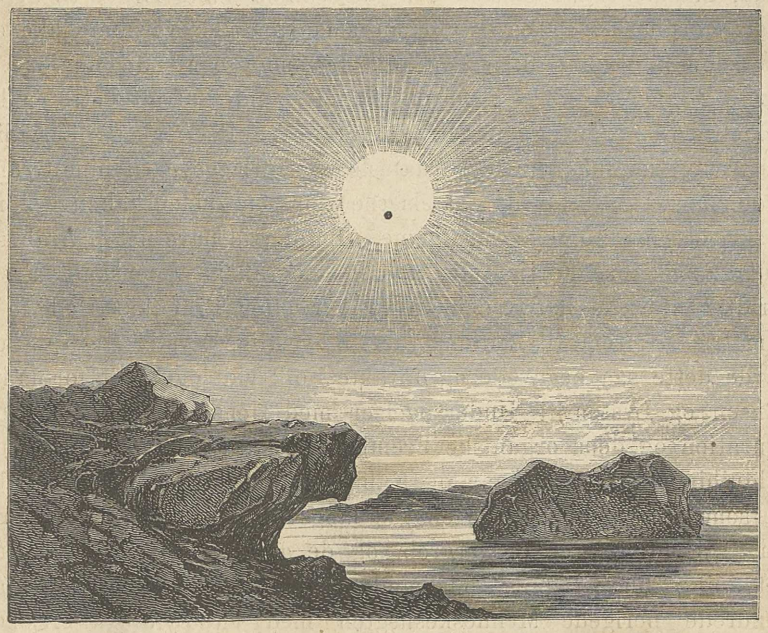


Fig. 1. Jorden foran Solen og set fra Mars.

Breddegrad bragte den dristige Sømand til at holde stik mod Vest, en Retning, som under den varme Golfstrøms Paavirkning vilde have ført ham til Virginien i Nordamerika; en Flok Papegøjer bragte ham imidlertid den 7de Oktober til at ændre Kursen mod Sydvest, og saaledes naaede han fem Dage senere Øen Guanahani; intet andet Fugle-Træk har vistnok haft saa vigtige Følger; thi det var ikke ligegyldigt for Menneskeslægtens Kulturudvikling, om Nordamerika havde faaet en spansk Befolkning i Steden for en engelsk.

Colons Fejltagelse var ikke af principiel Natur, og da den store Vasco da Gama med sine dristige Lusitanere i Aaret 1497 styrede sine Skibe ud paa de Have, ingen Evropæer endnu havde befaret, kunde man endnu stadig antage, at Indien strakte sig øster paa lige til det atlantiske Oceans Bred. Først Martin Behaim fra Nürnberg, Columbus's og Magalhães Ven, kom til den Overbevisning, at der bredte sig et Ocean mellem det vestlige og

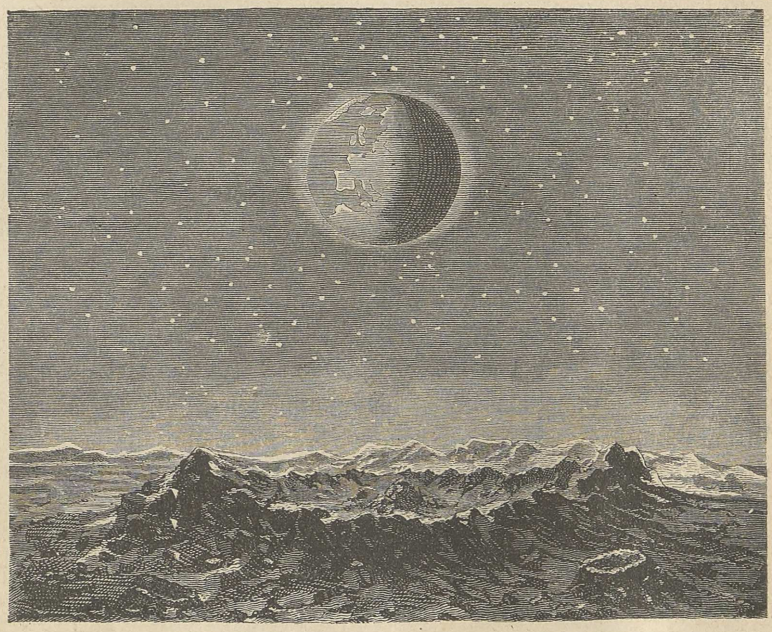


Fig 2. Jorden, set fra Maanen.

det østlige Indien, og paa sit berømte Kort over Sydamerika tegnede han dristig det Stræde ud til det vestlige Ocean, som Magalhães virkelig fandt 1520. Det er ikke her vor Hensigt at gaa nærmere ind paa de store Opdagelsesrejser, som gjorde os bekjendte med det store eller stille Hav; derimod ville vi henpege paa den Kjendsgjerning, at det aandelige Blik uendelig udvidedes ved de større rumlige Forhold, og at Geografien mere og mere omformedes til en virkelig videnskabelig Disciplin. Saaledes se vi

allerede Columbus skjænke den omgivende Natur sin største Opmærksomhed; han iagttog Forandringerne i Luftens Temperatur og i Havets Beskaffenhed, han observerede Kompassets Misvisning, ja mente endogsaa, at Jorden havde en mere opsvulmet Form paa den vestlige Halvkugle; med sin rige Fantasi troede han fremdeles at kunne henføre de smaa Antillers Existens til en Virkning af Atlanterhavets vestgaaende Strøm.

Disse og lignende Forestillinger hos hans Samtidige og nærmeste Efterfølgere ligge ganske vist fjærnt fra Sandheden; men de vise dog den nye Aand, som frit rører sine Vinger, søger at komme bort fra de dumpe, uhyggelige Anelser og at naa frem til Erkjendelse og Viden. De næsten samtidige store Fremskridt i den astronomiske Videnskab, de rigtigere Forestillinger om Solsystemets Bygning øvede ligeledes en heldig Indflydelse paa den Naturopfattelse, som søgte at klare de jordiske Forhold paa et videnskabeligt Grundlag: Lys, Varme og Magnetisme undersøgtes med Hensyn til deres Betydning for Jordens Organisme. Særlig kunde Jordmagnetismens hemmelighedsfulde Kraft glæde sig ved en levende Deltagelse, til Dels fordi man mente at kunne nytte den til Skibenes Stedsbestemmelse ude paa Oceanet. I Aaret 1634 gav Hellibrand det første nøjagtige Bevis for, at Magnetnaalens Retning ændrer sig i Aarenes Løb, idet den nordvisende Spids langsomt drejer sig mod Vest. For første Gang syntes der nu at være kommet Liv i det over hele Jordkloden udspændte Net af magnetiske Kræfter, og mod Slutningen af det 17de Aarhundrede anmoder Halley den britiske Regering om at udsende et Skib, der nærmere skulde undersøge Magnetnaalens Retning ved de engelsk-amerikanske Koloniers Kyster. Samtidig anstilledes flittig Thermometer-Iagttagelser, og, hvad der var endnu vigtigere for den videnskabelige Geografi, man udtalte højt den Tanke at drage Fordel af det nylig opfundne Barometer til Højdemaalinger. Da den berømte Pascal sendte sin Svoger Perryer med et Barometer op paa Puy de Dôme og her fandt Kviksølvsøjlens Standpunkt lavere end nede paa Sletten, var det strax den skarpsindige Forsker indlysende, at man kunde beregne et Bjærgs Højde over Havfladen efter det Antal Tommer og Linjer, som Kviksølvsøjlen staar lavere paa Bjærgtoppen end ved Kysten. Herved havde den geografiske Videnskab faaet et nyt, lige saa vigtigt som let anvendeligt Hjælpemiddel. Med For-

undring hører man undertiden, at Romerne paa Toppunktet af deres Dannelse vare fuldkommen uvidende med Hensyn til Apenninernes Mellemretning, denne Kjæde, der dog paa en vis Maade danner Italiens Ryg, at de ikke havde den fjærneste Anelse om Alpemasserne i deres raaeste Hovedtræk; men naar vi fra hine Tider nærme os Nutiden med mere end $1^1/_2$ Aartusende, finde vi, at selv i Begyndelsen af det 17de Aarhundrede kunde intet Menneske have nogen begrundet Forestilling om Alpetindernes Højde; saaledes var det et meget omtvistet Spørgsmaal, om St. Gotthard var 3000 eller 10,000 eller 30,000 Fod højt. Indførelsen af Højdemaalinger ved Barometret ændrede snart dette Forhold, og da Humboldt samlede Rækker af saadanne Højdebestemmelser til Tværsnitsprofiler over hele Landstrækninger, traadte disse Egnes plastiske Bygning med ét Slag klart frem. Saaledes nærme vi os mere og Nutiden, hvor den geografiske Videnskab indtager en saa betydelig Rang blandt Naturvidenskabens forskjellige Grene.

I denne Henseende er det egentlig ikke vor Agt at fremhæve, hvilke store, hidtil ukjendte Landstrækninger der ere blevne aabnede for den dannede Verdens Blikke, hvilke Floder, Søer og Bjærgmasser der ere blevne opdagede, og hvilke alt kjendte Strømme der ere blevne nøjagtigere nedlagte paa Kortet; vi lægge her meget mere Vægten paa, at det geotektoniske Materiale, der er blevet indsamlet i saa overvættes Fylde, nu bringes under store almindelige Synspunkter, og at Enkelthederne sættes i Aarsagsforbindelse indbyrdes. Medens en tidligere Tid kun betragtede Geografien som en blot og bar Sammenstilling af indsamlede Kjendsgjerninger og beskrev Jordens Overflade som noget Givet, begynder den videnskabelige Geografi i vore Dage mere og mere at betragte Jorden som en Helhed, der har udviklet sig, og at udgranske, hvilke Forbindelser der bestaa mellem dens enkelte Dele og fremkalde Forandringer paa dens Overflade som i dens Indre. Allerede den berømte tyske Geograf Carl Ritter († 1859) siger: „Den videnskabelige Geografi betragter ingenlunde vor Planet som et livløst, dødt Agregat af uorganisk Natur, som en Jordskive, der er forfærdiget paa en Drejerbænk, som Herodot udtrykker sig; den betragter meget mere Jorden som en virkelig, en ejendommelig organiseret Naturgjenstand, der i sig bærer Livsspiren til en videre Udfoldning med Fremskridt for Aarhundreder og Aartusender. Herved vinder

den geografiske Videnskab først sin Enhed, ved dette sit levende Princip bliver den først til et Hele, egner sig til en systematisk Fremstilling og Udvikling af sit store System, bliver herved til en Videnskab, som virker dannende paa den menneskelige Aand, ja til et nødvendigt Led i Videnskabernes System.“ I dette videste Begreb har Ritter selv nu rigtignok aldrig givet os et Exempel paa den videnskabelige Geografi; hans banebrydende Arbejder indskrænke sig tvært imod til et i væsentlig Grad snævrere Omraade, han har paa en vis Maade kun lagt en Del af Grundlaget til den stolte Bygning, som kommende Aarhundreder ville faa at skue. Det være imidlertid langt fra os at nedsætte den store Geografs betydelige Fortjenester; man maa tvært imod indrømme, at paa Ritters Tid kunde der ikke ydes mere, end hvad han virkelig har udført; thi den videnskabelige Geografi er, som faa andre Discipliner, afhængig af en hel Række andre Videnskaber, og hvad enten den vil eller ej, maa Geografien gjøre Holdt, naar dens Hjælpetropper svigte. Ingen Videnskab er saa lidt i Stand til at skride ensidig frem som den videnskabelige Jordbeskrivelse; naar Astronomen atter og atter gjennemforsker sine forstyrrede Planetbaner og søger at afvinde de indviklede Problemer nye Opdagelser, naar Fysikeren studerer Lysets Polarisation, naar Kemikeren prøver at skille sine Grundstoffer, og naar Geologen undersøger Jordlagenes Lejringsforhold, er hver af disse Forskere paa sit Omraade næsten fuldkommen uafhængig af Fremskridtene i de andre videnskabelige Discipliner. Naar derimod en dristig Rejsende ad nye, ubanede Veje gjennemvandrer vidtstrakte Fastlande, er det Udbytte, den videnskabelige Geografi skal høste af slige storartede Foretagender, i høj Grad betinget af Astronomien, Meteorologien, Geologien osv.; det kommer an paa, om disse Videnskaber ere saa vidt fremskredne, at man kan diskutere de skete Iagttagelser og drage yderligere Slutninger fra dem. Lad os heller ikke forglemme de Discipliner, som sysle med den organiske Natur og søge at opfatte de levende Væsners Udbredelse over Jordens Overflade fra højere Synspunkter; vi ville da vistnok indrømme, at Fremskridtene paa det geografiske Omraade ere paa det nøjeste knyttede til Naturvidenskabernes Udvikling i det Hele taget. Derfor kunde der i tidligere Tider næppe være Tale om en egentlig videnskabelig Geografi. I Begyndelsen var Geografien ikke synderlig

andet end et Sammensurium af Beskrivelser over sælsomme Lande og kuriøse Ting; derpaa gled den mere og mere over til at blive en ordnet statistisk Sammenstilling af Navne og Tal; senere — først og fremmest Karl Ritter — kom man til den Erkjendelse, at Menneskeslægtens Historie stod i Forhold til og maatte ses i Belysning af Landenes naturlige Beskaffenhed. Sluttelig kunde den videnskabelige Geografi ved Naturvidenskabernes Hjælp give sig til at udforske Jordens fysiske Forhold og fastslaa deres gjennemgribende Betydning for alle organiske som uorganiske Fremtoninger paa vor Klode.

Vi ville vælge et Par Exempler for bedre at klare den videnskabelige Geografis Opgave.

En ikke ringe Del af Fastlandets Overflade indtages af vidtstrakte, øde, til Dels sandige Egne eller Ørkener; som det mest karakteristiske Exempel nævne vi den afrikanske Sahara. Ældre Geografer angave kun Ørkenernes Beliggenhed og Grænser, beregnede deres Flademaal, opregnede Oaserne, nævnte nogle spredte Bjærgkjæder og krydrede maaske sluttelig deres Fremstilling med nogle anekdotagtige Notitser om den store Varme i hine Egne og om Farerne ved en Ørkenrejse. Nutidens Geografer betragte derimod Ørkenerne som en integrerende Del af Jordorganismen; de paavise, at deres Fremkomst ikke er tilfældig, men skyldes den tidligere eller nuværende Fordeling af Havet og Landet og er betinget af Calmebælternes Beliggenhed; den videnskabelige Geografi lærer os fremdeles, at Ørkendannelsen gaar for sig den Dag i Dag, for saa vidt der nemlig kan paavises Midtpunkter for Sandets Udstraaling, og den klarer sluttelig det Gaadefulde ved Oasernes Forekomst, idet den paaviser, at en fuldstændig Regnløshed i Ørkenerne slet ikke finder Sted, og hævder, at Nedbøren er tilstrækkelig til at forklare Fremkomsten af Kilderne i Oaserne, som altid ligge i de lavere Egne; Geografien paaviser fremdeles ved Meteorologiens Hjælp, hvorledes det ene Fastland virker ørkenagtig paa det andet, og sluttelig drager den endogsaa Mennesket selv inden for sine Undersøgelsers Kreds, idet den drøfter Landskabets Indflydelse paa Kulturudviklingens Retning, ja selv paa

Fremkomsten af Sprogejendommeligheder. Saaledes giver den videnskabelige Geografi vor Planets døde Overflade Liv og lader Landskabet tale et Sprog, som den Indviede fatter og tyder.

Ogsaa vor Tids Landkort søge at fyldestgjøre de Krav, den højere Geografi stiller. Medens Havfladen t. Ex. tidligere blot aftegnedes som en tom, hvid Flade, der sluttede sig til Kystridset og ikke gav anden Oplysning, end at der ikke fandtes Øer, indtegner man nu til Dags omhyggelig Resultaterne af Dybdemaalingerne, og alt eftersom Linjerne for samme Havdybde slutte sig mer eller mindre nøje til Kysterne, vil den Kyndige heri kunne finde værdifulde Fingerpeg med Hensyn til Landenes Dannelse. Medens Havbunden saaledes et Steds henpeger paa ældgamle Landforbindelser, kunne beslægtede Dyre- og Planteformer, som findes spredte i store Afstande, ligeledes antyde længst forsvundne Fastlandsmasser.

Vi skulle dog paa dette Sted ikke dvæle længere herved, men allerede nu henpege paa, at den samme Videnskab ligeledes viser, hvorledes et Folks Karakter i høj Grad betinges af det Land, det bebor. For at finde Beviser behøve vi blot at antyde, at det tropiske Bælte ikke har frembragt nogen stor Mand, Mennesket bukker hist ligesom under for de geografiske og klimatologiske Betingelsers Indflydelse; vi kunne imidlertid finde langt nærmere Exempler; de nordfrisiske Øer godtgjøre slaaende, hvorledes et Folkeslags Karakter bestemmes af Landets geografiske Betingelser. Engang var Nord-Frisland et stort, sammenhængende Landskab, til Havet skilte England fra Frankrig, og de stormende Bølger nu løsnede Stykke paa Stykke fra Frisland. Naar Mennesket optog denne Kamp med Havet, er ikke bekjendt; vi vide kun, at denne Kamp er haardnakket og staaende, modig, men dog haabløs som ingen anden i Folkenes Historie; paa den ene Side det vældige Hav, evig paa Lur, om ikke dets Modstander skulde byde en Blottelse, og skaanselløs ødelæggende alt, hvad der stiller sig i Vejen for det; paa den anden Side Mennesket, som er opvoxet under stadig Strid med den forbitrede Fjende, fuldt af Mod og Bestemthed, og altid beredt paa at forsvare Hustru, Børn og Ejendom mod sin Modstander. Og betragt nu engang den frisiske Bonde! Se, hvor trodsig og viljestærk, hvor tavs, men rask han træder Faren i Møde, hvor sejgt han holder fast ved alt Nedarvet ligesom ved den Plet Jord, som føder ham. Har Stormfloden ikke fostret ham?

Har den ikke staalsat hans Hjærte, præget hans Karakter, i legemlig og aandelig Henseende skabt ham, som han er? Med Lethed kunde vi hente andre tilsvarende Exempler fra vor Verdensdel. Fraregnet ethnologiske Ejendommeligheder er Fransk-manden gjennem Frankrigs Jordbund, Englænderen ved sine Øers vidunderlige Beliggenhed bleven til det, han er. Vi skulle dog ikke her øge vore Exemplers Tal; thi overalt støde vi paa den uomtvistelige Kjendsgjerning, at Kulturudviklingen er betinget af ydre, geotektoniske Forhold og maa skifte med disse. Den Gang Mellem-evropa endnu stivnede af Isbræer og husede en uselig Befolkning, hvis Rester vi muligvis gjenfinde i Eskimoerne, straalede den menneskelige Kultur i Sydøst. Nu til Dags fejer den glødende Ørkenvinds fordærvelige Pust hen over Babylons Ruiner, og Civilisationen har trukket sig bort fra hine Egne, hvor den i Menneskehedens Ungdomsalder først naaede en høj Blomstring; den fulgte nu Solen, vendte sig mod Vest, overskred det atlantiske Oceans, sluttelig ogsaa det store Oceans vidtstrakte Flade. En tidligere, ukritisk Tid syslede meget med Øen Atlantis, som nu er sunken i Havet, men skulde have ligget i det vestlige Ocean, og hvis Indbyggere naaede den højeste Grad af Kultur; dog ikke blot Geologen og Historikeren henviser alt dette til Fablernes Verden; Nutidens Geografi bestrider det med lige saa vægtige Grunde. Ikke fra Vesten, men fra Østen kom Kulturen; i Asiens velsignede Floddale hævede Mennesket sig tidligst op over den Vildes raa Tilstand; der fra begyndte Kulturen sin Rundrejse, trængte videre frem mod Vest og opslog endelig for Aartusender sit Hovedsæde i Evropa, der frembød de gunstigste Betingelser for dens videre Udvikling. Dog heller ikke her vil den forblive evig; thi Jordbundens gunstige Betingelser ere omskiftelige som Menneskets Luner; dette fremtræder i Planetens Liv visselig ikke i korte Frister, men kun efter Tusender af Aar; dog, denne Omskiftelighed vil desuagtet visselig indtræde. Vor kortlevende Slægt har andre, mere nærliggende Opgaver at løse end at dvæle ved den dannede Menneskeheds fremtidige Flugt fra Evropa; men Videnskaben, som støtter sig til, hvad der var og hvad der er, henpeger ogsaa paa, hvad der engang vil vorde.



Fig. 3. Columbus's Skib

I.

Jorden som en Klode.

Det er Skik at begynde den fysiske Jordbeskrivelse med rent astronomiske Udviklinger. Man fremstiller sædvanligvis ret udførlig Astronomiens Læresætninger, saa vidt de da egne sig til en populær Udvikling, og kommer saaledes til det Resultat, at der i det uendelige Himmelrum findes Masser af Taagestjærner, Stjærnehobe og Dobbeltstjærner, men at Jorden ikke hører herhen og ligesaa lidt er en Sol eller en Komet, men derimod en Planet, det vil sige en Klode, som sammen med et Antal andre Kloder drejer sig i en næsten kredsrund Bane omkring Solen og faar sit Lys og sin Varme fra samme. Vi skulle ikke dvæle ved de talløse Enkelt-

heder, der høre under Astronomiens Omraade, men skulle her kun kaste et hurtigt Blik paa Jordens kosmiske Stilling, særlig for at erkjende, hvilken ubetydelig Rolle vor mægtige Verden, ja selv den endnu langt større Sol spiller i Universets hele Organisme.

Naar vi altsaa fordybe os i det stjærnefyldte Rum, finde vi ingensteds en Ende paa den legemlige Verden, overalt støde vi paa Stjærner og Stjærnedynger; visse Egne i Himlen kunne aldeles ikke udgrundes, ikke engang ved de mægtigste Teleskoper. Om der existerer en sidste, en allerfjærneste Stjærne, og bag denne det tomme, svælgende Dyb, lader sig saaledes ikke afgjøre gjennem Iagttagelser, da vi ikke kunne trænge dybt nok igjennem — fordi vore optiske Hjælpemidler svigte, og sluttelig selve Lysstraalen slukkes. De fjærneste Stjærnedynger vise sig for os i den mildt lysende Bue, der som Mælkevejen omslutter Himlen. En lang Tid troede den ældre Herschel, at han med sine Teleskoper var trængt frem til Mælkevejens yderste Grænser, men sluttelig overtydede han sig om dette Stjærneoceans uudgrundelige Dybde. Heller ikke senere har noget Dybdelod fundet Bunden i Mælkevejens Stjærnelag, og det er derfor aldeles utilstedeligt at tale om Mælkvejens yderste Grænser eller at ville give en Fremstilling af dens geometriske Form; gjennem en videnskabelig Redegjørelse kommer man derimod til det Resultat, at Mælkevejens tilsyneladende Ringform kun er en optisk Skuffelse, som fremkommer derved, at et ubestemmeligt, stort Antal Stjærnehobe og Taager ere lagrede om et og samme Plan. Dette Plan viser sig for os som Mælkevejens Plan. De Stjærner, der om Natten blinke over vore Hoveder, og talrige andre, som man kun kan iagttage gjennem Kikkerten, høre til en næsten kugleformig Stjærnehob, inden for hvilken ogsaa Solen og vor Jord have deres Plads. Gjennem Stjærnerne i denne Stjærnehob se vi nu de talløse andre Stjærnehobe ordnede perspektivisk i en Storcirkel, medens de i Virkelighed ere spredte over et og samme Plan. Alle disse Verdenssystemer — jævnsides med dem kunne vi stille vor egen Fixstjærnehob — ligge nu ganske vist ikke fuldkommen nøjagtig i ét Plan; men der finder Afvigelser Sted, hvorved Adskillelserne i Mælkevejen finde deres Forklaring. Der gives altsaa ikke, som man tidligere overdrevent fantaserede, Mælkeveje af Mælkeveje, men kun en eneste, og fra enhver Stjærnehob i Universet vilde vi have Synet af samme Mælkevej. Efter den her

givne Fremstilling om sammes Bygning kan det ikke mere vække nogen Forundring, at Dybderne i dette Stjærnelag ere uudgrundelige.

De enkelte Stjærner i vor Stjærnehob have forskjellig Klarhed, ligesom deres indbyrdes Afstande ere meget ulige; Alpha i Stjærnebilledet Kentauren, den Stjærne, der, saa vidt bekjendt, er os nærmest, er mellem 4—5 Billioner Mile borte, medens den straalende Sirius har en Afstand af 20 Billioner Mile; vi kunne gjøre os en svag Forestilling om disse umaadelige Afstande, naar man hører, at en Kanonkugle med 600 Fods Hastighed i Sekundet vilde behøve omtrent 6 Millioner Aar, Lyden omtrent $3^1/_2$ Million Aar, ja selv Lyset over 3 Aar til at naa den nærmeste Stjærne. Ogsaa Stjærnernes Lysstyrke er meget forskjellig; Alpha i Kentauren lyser i og for sig svagere end vor Sol, medens Sirius straaler fire og halvfemsindstyve Gange stærkere, det vil sige, hvis Sirius kom os lige saa nær som Solen, vilde dens Lys veje op mod Lyset fra 94 Sole af samme Lysstyrke som vor Sol.

Efter Nogles Mening skal denne Forskjel i Lysevnen bero paa Stjærnernes forskjellige Aldre; men dette lader sig ikke bevise, da vi ere absolut uvidende om Fixstjærnernes relative Alder. Derimod staar det rigtignok fast, at Stjærnerne ikke ville lyse evig, saa lidt som de have lyst fra evige Tider; ligesom der gaves en Tid, da vor Sol udsendte sin første Straale, saaledes vil der ogsaa komme den Stund, da dens Lys er slukt, dens Glød svunden. Varmen kan udrette mekanisk Arbejde, og omvendt kan man udtrykke Varmemængden ved det Kvantum Arbejde, som er præsteret. Søge vi den mekaniske Kraft, Solen udsender under Form af Varme, finde vi, at Solstraalerne hvert Minut bringe 228 Billioner Hestes Kraft ned paa Jorden, og denne Kraft bestrider al Bevægelse her nede. Nu modtager Jorden imidlertid kun $^1/_{2340\,000\,000}$ af Solens hele Straalevarme, og man kan herefter beregne, hvilken Varme og Kraft der i det Hele udstraales fra Solen. Hvis Solen nu ikke er et Vidunderlegeme, hvor den uafbrudte Kraft skabes af Intet, maa vi slutte, at dette bestandige Tab maa blive fuldstændig erstattet paa en eller anden Maade, eller ogsaa kan den nuværende Tilstand ikke vare til evige Tider. Imidlertid er der ingen Kilde bekjendt, som stadig og uafbrudt igjen kunde forsyne Solen med ny Kraft, og følgelig maa den lysende Dagstjærne engang udslukkes; dens Varme skyldes den Sammentrækning, hvoraf sluttelig

vort hele Planetsystem fremgik; men ligesom Solvarmen engang maa tabe sig i Rummet, saaledes ville ogsaa Planeterne finde Maalet for deres Tilværelse. De maa nemlig engang styrte ned paa Solen, fordi deres Bevægelse hæmmes ved den Materie, som findes i Verdensrummet; men denne Hemmelse er saa overordentlig ringe, at der sikkerlig vil henrinde Milliarder af Aar, før den antydede Katastrofe virkelig indtræder. Jorden maa altsaa engang ende glødende, ligesom den begyndte som en glødende Masse, og hvis der til hine Tider findes tænkende Væsener paa en Planet til en nærliggende Fixstjærne, vil denne Katastrofe for dem vise sig som en pludselig Opflammen af vor Sol. Noget Lignende har man fra vor Jord gjentagne Gange iagttaget ved andre Fixstjærner, og vi kunne derefter have en Anelse om, hvilke Katastrofer der skjule sig her bag ved. Om der atter vil danne sig et nyt Planetsystem, efter at vore Planeter engang i Fremtiden have fundet deres Undergang i Solen, er et Spørgsmaal, som man vel maa besvare bekræftende; men om denne Proces ikke endelig ogsaa engang maa stoppe, er en Tanke, for hvilken vi kun kunne slaa en Bom. Sole kunne og ville styrte ned paa Sole; Stjærnesværme ville med andre Stjærnesværme gaa op i en fælles Taagemasse, og det er sandsynligt, at denne Proces vil gjentage sig uafbrudt, idet det hele Universum er en fuldkommen Maskine, hvor hele Kredsprocessen kan vendes om; men hvor ubetydelig den Rolle end er, som Menneskeslægten spiller over for den raa Materies Magter, er den dog i Virkeligheden en afgjørende; thi det samlede Universum med alle dets Sole og Stjærner synker hen i et Intet, saa snart de tænkende Væsners Bevidsthed endelig er udslukt.

1. Jordens Skikkelse.

At Jorden omtrentlig har Form af en Kugle, er nu til Dags en saa almindelig anerkjendt Sandhed, at man hermed ikke mere fortæller noget Nyt eller Overraskende, og man kan derfor vanskelig gjøre sig en rigtig Forestilling om den Møje, det engang har kostet at gjøre denne Lære om Jordens Rundhed gjældende. Efter den umiddelbare Anskuelse antoge Grækerne paa Hesiods Tid, at Jorden var en flad Skive, der rundt omkring var omflydt af Oceanet. Denne Skives Diameter var kun meget ubetydelig; thi

den østlige Grænse naaede Floden Phasis (nu Rion) ved Kavkasus, den vestlige Grænse gik et Par Dagsrejser bag Trinakria (Sicilien), men forlagdes senere til Herkules's Søjler, det nuværende Gibraltarstræde. Midtpunktet var naturligvis Hellas, og her igjen det takkede Bjærg Olymp, hvis Tinde rager op i Skyerne. Hvad der ligger hinsides Phasis og Herkules's Søjler, hvor langt Oceanet strækker sig, og hvorledes dets ydre Grænser ere beskafne, undersøgte man for

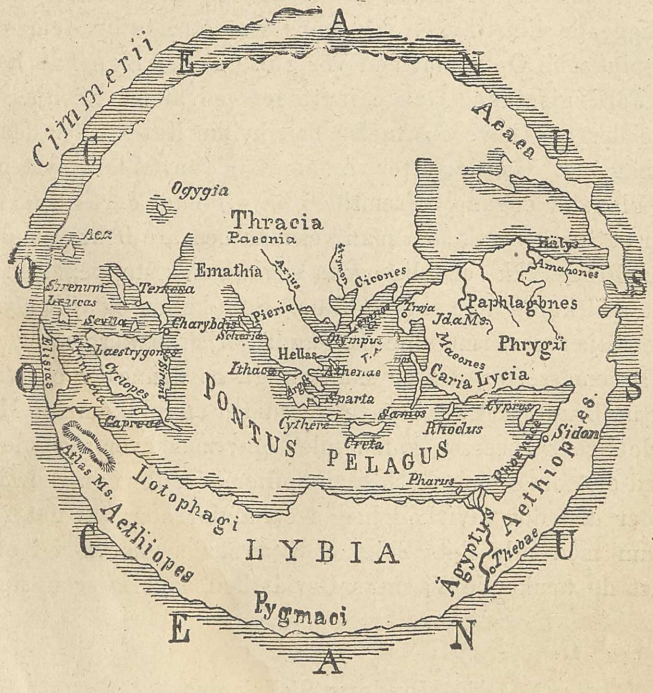


Fig. 4. Fremstilling af Jordskiven paa Hesiods Tid.

det første ikke nærmere; man fantaserede kun om et taaget, mørkt Hav, som var grundt og dyndet og saaledes hindrede Sømanden i at trænge videre frem. Dog, allerede hos Plato træffe vi en langt mere storartet Anskuelse om Jordens Udstrækning. „Vi, som bo fra Phasis til Herkules's Søjler, bebo kun en ringe Del af Jorden, hvor vi have nedsat os om det indre Hav (Middelhavet) som Myrer eller Frøer om en Sump.“ For øvrigt troede Plato, at Jorden

havde Skikkelse som en Tærning; men han kom til denne Anskuelse, alene fordi han holdt dette Legemes Form for den mest fuldkomne. Aristoteles hævdede derimod Jordens runde Skikkelse, og i den senere græske Tid synes man slet ikke mere at have betvivlet vor Klodes Kugleform. Disse rigtige Anskuelser gik rigtignok senere igjen tabte, og da Columbus i Salamanca hævdede Jordens kugleformige Skikkelse, optraadte man imod ham med Citater af Psalmerne og Kirkefædrene. Nu til Dags foreligger der et ikke ubetydeligt Antal af Beviser, som samtlige tale for vor Jords Kugleform; et af de mest populære er Exemplet fra Skibet, der synes at dukke ned bag Synskredsen, naar det sejler bort, og omvendt, naar det nærmer sig, at stige frem over Horizonten eller den Linje, som synes at adskille Himlen og Havet. I øvrigt stamme

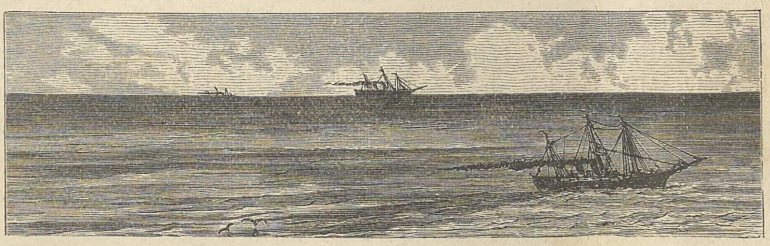


Fig. 5. Skibe, som svinde bag Horizonten.

de fleste Beviser af denne Art allerede fra den græske Oldtid, kun enkelte, t. Ex. Beviset fra Verdensomsejlingerne, tilhøre en senere Tid.

Som bekjendt, faar man et større Overblik, jo højere man hæver sig over Havfladen, og denne Kjendsgjerning hænger nøje sammen med Jordens Kugleform. Hvis Jorden var en flad Skive, maatte man — bortset fra Overfladens Ujævnheder og Utydeligheden i Atmosfærens nedre Lag — fra ti Fods Højde kunne se lige saa langt som fra 100 eller 1000 Fods. Dette er nu imidlertid aldeles ikke Tilfældet. Fra 10 Fods Højde overser man en Kreds med $1^3/_4$ Mils Diameter; i 100 Fods Højde har Synskredsen allerede en Diameter paa $5^1/_2$ Mil, og i 1000 Fods Højde beløber denne sig til $17^1/_2$ Mil. Fra en Højde af 3500 Fod ser man 16 Mil omkring til alle Sider; Toppen af Brocken eller Bloksbjærg (i Harzen) naar

denne Højde, da Galleriet paa Brockentaarnet ligger 3700 Fod over Havfladen, og fra dette Galleri kan man i godt Vejr skimte Weserbjærgene, Omegnen af Leipzig samt Rhöngebirge, Punkter, hvis Afstande passe godt til de nævnte Angivelser. En af Kæmpetinderne i Hohe-Tauern (Østalperne) fører Navnet Grosz-Venediger, fordi Hyrder, som søgte deres Faar, fra denne Top skulle have set Havet. Adriaterhavets Dronning ligger nu ganske vist kun 25 Mil fra denne Tinde, hvor fra Synskredsen er 29 Mil, og heller ikke Bjærgenes Gruppering i Retning mod Adriaterhavet frembyder nogen Hindring; men i Virkeligheden har endnu Ingen fra hin Top kunnet øjne Lagunestaden, hvilket altsaa maa tilskrives uheldige atmosfæriske Forhold.

Ligesom Horizonten altsaa udvides, jo højere man stiger op over Havfladen, saaledes faar man ogsaa desto tidligere Kig paa en fjærn Gjenstand, jo højere samme ligger. Et Fyrtaarn bliver saaledes synligt i en saa meget større Afstand, som det selv er højere; er det t. Ex. 140 Fod højt (Skagens Fyr), er dets Lysvidde $4^1/_2$ Mil, det vil sige, Fyret vil i denne Afstand i klart Vejr være synligt fra et Skibsdæk, 10 Fod over Havet. Naar et Bjærg hæver sig umiddelbart ved Kysten, kan man i det Fjærne se dets Tinde som en lille Ø hæve sig over Synskredsen, medens Bjærgets Fod skjules af det foranliggende Bølgebjærg.

Jordens faste Overflade er ikke jævn, men paa den mest afvexlende Maade dækket af Bjærge og Dale. Dette faar nu rigtignok en vis Indflydelse paa vor Klodes mathematiske Kugleform, men i Sammenligning med Jordens uhyre Størrelse ere selv de højeste Bjærge kun meget ubetydelige Ophøjninger af Jordbunden. Ingen vil dog vistnok nægte, at en Keglekugle er rund, selv om der sætter sig et Par Sandskorn paa dens Overflade, og dog ere Jordens højeste Bjærge i Sammenligning med dennes Diameter næppe at agte for Sandskorn. Tænke vi os en Globus udarbejdet med en Diameter paa 16 Fod, en Størrelse, som vel ingen Sinde er bleven naaet i Praxis, skulde de højeste Bjærge paa denne Kugle udføres omtrent med en Linjes Højde. Bjærgmasserne foraarsage altsaa ingen som helst betydelige Afvigelser fra Jordens Kugleform; derimod have nøjagtige Undersøgelser godtgjort, at der alligevel finder slige Afvigelser Sted, navnlig ved de tvende Omdrejningspoler. Jorden er nemlig en Kugle, der er lidt sammen-

trykt eller flad ved Polerne. en saakaldet Sfæroide. Fladtrykningen er imidlertid ogsaa kun ringe; thi den beløber sig kun til $^1/_{289}$ af Jordens største Diameter, med andre Ord: Jordens Diameter fra Polerne er den nævnte Brøkdel mindre end Æqvator-Diameteren. Ogsaa denne Afvigelse er imidlertid saa ringe, at man i de fleste Tilfælde aldeles ikke behøver at tage Hensyn til samme; man kan i det Hele taget slet ikke forfærdige nogen Globus, som kan gjøre Jordens Fladtrykning anskuelig for Beskuerens Øjne, naar man da vil iagttage de rette Forhold.

Verdensomsejlingerne afgive det mest praktiske Bevis paa Jordens Kugleform; med Nutidens Hjælpemidler ere de hverken vanskelige eller usædvanlige, og det hører ingenlunde til Sjældenhederne, at man træffer sammen med et Menneske, af hvem man i Samtalens Løb aldeles tilfældigvis hører, at han er kommen hel rundt omkring Jorden. Naar man hermed sammenligner Rejsernes Langvarighed og de store Farer, der under samme truede de første Verdensomsejlere, erkjender man først ret, i hvilken uhyre Grad det er lykkedes Menneskeheden at gjøre sig Naturkræfterne underdanige. Et hurtigt Blik paa den første Verdensomsejling vil derfor her være paa sin rette Plads. Portugiseren Fernando de Magalhães havde fattet den Plan at naa det fjærne Øland Malucco (Molukkerne) i Østasien ad Vestvejen, og efter de sædvanlige, fra Columbus's Historie saa vel bekjendte, Vanskeligheder overlod den spanske Regering ham endelig fem Skibe med en Besætning paa 237 Mand. Flotillen blev udrustet i Sevilla ved Guadalquibir og stak i Søen den 20de September 1519; under Magalhães kommanderede Estebaô Gomez, Baskeren Sebastian el Cano og flere andre. Den 13de December naaede man Bugten ved Rio de Janeiro, hvor man drev en betydelig Tuskhandel med de Vilde. To Uger senere traf man ved La Platafloden paa Menneskeædere; en af disse, der i Skikkelse lignede en Kæmpe og i Stemmen en Tyr, nærmede sig Skibene, men ilte bort med sine samtlige Kammerater, da 100 Spaniere gik i Land for at knytte Forbindelser med de Vilde. I den sydligere beliggende Bugt St. Julien besluttede Magalhães at overvintre; i Begyndelsen vare Spanierne fuldkommen alene; men efter to Maaneders Forløb fik man Øje paa en Kæmpe, som de næppe naaede til Bæltet; andre kæmpelignende Mennesker sluttede sig snart til, og der opstod en livlig indbyrdes Forbindelse, som

dog ingenlunde altid var venskabelig; thi vi høre, at en Matros blev truffen af en forgiftet Pil og øjeblikkelig døde. Nogle af Kæmperne bleve tagne til Fange og viste sig som umaadelige Storædere, der hver daglig fortærede en Kurv fuld af Skibstvebakker og drak en halv Spand Vand i ét Drag. Efter at Magalhães med blodig Strænghed havde kuet et Mytteri af nogle af



Fig. 6. Marino Sanudos Verdenskort fra det 14de Aarhundredes Begyndelse.

sine Underbefalingsmænd, sejlede han i September og Oktober 1520 videre langs den patagoniske Kyst og opdagede den 21de Oktober Indsejlingen til det bekjendte Stræde, som fører ud i det store Ocean. Strædet blev undersøgt, men imidlertid undveg Gomez med sit Skib og vendte hjem til Spanien. Magalhães fuldendte imidlertid Farten gjennem Strædet, og den 28de November 1520 stævnede han med sit Skib „Victoria“ ud paa det store Oceans

umaadelige Flade. Rask forsvandt Amerikas Fastland for de dristige Sømænds Blikke, der ikke havde den svageste Anelse om Udstrækningen af det Ocean, de nu stode i Færd med at gjennempløje. Næsten fire Maaneder varede Farten over det endeløse Hav, og Mangel paa Drikkevand og Føde viste sig. „Den Tvebak, vi spiste," fortæller Pigafetta, der har beskrevet Rejsen, „var ikke mere Brød, men blot Støv, som var blandet med Orme, der havde fortæret selve Tvebakkens Substans, og var gjennemtrængt af en utaalelig

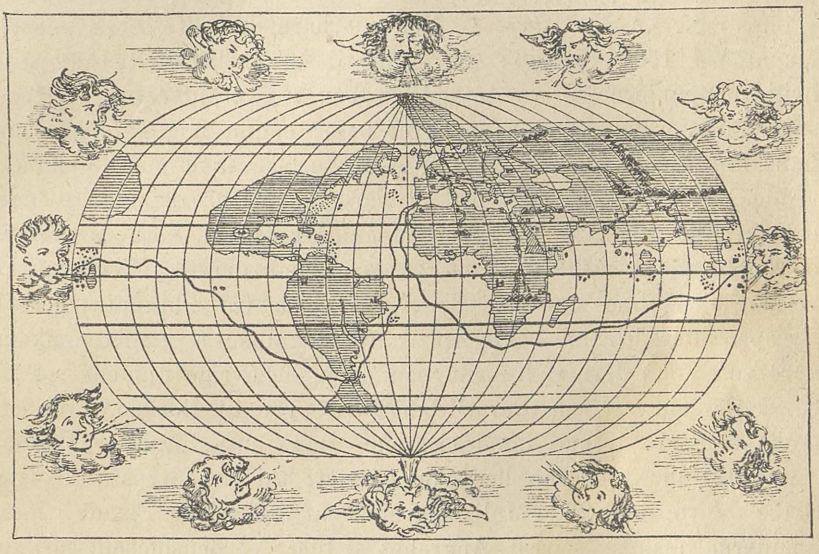


Fig. 7. Giov. Battista Agnese's Verdenskort fra 1548 med den første Verdensomsejlings Kurs.

Stank. For ikke at dø af Hunger vare vi endogsaa nødte til at fortære det Stykke Oxelæder, hvormed man havde omvundet Storraaen for at hindre, at Træet gnavede Rebene itu. Disse Læderstykker, der saa længe havde været udsatte for Vand, Sol og Vind, vare saa haarde, at vi maatte udbløde dem fire, fem Dage i Havet for at gjøre dem en lille Smule mere bløde; derpaa ristede vi dem paa Kul for at spise dem. Ofte vare vi nødte til at spise Savspaaner, ja selv Musene vare blevne en saa søgt Spise, at man betalte dem med en halv Dukat pr. Styk." Uheldigvis forfejlede Sø-

mændene det herlige Otahiti, som laa tæt paa deres Kurs, de stødte kun paa tvende „ulykkelige Øer", nord for samme, og fandt først Lise, da de opdagede Ladronerne. Forundrede beskrive Verdensomsejlerne Ejendommelighederne ved dette Land og hos disse Folk, som de her traf paa, og som syntes hidtil aldrig at have set nogen Fremmed. Et sundt Opholdssted frembød først Philippinerne, og paa en Naboø knyttede Magalhães Forbindelse med Kongen (Rajaen) over et civiliseret Folk. Paa Zebu sluttede han Forbund med Herskeren, ja denne gik endog med sine Slægtninge over til Kristendommen, men indviklede Spanierne i en Kamp med en Nabofyrste. Med 49 harniskklædte Folk angreb Magalhães 1500 Fjender; det kom til en forbitret Nærkamp, i hvilken Spanierne bleve trængte tilbage; Overanføreren styrtede saaret til Jorden, og alle hen over ham; endnu nogle Gange saae hans Folk ham vende sig imod dem, om de ikke maaske kunde redde ham, da sank han ned og var ikke mere. „Saaledes døde den 27de April 1521 Fernando Magalhães, en af Verdens største og modigste Mænd, og den første, som har omsejlet Verden; thi visselig har han omsejlet den, da Vejen fra Philippinerne til Evropa allerede var bekjendt." Af Magalhães's Fæller omkom flere ved Forræderi af Kongen paa Zebu, de øvrige reddede sig til en nærliggende Ø og stævnede her fra over til Borneo, hvor en muhamedansk Konge modtog dem paa en storartet Maade. Imidlertid lurede ogsaa her Forræderiet; thi Eskadrens to sidste Skibe bleve den 29de Juli angrebne af en talrig Flaade, men Spanierne afsloge sejrrig Angrebet. Idet Verdensomsejlerne nu fore videre, traf de paa Statholderen over Palavan, hvem de toge til Fange for at faa Levnedsmidler; ligeledes blev der ved Mindanao efter en heftig Kamp taget et Fartøj med en Broder til Kongen om Bord. Den 26de Oktober bragte en frygtelig Storm (en Cyklon) Skibene i den yderste Fare. „Vi bade til Gud," siger Pigafetta, „at han vilde redde os, og saae nu paa Mastespidserne vore tre Helgene, der lyse for os i Mørket, nemlig St. Elm paa den mellemste, St. Nikolas paa Fokmasten og Sta. Clara paa Mesanmasten, hvor de lode sig til Syne mere end to Timer. Af Taknemlighed for den os udviste Naade lovede vi enhver af dem en Slave og bragte dem ogsaa et Offer". Den 6te November dukkede endelig Øerne Malucco frem. „Da takkede vi den kjære

Gud og affyrede en Glædessalve med vort hele Artilleri. Den store Glæde, vi følte ved Synet af disse Øer, vil Ingen kunne fortænke os i, naar man betænker, at vi blot for disses Skyld havde gjennempløjet Havet i 27 Maaneder mindre end tvende Dage og besøgt en Mængde Øer."

Syv Maaneder dvælede Spanierne paa Molukkerne, indtoge Proviant og Kryddernelliker og stak derpaa i Søen til Timor. Herved gik endnu et Skib tabt, og der var nu blot Admiralskibet „Victoria" tilbage, som under Sebastian el Canos Førelse gjennempløjede det indiske Ocean. Gjærne havde Spanierne anløbet Mosambik for at skaffe Levnedsmidler, man nu igjen led Mangel paa; dog vilde man hellere dø, end falde i Hænderne paa Portugiserne. „Saaledes omsejlede man den 6te Maj det gode Haabs Forbjærg og stævnede endnu to hele Maaneder nord paa, medens 21 Mand af Besætningen døde. Endelig slap alle Levnedsmidler op, og i sidste Stund naaede „Victoria" den 9de Juli det grønne Forbjærgs Øer, hvor man gik for Anker ved St. Jago, efter at man havde været uafbrudt paa Søen i fem Maaneder. Her maatte man anvende en List, thi Øerne vare (og ere endnu den Dag i Dag) en portugisisk Koloni. Folkene i de Baade, som skulde hente Proviant, maatte anstille sig, som om de efter lange Lidelser kom fra Amerika og ikke fra det gode Haabs Forbjærg, og skulde fortælle, at Magalhães med de tvende andre Skibe vare vendte om til Spanien. Man fik virkelig ogsaa tiltusket sig tvende Chalupper, fulde af Ris, mod Varer; men sælsomt studsede Spanierne, da det i Land alt var Torsdag, medens „Victorias" Dagbøger først udviste Onsdag; ved at sejle Verden om mod Vest havde man tabt en Dag; men aldrig er visselig en Dag spildt paa en hæderligere Maade end denne. — Da Chaluppen for tredje Gang var i Land for at indtage Proviant, saae man fra Skibet, at den blev holdt tilbage. En af Matroserne havde røbet Hemmeligheden, at Magalhães var død, og at „Victoria" var det eneste tiloversværende Skib af hele Flotillen, og allerede bleve nogle Caraveler gjorte i Stand for at entre „Victoria", da det hurtig stak i Søen og saaledes reddede den fuldstændige Tilendebringelse af den første Verdensomsejling. Løverdag den 6te September løb man ind i Bugten St. Lucar, og Mandag den 8de September 1522 kastede man for sidste Gang Anker ved Sevillas Molo under Salver fra hele Artille-

riet; men af den Besætning paa 60 Mand, som var afgaaet fra Malucco, vare kun 18 tilbage, og selv disse vare for største Delen syge. De andre vare dels løbne bort paa Timor, dels henrettede sammesteds paa Grund af Forbrydelser, dels omkomne paa Søen af Hunger. Resten gik den følgende Dag, i Skjorter, med bare Fødder og Voxkjærter i Hænderne, i Land og begave sig til Kirken vor kjære Frue og den hellige Maria af Antigua, hvad de under deres Trængsels Tid havde lovet at foretage. Verden var for første Gang bleven omsejlet! Det varede imidlertid 56 Aar, inden Vovestykket blev gjentaget; denne Gang var det en Englænder, Francis Drake, der i Aarene 1577—80 omsejlede Jorden, 6 Aar senere fulgtes han af en anden Englænder, Thomas Candish, derpaa kom Hollænderne, og i det 17de og 18de Aarhundrede bleve Expeditioner af denne Art mere og mere hyppige. Vi skulle derfor af Verdensomsejlere endnu særlig kun nævne Englænderne William Dampier og James Cook; den sidste omsejlede (1769—79) tre Gange Jorden og opdagede store Strækninger af Avstralien. Af danske Verdensomsejlinger bør nævnes som den betydeligste Sten Andersen Billes med Korvetten Galathea (1845—47). Er der blot Tale om at komme Jorden rundt i den størst mulige Fart, lader det sig i vore Dage besørge i Løbet af 77, ja maaske endog i 68 Døgn, naar man benytter de forskjellige Dampskibslinjer paa bedste Maade.

Det er ret interessant at se Kopernikus i hans berømte Værk*) i lidt dunkle filosofiske Udtryk sammenstille de ham bekjendte Beviser for Jordens Kugleform. Han siger:

„At Jorden er kugleformig, er aldeles utvivlsomt, da den fra alle Sider støtter sig til sit Midtpunkt. Skjønt en fuldkommen Kreds ikke strax lader sig iagttage paa Grund af de høje Bjærge og de dybe Dale, har dette dog ingenlunde nogen Indflydelse paa Jordens almindelige Rundhed. Dette bliver klart paa følgende

*) Hans store Værk, hvori han har fremsat det nye System, var alt færdigt 1530 — altsaa kort efter Magalhães's Verdensomsejling —, men udkom først kort før hans Død under Titlen: „De orbium coelestium revolutionibus. Libri VI.“

Maade: Enhver, der — ligegyldigt hvor — rejser mod Nord, ser lidt efter lidt Himlens Nordpol under det daglige Kredsløb stige, medens den modsatte synker. De fleste Stjærner i Omegnen af den store Bjørn synes ikke at gaa ned, og i Syden nogle ikke mere at gaa op. Saaledes ser Italien ikke Canopus, der er synlig for Ægypterne. Og Italien ser den yderste Stjærne i Floden (Eridanus), som vor koldere Egn ikke kjender. Derimod stiger for den, som rejser mod Syd, hine Stjærner, medens de, som staa højt for os, gaa ned. At ogsaa Vandet er underkastet samme Form, iagttages paa Skibene, idet Kyster, som man ikke kan se fra Skibet, udspejdes fra Spidsen af Mastetræet. Og omvendt, naar et Lys anbringes paa Toppen af Masten, og Skibet fjærner sig fra Landet, synes de paa Kysten staaende Mennesker, at det lidt efter lidt stiger ned, til det sluttelig ligesom gaar ned og forsvinder. Det er klart, at ogsaa Vandet i Overensstemmelse med sin flydende Natur ligesom Jorden stadig stræber nedad og ikke hæver sig højere ved Bredden, end dets Convexitet tilsteder. Efter alt dette holder jeg det endelig for afgjort, at Landet sammen med Vandet staar i Forhold til et eneste Midtpunkt, at der ikke gives noget andet Centrum for Landeomraadet, at de sønderrevne Dele af Landet, skjønt samme er tungere, fyldes med Vand, og at saaledes Vandet i Sammenligning med Landet er ringe, skjønt der maaske synes at være mere Vand paa Overfladen. At Landet med det omgivende Vand har en saadan Skikkelse, som Jordskyggen viser, er absolut nødvendigt; men denne formørker Maanen i Dele af en fuldkommen Cirkel. Jorden er derfor hverken flad, som Empedokles og Anaximenes have ment, eller pavkeformig efter Leukippos, eller bækkenformig efter Heraklid, eller paa en eller anden Maade udhulet efter Demokrit, eller valseformig efter Anaximander, eller med aftagende Tykkelse ved den nederste Ende og ubegrænset ned i Dybden efter Xenophanes — men den er fuldkommen rund, som Filosoferne antage."

Den Kjendsgjerning, at Jorden har en næsten kugleformig Skikkelse, giver et betydningsfuldt Vink om vor Klodes Udviklingshistorie. Vi maa herefter antage, at Jordens samlede Materie engang først har befundet sig i en flydende Tilstand. En slig

Masse, overladt til sig selv, maa i Virkeligheden antage Kugleformen, og indtræder nu en Omdrejning af denne kugleformige Flydenhed, vil samme derhos blive fladtrykt ved Polerne og derved blive en Sfæroide. Dette er i Virkeligheden Tilfældet med Jorden, og man har derfor med Rette sagt, at Jordens Skikkelse bærer Vidnesbyrd om dens Historie. Det Spørgsmaal, om Jordens oprindelige flydende Tilstand var vandagtig eller ildagtig, maa besvares til Gunst for sidstnævnte. Helt bortset fra de mange andre Grunde, som ville komme paa Tale i det Følgende, er det tilstrækkeligt her at minde om, at der hverken kan have været Vand nok tilstede, eller at dette i det Hele taget har en opløsende Evne til at gjøre alle Jordens Elementer flydende. Kun en ildglødende Hede evner dette, og derfor maa Jordkuglens Urtilstand have været ildflydende. Kun lidt efter lidt dækkedes Jordens Overflade med en styrknende Skorpe, som senere blev Skuepladsen for det organiske Liv. Hvor tyk denne Skorpe nu til Dags er, lader sig ikke bestemme med Sikkerhed; medens Nogle antage, at Jorden længst er fuldkommen styrknet og afkølet i det Indre, tro Andre, at den største Del af Kloden endnu befinder sig i en ildflydende Tilstand og kun omsluttes af en Skorpe, som er 5—10 Mil tyk. Den sidste Paastand støtter sig paa Jordbundens Varme, som stiger med de voxende Dybder. Da man imidlertid dog højst kun er trængt en halv Fjerdingvej ned, og dette er saare lidet i Sammenligning med den hele Jordradius, har man med Rette fundet Betænkeligheder ved herfra at drage Slutninger angaaende den egentlige Jordkjærnes Beskaffenhed.

2. Jordens Størrelse.

Spørgsmaalet om Jordens Størrelse hænger nøje sammen med Drøftelsen af Jordens Skikkelse. Saa længe man antog Jorden for en Skive, hvis Rødder forlængedes i det Uendelige, kunde Tanken om Jordens Størrelse kun komme frem i en ganske ubestemt Form. Først da man havde naaet en bestemt og videnskabelig begrundet Anskuelse af Jordens Kugleform, dukkede Spørgsmaalet om denne Kugles Størrelse frem i en bestemtere Form. Den berømte Aristoteles († 322 f. Kr.) var, som vi oven for saae, den

første græske Forfatter, der ret indtrængende hævdede Jordens Kugleform, og han skal da ogsaa have anslaaet Jordens Omkreds til 400 000 Stadier, hvilket rigtignok næsten er det dobbelte af den virkelige Størrelse; men det runde Tal røber da ogsaa allerede, at her ikke er Tale om nøjagtige mathematiske Beregninger, men kun om en løs, tilnærmelsesvis Angivelse. Eratosthenes, den lærde Forstander for det berømte Bibliothek i Alexandria, hvis Levetid falder i det tredje Aarhundrede før Kristus (276—195), var derimod den første, som fattede den for Datiden ligefrem storslaaede Tanke at bestemme Jordens Omfang ved en direkte Maaling.

Før vi imidlertid her gaa videre, maa vi først indskyde en kort Forklaring af, hvad man forstaar ved Længde og Bredde,

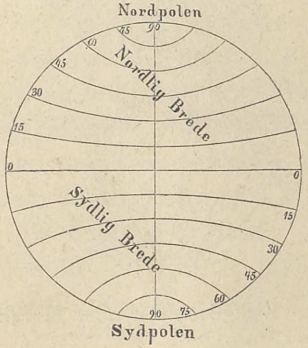


Fig. 8. Breddecirkler eller Parallelkredse.

Benævnelser, der netop skrive sig fra Grækerne, som, inden Tanken om Jordens Kugleform var slaaet fast, antoge, at Jorden havde en større Udstrækning fra Vest til Øst end fra Nord til Syd.

Paa Globen drages først en Linje, Æqvator, som deler Kuglen i to lige store Halvkugler, den nordlige og den sydlige. Derpaa tegner man en Mængde Kredse eller Cirkler, som ere parallele (ɔ: overalt have samme Afstand), dels indbyrdes, dels med Æqvator. Man kan naturligvis tegne saa mange slige Breddecirkler, man vil, men indskrænker sig i Regelen til 89 paa den nordlige og lige saa mange paa den sydlige Halvkugle.

De paa Globen virkelig aftegnede Breddecirkler maa man nu tænke sig afsatte paa selve Jordens Overflade; Bredden kaldes nordlig eller sydlig, alt efter som det Sted, der skal bestemmes, ligger nord eller syd for Æqvator. Man har nu forskjellige Midler til at bestemme et Steds Bredde. Lettest kan dette — dog kun for den nordlige Halvkugles Vedkommende — ske ved Iagttagelser af Polarstjærnen, der, som bekjendt, er den yderste Spidse af Stjærnebilledet den lille Bjørn og omtrent staar lige over Nordpolen, hvorfor denne Stjærne ogsaa er synlig paa hele den nordlige Halvkugle, og staar desto højere paa Himlen, jo længere man kommer nord for Æqvator. Et Steds nordlige Bredde bestemmes altsaa ved at maale Polarstjærnens Højde over Horizonten; i

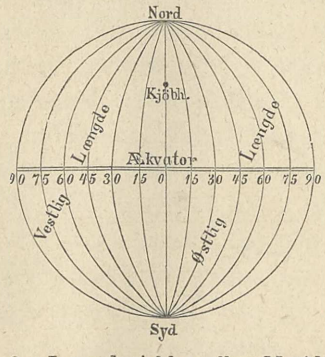


Fig. 9. Længdecirkler eller Meridianer.

Kjøbenhavn hæver den sig omtrent 56° over samme, altsaa ligger Kjøbenhavn omtrent under 56° n. Br.*) Nordpolen og Sydpolen betegnes, skjønt de ere Punkter, som den 90° nordlige og sydlige Bredde.

Man tænker sig dernæst Jordens Æqvatorlinje delt i sine 360 lige store Dele eller Grader. Gjennem hvert af disse Deles Endepunkter drages Halvcirkler fra Nordpolen til Sydpolen; der bliver

*) Enhver Cirkel deles i 360 lige store Dele eller Grader, Graden deles i 60 lige store Dele, Minutter, hver Minut deles i 60 lige store Dele, Sekunder. Man kan saaledes ved nøjagtigere Iagttagelser yderligere bestemme et Steds Beliggenhed, f. Ex. Kjøbenhavns til 55 Grader, 41 Minutter, 14 Sekunder, hvilket skrives 55° 41′ 14″.

altsaa i alt 360 saadanne Linjer, som kaldes Længdecirkler eller Meridianer (Middagslinjer); hvis Jorden var fuldstændig kuglerund, skulde disse Meridianer være nøjagtige Halvcirkler og i Størrelse lige med Æqvators halve Længde; men vi have alt oven for, Side 19, antydet, at Jorden er lidt fladtrykt ved Polerne, hvorfor Meridianerne ogsaa blive noget mindre end den halve Æqvator. Vælger man nu en af disse Linjer som Udgangspunkt, kan man tælle fra 1 til 180 mod Øst, og paa samme Maade fra 1 til 180 mod Vest (se Fig. 9). Ved Angivelsen af Længden have de forskjellige Folkeslag valgt forskjellige Længdecirkler som Udgangspunkt. Danskerne og Tyskerne bruge endnu hyppig at tælle fra den Ote Meridian, som gaar tæt forbi den lille Ø Ferro ved Afrikas Vestkyst; Franskmændene tælle fra Paris's Meridian, som ligger 20 Grader øst for Ferros; Englænderne (samt de fleste Søfarende) regne fra Meridianen gjennem Greenwich, og Amerikanerne endelig fra Washingtons Meridian.

Efter dette Sidespring vende vi nu atter tilbage til Eratosthenes. Han havde hørt, at Solen ved Sommersolhverv stod saa højt paa Himlen over Syene (det nuværende Assuan) i det sydlige Ægypten, at dens Straaler beskinnede Vandspejlet i en dyb Brønd; han sluttede deraf, at Solen i saa Fald paa denne Tid maatte staa næsten lodret over hin Stad, og dette er virkelig ogsaa saa temmelig rigtigt. Samtidig havde han udfundet, at Solen ved Solhvervstid kun manglede en Halvtredsindstyvendedel (7° 12′) af hele Cirklens Omfang i at naa Issepunktet over Staden Alexandria. Endelig udfandt han, at Afstanden mellem de tvende Stæder Syene og Alexandria beløber sig til 5000 Stadier.

Eratosthenes sluttede nu, at naar Forskjellen mellem Syenes og Alexandrias Beliggenhed var $^1/_{50}$ af en Cirkel paa Himlen, maatte ogsaa paa den kugleformige Jord Afstanden mellem de tvende Stæder være en Halvtredsindstyvendedel af Jordens hele Omfang. Denne bliver her efter $50 \times 5000 = 250\,000$ Stadier, og naar man dernæst tager Længden af den ægyptiske Stadie til omtrent 570 danske Fod (179 Meter), bliver det endelige Resultat 5940 d. Mil, hvilket kun er 620 Mil for meget.*) Omtrent 100

*) Paa Grund af den store videnskabelige Interesse, der er knyttet til Eratosthenes's Grademaaling, skulle vi gjøre opmærksom paa tvende Fejl, som ere indløbne ved den astronomiske Bestemmelse. Syene ligger ikke lige

Aar efter Eratosthenes forsøgte den græske Filosof Posidonios fra Apamea en ny Bestemmelse af Jordens Størrelse. Han havde lagt Mærke til, at Stjærnebilledet Canopus paa Rhodos viste sig lige i Synskredsen, men derimod i Alexandria saaes $7^1/_2{}^0$ eller en Otteogfyrretyvendedel af en Cirkel over Horizonten, og da han anslog Afstanden mellem de tvende Punkter til 5000 Stadier, fandt han Jordens Omkreds 48 × 5000 = 240 000 Stadier, hvilket vil svare til 6000 Mil, saafremt Posidonios har benyttet den olympiske Stadie. Denne Angivelse blev nu anset for den rigtigste, og først i den anden Halvdel af det syttende Aarhundrede naaede man en mere paalidelig Bestemmelse. Den oplyste Khalif Al-Mamum, der levede i det niende Aarhundrede efter Kr., interesserede sig rigtignok i den Grad for disse Undersøgelser, at han lod de tvende Lærde Chalid ben Abdolmalik og Ali ben Isa nøjagtig maale Afstanden mellem to Punkter paa Sennarsletten i Mesopotamien. Man benyttede sig af Stave og udfandt en Afstand af 450 600 Alen; derhos var der en Forskjel mellem de tvende Steder af $^1/_{180}$ af en Helcirkel eller en Bue paa 2°. Jordens hele Størrelse blev herefter 180 × 450 600 = 81 108 000 Alen. Dette Tal er nu maaske temmelig nøjagtigt; men vi kunne ikke slutte noget deraf, da den arabiske Alens Størrelse er os fuldstændig ukjendt. Rigtignok læse vi hos arabiske Forfattere, at deres Alen er 27 Tommer, og hver Tomme 6 Bygkorns Længde; men hvor stor man skal antage et Bygkorns Længde, turde falde vanskeligt at afgjøre uden Vilkaarlighed.

Det indses let — Jordens fuldstændige Kugleform forudsat —, at Maalingen af Jordens Størrelse maa blive desto nøjagtigere, jo nøjere man evner at bestemme den Bue paa Himlen, som svarer til tvende Punkter paa Jorden, og jo finere man derhos formaar

---

under Vendekredsen, men over $^1/_2{}^0$ nordligere (under 24° 5′ 23″), og derhos ikke under samme Meridian som Alexandria, men næsten 3 Grader østligere. Af disse tvende Fejl følger, at Forskjellen ikke er $^1/_{50}$, men kun omtrent $^1/_{46}$ af Jordens hele Omfang. Afstanden mellem de tvende Stæder maalte Eratosthenes derhos ikke direkte, men støttede sig paa ægyptiske Landmaalerberegninger, hvoraf fulgte en ny Fejl paa omtrent 14 Procent eller $^1/_7$ af Længden for meget. Tages alle disse Fejl i Betragtning, vilde Jordens Omfang være omtrent 4700 danske Mil, et Resultat, som er 620 Mil for lidt. — Ogsaa ved Posidonios's Angivelse hæfter sig en væsentlig Fejl; heller ikke Rhodos og Alexandria ligge nemlig under samme Meridian.

at bestemme den korteste Afstand mellem disse Punkter i et sikkert Maal. Oldtiden og Middelalderen vare meget slet indrettede til slige Maalinger; der var den Gang en næsten fuldstændig Mangel paa nøjagtigere Maaleinstrumenter, og før man havde opfundet Kikkerten og Mikroskopet, kunde alle Kunstens Fremskridt heller ikke nytte noget, da det blotte Øje kun har en meget indskrænket Nøjagtighed. Det er derfor først i den nyere Tid lykkedes at bestemme Jordens Størrelse fuldkommen tilfredsstillende. Disse finere Maalinger begynde med Aaret 1664, da Picard udførte en saakaldet Grademaaling mellem Paris og Amiens og fandt Længden af en Grad = 57 060 Toiser; heraf fulgte Størrelsen af Jordkredsen 360 × 57 060 = 20 541 600 Toiser à 6 Pariserfod. Paa den franske Regerings Befaling afsendtes i Aaret 1735 en videnskabelig Expedition til Peru, og det følgende Aar en anden til Lapland. Enhver af disse Expeditioner havde til Opgave at maale Længden af en bestemt Bue paa Jorden, for deraf at drage en Slutning om sammes Størrelse og Form. Resultatet blev, at under Æqvator gaar der 56 753 Toisers Længde paa en Grad, ved den nordlige Polarkreds derimod 57 437 Toiser; man maa altsaa mod Nord tilbagelægge en større Vej for at faa en lige saa stor Krumning af Jorden som under Æqvator, Jorden er altsaa hist mere flad end her, eller med andre Ord, den er fladtrykt mod Nord. Dette Resultat er blevet bekræftet ved alle senere Maalinger af Jorden, ja, det var blevet forudsagt af den udødelige Newton, og egentlig vare de tvende Expeditioner blevne udrustede for at prøve Newtons Paastande. Det er unødvendigt her nærmere at gaa ind paa alle de store Foretagender, som i de sidste hundrede Aar ere blevne satte i Værk af Evropas fleste civiliserede Nationer for at udfinde Jordens nøjagtige Størrelse og Form. Her skal kun Resultaterne finde en Plads. Efter Bessels Beregninger er Størrelsen for Æqvators Diameter 1718,87 geogr. Mil, for Jordens Axe (Polardiameteren) 1713,13 g. Mil; der er altsaa en Forskjel af $5^3/_4$ Mil, og Fladtrykningen er paa det nærmeste $^1/_{299}$. Som bekjendt regnes Æqvator = 5400 g. Mil, og Længden af en geografisk Mil er 23 $641^1/_2$ danske Fod. Endelig er Jordens Overflade 9 261 238 □ Mil og dens Volumen 2650 Millioner Kubikmil.*) Jordens Meridianer eller Middagslinjer ere paa Grund

*) De nøjagtige Tal ere: Æqvators Diameter = 12 754 794 Meter, Jordens Axe = 12 712 158 Meter, Forskjellen mellem begge Diametere altsaa 42 636

af Fladtrykningen ved Polerne ikke Cirkler, men Ellipser, ja de nyeste Undersøgelser gjøre det endog sandsynligt, at heller ikke Ækvator er en nøjagtig Cirkel. Jorden vilde saaledes ikke faa to Axer (Polaraxen og Ækvators Diameter), men endog tre Axer, eftersom Ækvator selv er lidt fladtrykt. Egnene ved Guineabugten og de vestlige avstralske Øer vilde være længst fjærnede fra Jordens Midtpunkt, eller med andre Ord: her vilde findes Ækvators største Udbøjning, medens den største Indbøjning findes i Nærheden af Ceylon og Tangen ved Panama. Der er her dog kun Tale om en Forskjel paa 4800 Fod, og man kan heraf slutte, hvor nøjagtig Jordens Størrelsesforhold nu til Dags ere udforskede; thi den hele Usikkerhed med Hensyn til Ækvatordiameterens Størrelse er omtrent kun Længden af Gothersgaden i Kjøbenhavn.

Den nøjagtigst mulige Bestemmelse af Jordens Størrelse og Form har ikke blot en videnskabelig, men ogsaa en praktisk Interesse, ja det var nærmest den sidste, som mod Slutningen af forrige Aarhundrede gav Stødet til en storartet Grademaaling. Det drejede sig nemlig om at udfinde en Maal-Enhed, som baade var bekvem, med Lethed kunde finde Indgang hos alle civiliserede Nationer og endelig stadig kunde gjenfindes med Sikkerhed, saafremt Maale-

Meter. Ækvators Længde er 40 070 368 Meter, en geografisk Mil 7420 Meter. De her angivne Tal ere dem, man i Reglen finder anførte i alle Værker og Haandbøger; men vi maa strax tilføje, at de ingenlunde kunne gjøre Fordring paa nogen absolut Nøjagtighed. Bessel havde beregnet sine Resultater efter de 10 bedste, ham bekjendte Grademaalinger; men hans Beregninger ere nu 40 Aar gamle, senere er der blevet foretaget nye, storartede Grademaalinger (den ostindiske, den kapske, den engelsk-skotsk-franske og fl.), og man har ikke mindre end 8 nyere Beregninger. Til Sammenligning skulle vi derfor anføre den nyeste af Clarke (Juni 1878). I Følge samme er Ækvators Diameter = 12 756 380 Meter (1719,09 g. M.), Jordens Axe = 12 712 910 Meter (1713,23 g. M.), og Fladtrykningen lidt større, nemlig $^1/_{293}$. Forholdsmæssig er Forskjellen mellem Bessels og Clarkes Tal aldeles forsvindende, Ækvator er efter den sidste Beregning omtrent $^1/_5$ og Axen $^1/_{10}$ g. Mil længere end efter den første. Jordens Overflade er derimod vistnok noget større; men den hele Usikkerhed er dog højst et Par Tusende Kvadratmil eller 3 Gange Danmarks Størrelse. Naar vi oven for S. 19 have angivet Fladtrykningen til $^1/_{289}$, beror denne, vistnok nøjagtigere Angivelse paa Pendulobservationer.

stokken nogen Sinde skulde gaa tabt. Man kan nu til Dags vanskelig gjøre sig nogen rigtig Forestilling om Vigtigheden af et saadant almindeligt Længdemaal, da Overensstemmelse i saa Henseende mere og mere baner sig Vej, og ikke alene Frankrig, Holland, Belgien og Sydevropa, Tyrkiet og Grækenland indbefattede, men endog Tyskland og Østerrig-Ungarn have antaget Metermaalet. Det er derfor ikke overflødigt at minde om, at mod Slutningen af forrige Aarhundrede havde næsten enhver af Tysklands 300 suveræne Herrer sin egen Maal og Vægt, som han gjennemgaaende holdt desto sejgere fast ved, jo mindre det stemte overens med hans Naboers. Italien havde alene over 200 forskjellige Fodmaal, og selv i Frankrig herskede med Hensyn til Længdemaalet et saadant Virvar, at de større Stæder i Aaret 1789 ansøgte om Indførelsen af et ensartet Maalsystem. Pariser-Akademiet, som skulde afgive en Betænkning over denne Sag, anbefalede at vælge som Maal-Enhed en Ti-Milliontedel af den korteste Afstand fra et Punkt under Æqvator til Polerne eller Jordens saakaldte Meridiankvadrant. Meridiankvadrantens nøjagtige Længde skulde udfindes ved at maale en Jordbue mellem Dunkerque (Dünkirchen) og Barcelona. Dette Forslag blev den 30te Marts 1791 antaget af den franske Nationalforsamling, og allerede det følgende Aar begyndte de meget omfattende Arbejder ved Grademaalingen. Enheden for Maalet fik Navnet Meter, og Afstanden fra Æqvator til Polen i Retning af Meridianen skulde altsaa være lige 10 Millioner Meter. Af den foretagne Grademaaling udledede man Meterens Længde til 443,296 Pariserlinjer, og Dekretet af 10de December 1799 bestemte denne Længde som den lovlige. Flere paa det nøjagtigste udarbejdede Normalmaal bleve deponerede i den franske Republiks Arkiver med den Bestemmelse, at de kun turde benyttes i de mest extraordinære Tilfælde. Til sædvanlig Brug blev der udført en officiel Kopi, som blev deponeret paa Pariser-Observatoriet.

Meteren har mere og mere banet sig Vej hos Kulturfolkene; men det oprindelige Øjemed, at tilvejebringe et Naturmaal, var egentlig alligevel forfejlet. „Andre Maalinger af Meridianbuen give andre Længder for Meteren, naar man vil fastholde, at Afstanden fra Æqvator til Polen i Retning af Meridianen skal være 10 Millioner Metre, eller ogsaa en anden Afstand fra Æqvator til Polen, naar man lægger Meterens Længde, 443,296 Pariserlinjer, til Grund. Dette

er en nødvendig Følge af selve Udmaalingerne, da disse stadig kun kunne gjøre Krav paa en vis Grad af Fuldkommenhed, og fremdeles af Meridiankvadrantens Ubestemthed. Det er umuligt at maale fra Æqvator til en af Polerne; følgelig vil man fra en enkelt maalt Meridianbue kun gjennem en Slutning komme til hele Kvadrantens Længde. Nu give imidlertid de bedst udførte Grademaalinger Resultater, som tale for, at Jordens Overflade ingenlunde har Form som en Sfæroide, der fremkommer ved en Ellipses Drejning om sin lille Axe, men paa nogle Steder har en større, paa andre Steder en mindre Krumning, end Tilfældet skulde være, saafremt Jorden var en regelmæssig Sfæroide. Den i Østpreussen udførte Grademaaling har blandt andet gjort det sandsynligt, at Jordens virkelige Form forholder sig til en regelmæssig, mathematisk Sfæroide, omtrent som den uregelmæssige Overflade af et oprørt Vand forholder sig til et roligt, men fremdeles, at de enkelte Uregelmæssigheder have et ringe Omfang, maaske næppe overskride nogle Mil.“ Naar der saaledes ikke kan være Tale om et Naturlængdemaal i den oprindelige Betydning, beholder Meteren dog altid Titals- eller Decimal-Inddelingen, en Fordel, der ikke kan vurderes højt nok, og som med Tiden vil skaffe dette Maal Indpas overalt.

Et betydeligt Skridt frem i denne Retning skete ved den internationale Meterkonference (1875), hvor Sendemænd fra alle evropæiske Stater (paa Storbritannien nær) samt de forenede Stater i Amerika og Brasilien vedtoge en Række Bestemmelser om Forfærdigelsen og Kontrollen af nye Normal-Maalestokke til Brug for de forskjellige Lande. Et internationalt Meter-Bureau, som skal kontrollere de nye Normal-Maalestokke, er oprettet i Paris og traadt i Virksomhed fra 1877; de nye internationale Metermaal baseres nøjagtig paa de existerende, i Arkiverne opbevarede Normalmaal.

3. Jordens Axedrejning.

At Himlen med dens samtlige Stjærner drejer sig omkring Jorden, er den mest almindelige Skuffelse, Mennesket er Gjenstand for. Tilsyneladende er dette Tilfældet; Sol og Stjærner gaa op i

Øst og ned i Vest, og med evig, uforanderlig Gang drejer hele Himmelkuglen sig om Jordkloden. Til alle Tider og paa alle Steder har man iagttaget dette, og Aartusender igjennem har man antaget det for en uomstødelig Sandhed; og dog er det en fuldstændig Skuffelse, Himlen drejer sig ikke omkring Jorden, men denne drejer sig i Løbet af 24 Timer én Gang om sig selv. Rigtigheden af denne Paastand lader sig nu til Dags ikke mere betvivle; men det er ret mærkeligt, at det direkte Bevis for Jordens Omdrejning eller Rotation først blev tilvejebragt paa en Tid, da man egentlig ikke mere havde det nødigt. Det kan endnu have sin Interesse at kjende de Grunde, hvorpaa Kopernikus støttede sig, da han hævdede Jordens daglige Omdrejning; han anfører samme i det ottende Kapitel af sit udødelige Værk, efter at han i Forvejen har meddelt, hvorfor Oldtiden troede, at Jorden hviler i Verdens Midte.

Først paaviser Kopernikus det Urimelige i den Tro, at jordiske Gjenstande vilde fare fra hverandre under Paavirkning af Jordens Omdrejning; thi da maatte man vente det samme, og det endog i langt højere Grad, af Himlen, der drejer sig langt hurtigere om Jorden, end denne om sin Axe. „Hvorfor ville vi ikke," fortsætter Kopernikus, „indrømme, at Jorden har en Bevægelse, som tilkommer den af Naturen og svarer til dens Form, hellere end at antage, at hele Verden, hvis Grænser ikke kjendes eller kunne kjendes, bevæger sig? Og hvorfor ville vi ikke bekjende, at den tilsyneladende daglige Omdrejning vel er Himlens, men den virkelige derimod Jordens? At det altsaa forholder sig hermed, som naar Virgils Æneas siger: Vi løbe ud af Havnen, og Lande og Stæder vige tilbage. Naar et Skib rolig glider frem, se Sømændene alt, hvad der er uden for samme, ligesom bevæge sig efter Skibets Exempel, og Sømændene ere omvendt af den Mening, at de med samt alt, hvad de have med sig, ere i Hvile; saaledes kan det uden Tvivl ogsaa forholde sig med Jordens Bevægelse, og kan det og synes, som om hele Verden drejer sig. Hvad andet skulle vi nu dernæst sige om Skyerne og alt øvrigt, som muligvis svæver i Luften, eller falder eller stiger, end at ikke blot Jorden og de med samme forbundne Vandflader bevæge sig, men ogsaa en ikke ringe Del af Luften og hvad øvrigt, som ellers paa samme Maade er knyttet til Jorden, — være sig nu, at den nærmest liggende Luft, fordi den er blandet med jordagtige og vandagtige

Æmner, derfor maa følge samme Natur som Jorden, eller at denne Bevægelse er bleven meddelt Luften, fordi den ved Berøring med Jorden er bleven delagtig i den vedvarende Omdrejning."

Foruden disse Sandsynlighedsgrunde formaaede Kopernikus ikke at fremføre andet til at hævde sin Paastand, at Jorden drejer sig daglig én Gang om sin Axe. Man maa nu visselig indrømme, at de anførte Sandsynlighedsgrunde for Klodens Drejning ere af ikke ringe Vægt. dog, et Par haandgribelige, direkte Beviser vilde tidligere ikke have været af Vejen; men de lode sig rigtignok ikke saa let opdrive, da det er umuligt at vinde et fast Stade uden for Jorden, og alt paa samme og i samme i øvrigt maa tage Del i den evige Bevægelse.

Newton var den første, som pegede paa Muligheden af at vise Jordens Rotation ved Experimenter. Naar nemlig Jorden drejer sig, maa alle til samme hørende Legemer bevæge sig desto raskere, jo længere deres Afstand er fra den lige Linje, som forbinder de to Jordpoler, og som kaldes Jordaxen. De Dele af Jordens Overflade, som findes under Æqvator, have naturligvis størst Afstand fra Axen og have derfor i hvert Sekund en Hastighed af 1480 danske Fod. Paa begge Sider af Æqvator aftager nu Hurtigheden hen imod Polerne, beløber sig saaledes under 40° nordlig og sydlig Bredde kun til 1130, under 50° Bredde til 950, i Kjøbenhavn ($55^2/_3$° n. B.) til 834, i Kristiania (60° n. B.) til 740 danske Fod, og under Polerne er den endelig Nul, da disse jo betegne Endepunkterne af selve Jordaxen. Newton henviste nu til, at en Gjenstand, f. Ex. Spidsen af et Kirketaarn, der hæver sig over Jordens Overflade, maa dreje sig hurtigere fra Vest til Øst end den neden under værende Del af Overfladen, da Taarnets Tinde jo ligger længere borte fra Jordens Axe end Grunden, hvorpaa det staar; men ethvert til Jorden hørende Legeme deler naturligvis Drejningshastighed med Stedet, hvorpaa det hviler. Lader man altsaa en Sten falde ned fra Tinden af et Taarn, vil samme ogsaa under Faldet beholde sin større Bevægelse mod Øst og komme ned til Jorden lidt øst for det Punkt af Jordens Overflade, som ligger lodret under Taarnets Spids. Det kom nu an paa at prøve denne Tanke ved Forsøg, og hermed syslede navnlig Benzenberg i Begyndelsen af indeværende Aarhundrede. I Taarnet paa Michaeliskirken i Hamburg lod han træffe saadanne

Foranstaltninger, at man kunde lade Blykugler falde ned i Taarnets Indre, og han fandt, at disse Kugler virkelig naaede Gulvet øst for det Punkt, som laa lodret under deres Udgangspunkt. Senere anstillede han lignende Forsøg i en Kulskakt ved Schlebusch; Faldhøjden var her 260 Fod, og ogsaa her viste den østlige Afvigelse sig med al Tydelighed. For øvrigt er denne Afvigelse meget ubetydelig og kan selv med betydelige Faldhøjder kun iagttages ved omhyggelige Experimenter. Derimod har Léon Foucault senere angivet et Middel, som paa en ligefrem imponerende Maade viser Tilskueren Jordens Omdrejning. Midlet hertil have vi i Pendulet, hvis Svingningsplan bliver uforanderlig, saa længe Pendulet ikke ved ydre Kræfter bringes ud af samme.

Jeg antager, siger Foucault, at Iagttageren befinder sig paa en af Polerne, og at han sammesteds har et Pendul af største Simpelhed, nemlig en tung, homogen Kugle, som ved en bøjelig Fjer er fastgjort til et absolut fast Punkt. Jeg forudsætter fremdeles foreløbig, at dette Ophængningspunkt ligger nøje i Forlængelsen af Jordaxen, og at de Støtter, som bære det, ikke tage Del i den daglige Bevægelse. Naar man under disse Omstændigheder bringer Pendulet ud af Ligevægtsstillingen og, uden at give det noget Sidestød, overlader det til Tyngdekraftens Virkninger, vil Pendulets Tyngdepunkt vende tilbage til den lodrette Linje, men derpaa ved den opnaaede Fart hæve sig op paa den anden Side, næsten til samme Højde som Udgangspunktet. Pendulet svinger nu i en Bue, hvis Plan er ganske bestemt, og som i Følge Inertiens Lov beholder en uforanderlig Stilling i Rummet. Naar altsaa disse Bevægelser vare ved en rum Tid, vil Jordens evige Bevægelse fra Vest til Øst blive synlig ved Modsætningen til Svingningsplanets Ubevægelighed; det vil imidlertid for Iagttageren dog se ud, som om det er Svingningsplanet, der idelig skifter Retning, og denne Retning stemmer med Himmelkuglens tilsyneladende Bevægelse; naar Svingningerne fortsættes 24 Timer i Træk, vil Planet udføre en fuld Drejning om Ophængningspunktet.

Dette er de ideale Betingelser, under hvilke Jordens Axedrejning bliver synlig for det iagttagende Øje; men i Virkeligheden er man nødt til at faa et Støttepunkt paa Jorden, som jo bevæger sig; de Stykker, hvortil man befæster den øverste Del af Pendultraaden, kunne ikke unddrages den daglige Bevægelse. Man kunde

derfor i første Øjeblik frygte for, at denne Bevægelse, som meddeltes Traaden og Pendulmassen, maatte ændre Svingningsplanets Retning. Forsøg have imidlertid paavist, at naar Traaden blot er rund og homogen, kan man sno den temmelig rask om sig selv i den ene eller anden Retning, uden mærkelig at indvirke paa Svingningsplanets Stilling, saa at altsaa det nys beskrevne Forsøg under Polerne vilde lykkes i sin fulde Renhed. Foucault gik nu videre over til at paavise, hvilken Indflydelse et Steds Afstand fra Polerne vilde øve paa Drejningen af Pendulets Svingningsplan; ved Ækvator er Svingningsplanets tilsyneladende Drejning = Nul, eller med andre Ord, her finder slet ingen Drejning Sted; ved Polen fuldbyrdes den i 24 Timer.

For nu at prøve disse theoretiske Resultater lod Foucault i Slutstenen paa en Kjælderhvælving indsætte et Stykke stærkt Smedejærn, som afgav Bærepunktet for Ophængningssnoren; denne Snor gik ud fra en lille, hærdet Staalmasse, hvis fri Overflade var fuldkommen horizontal, og Snoren bestod af en Staaltraad med $^{6}/_{10}$—$^{11}/_{10}$ Millimetres (omtrent 3—5 danske Linjer) Tykkelse og en Længde af 6 Fod. Den bar ved sin nederste Ende en Messingkugle, som var hamret saaledes, at dens Tyngdepunkt faldt sammen med Midtpunktet. Kuglen vejede 10 danske Pund og havde for neden en Spids, der dannede en Slags Forlængelse af Ophængningssnoren.

Saa snart Kuglen ikke mere havde nogen drejende Bevægelse om sig selv, omsluttedes den af en Traad, hvis anden Ende blev fæstet til et Punkt i Muren i en ringe Højde over Jorden. Svingningsbuens Størrelse beløb sig i Reglen til 15—20 Grader. Saa snart Pendulets Kugle var fuldstændig rolig, blev Traaden afbrændt et eller andet Sted i dens Længde, den om Pendulkuglen slyngede Sløjfe faldt til Jorden, og Pendulet, som nu blev drevet af sin Svingkraft, satte sig i Gang og gjorde en lang Række Svingninger, hvis Plan snart tydelig forskød sig.

I Almindelighed er allerede efter en halv Times Forløb Forskydningen saa stor, at den er fuldstændig iøjnefaldende; men det er interessantere at betragte Fremtoningen i Nærheden for at overtyde sig om den uafbrudte, langsomme Fremrykning. Hertil kan man benytte et Bræt, hvori man slaar en Stift med Spidsen opad; dette Bræt lægger man nu saaledes, at Pendulkuglens Spids

under den længste Udsvingning lige strejfer Stiften i Brættet. Inden et Minuts Forløb er de to Spidsers nøjagtige Berøring allerede forbi, og Pendulkuglens Spids forskyder sig stadig hen imod Tilskuerens Venstre som Bevis paa, at Svingningsplanets Drejning sker i samme Retning som Himmelhvælvingens tilsyneladende Drejning. Størrelsen af denne Afvigelse staar ligeledes i fuldkommen Overensstemmelse med Theoriens Resultater. Medens Drejningen paa Nordpolen i Følge Beregningen maa være 15 Grader pr. Time, beløber den sig for Kjøbenhavns Breddegrad kun til omtrent 12 Grader, saa at et Pendul altsaa her maa svinge lidt over 29 Timer for at fuldende en hel Omdrejning. For Cayenne beløber Drejningen i Timen sig kun til $1^1/_2$ Grad, ved Æqvator er den, som alt sagt, helt ophørt.

Foucault har senere gjentaget sine Forsøg efter en større Maalestok i Pariser-Observatoriets Meridiansal og anvendte ved denne Lejlighed en Pendul paa 35 Fods Længde, hvorved Forskydningen allerede blev synlig ved to Svingninger. Tilsvarende Forsøg ere senere blevne anstillede efter en storartet Maalestok i Pantheon, i Kölner- og Speyer-Domkirkerne, og de indvundne Resultater bleve fuldstændig bekræftede. For at gjøre Drejningen af Pendulets Plan saa tydelig som muligt, blev der spredt et Lag fint Sand paa Gulvet, Pendulkuglens Spids tegnede nu sin Vej i dette Sandlag, og man kunde ved hver følgende Svingning tydelig skjelne Svingningsplanets Fremrykning. Med majestætisk Langsomhed fuldbyrdede det mere end 200 Fod lange Pendul (saa langt var Pendulet ved Foucaults sidste Forsøg i Pantheon) sine Svingninger, og vanskelig lader det dybe Indtryk sig skildre, som fremkaldes hos Tilskueren, der, alt som Svingningsplanet ændrer Retning, ligesom umiddelbart føler, hvorledes han selv med hele Bygningen, hvori Pendulet er ophængt, uafbrudt flyttes bort fra Svingningsplanet.

Jordens Axedrejning har fra de ældste bekjendte Tider praktisk talt været uforanderlig; nu til Dags er et Døgn ikke længere eller kortere end for to Aartusender siden. Lige saa lidt er Rotationens Jævnhed forstyrret. Nyere og meget nøjagtige Undersøgelser have dog givet til Resultat, at hvis man vil gaa til den

yderste Grad af Nøjagtighed, er Jordens Drejningshastighed dog forsinket lidt. Man har nøjagtige astronomiske Iagttagelser omtrent fra de to sidste Aartusender, og i denne Periode er Døgnets Længde tiltagen med $^1/_{83}$ Sekund, det vil sige, Jorden har i dette lange Tidsrum næppe forsinket sig $2^1/_2$ Time. Man véd ikke ret, hvad man mest skal beundre, enten denne Uforanderlighed i saa langt et Tidsrum eller Videnskabens høje Udvikling, som formaar at paavise en saa lille Størrelse. For øvrigt har man i den senere Tid vundet en vis Grad af Sandsynlighed for, at Jordens Rotation inden for mindre Tidsrum dog er underkastet visse Uregelmæssigheder, som stige indtil flere Sekunder, men udjævnes efter lange Perioders Forløb. Saaledes antyde visse Anomalier i Maanebevægelsen en Mulighed for, at Jordens Omdrejning siden 1850 er et Par Sekunder forud for det Resultat, som skulde følge ved en ensformig Rotation. Undersøgelserne over dette Æmne have dog først nylig taget deres Begyndelse, og først vore Efterkommere ville naa til Vished i saa Henseende; men det er ligefuldt interessant, at man har begyndt at nære den Mistanke, at selv vort store Himmelur ikke gaar absolut nøjagtig.

4. Jordens aarlige Bevægelse.

Foruden Omdrejningen om sin Axe har Jorden ogsaa en aarlig Bevægelse om Solen, og herved fremkaldes Dagenes uregelmæssige Længde og Aarstidernes Vexling. Stod Jordaxen lodret paa Jordbanens eller Ekliptikas Plan, vilde Solen Aar ud og Aar ind staa lodret over Æqvator, da vilde Dag og Nat overalt være lige lange, og hver Plet paa Jordens Overflade vilde kun have en eneste Aarstid, som vilde være afhængig af den større eller mindre Afstand fra Æqvator. Under Æqvator selv vilde herske en gruelig Hede, i de mellemste Breddegrader et barsk Foraar, og Polaregnene vilde fuldstændig dækkes af Is. Det er unødvendigt videre at udmale dette Billede; thi det Anførte er allerede tilstrækkeligt for at vise, hvor umaadelig ufordelagtig en saadan Stilling af Jordaxen vilde være for Menneskeheden. Til alt Held staar Jordaxen i en skraa Stilling mod Jordbanen, derfor rykker Solen om Sommeren $23^1/_2{}^0$ nord for Æqvator, og herved faar den nordlige

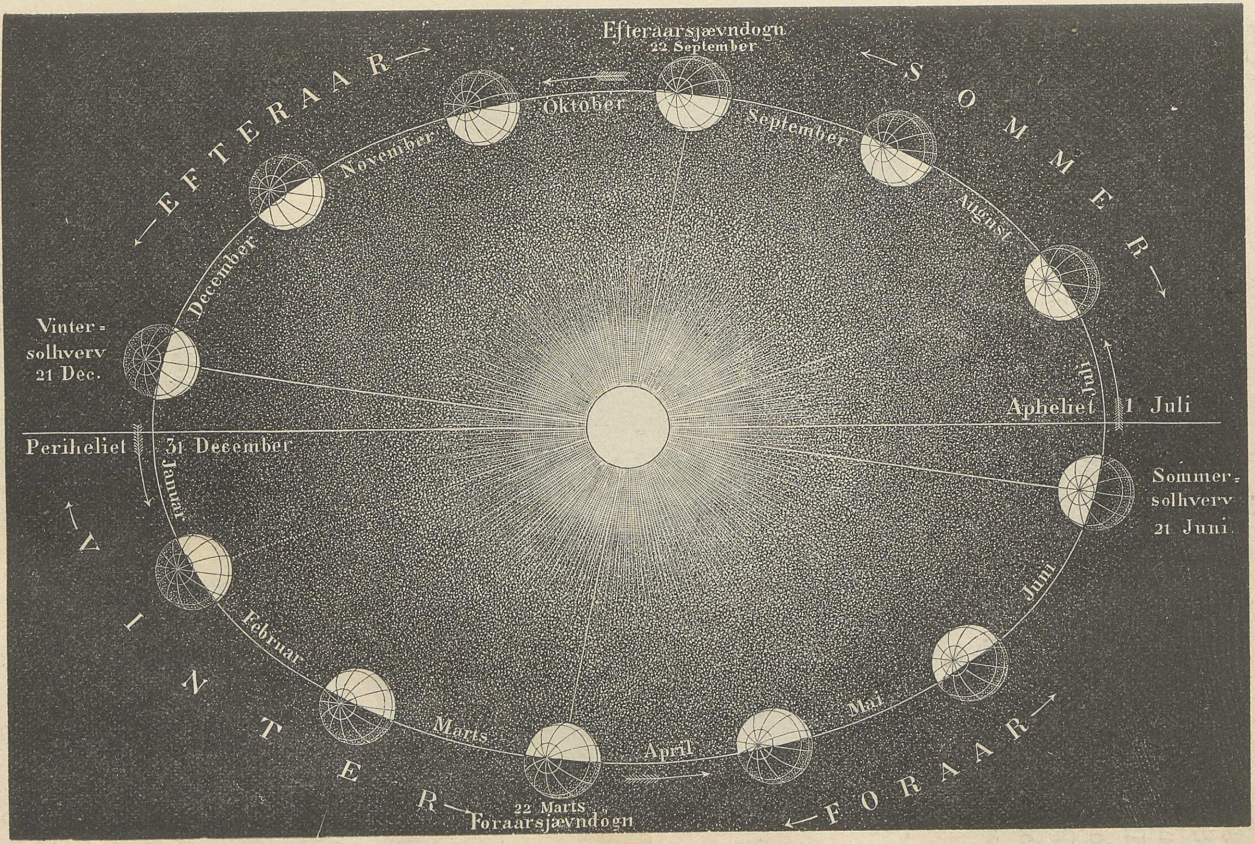


Fig. 10. Aarsagen til Aarstiderne.

Halvkugle sin Sommer; derpaa rykker Solen lidt efter lidt tilbage og gaar $23^1/_2{}^0$ syd for Æqvator, og nu har den sydlige Halvkugle sin Sommer, der falder sammen med vor Vinter. I Overensstemmelse med denne Solens tilsyneladende Bevægelse forandrer ogsaa Dagenes Længde sig. Naar Solen den 20de (eller 21de) Marts staar lodret over Æqvator, ere Dag og Nat overalt lige lange (Jævndøgn), og Dagen begynder paa Nordpolen. Den 21de Juni (Sommer-Solhverv) har Solen hos os naaet sin største Højde, det er den længste Dag, og Nordpolen har nu Middag. Den 22de eller 23de September

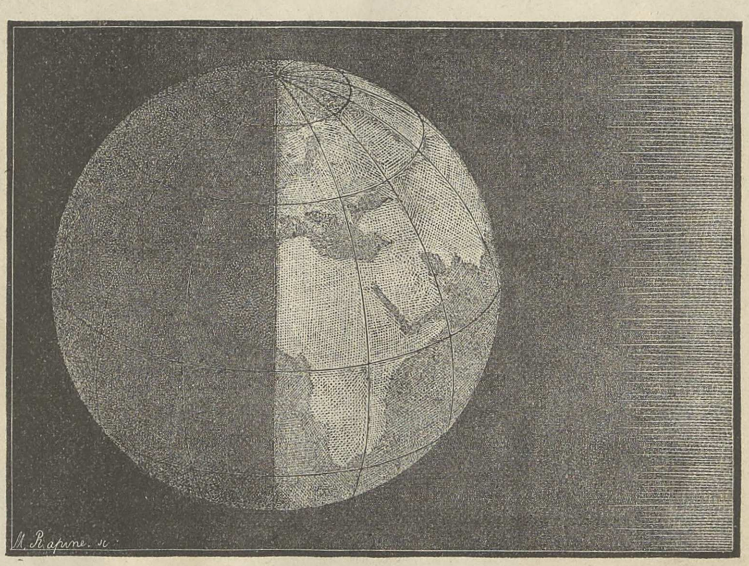


Fig. 11. Jordens Belysning ved Jævndøgn.

staar Solen igjen over Æqvator, Dag og Nat ere for anden Gang i Aaret lige lange, og Natten begynder paa Nordpolen. Mellem den 20de og 22de December (Vinter-Solhverv) staar Solen længst syd for Æqvator, den har for vor Halvkugle sin ringeste Højde over Horizonten, det er vor korteste Dag og længste Nat, og det er Midnat under Nordpolen. Fra nu af hæver Solen sig daglig igjen højere og højere over Horizonten, Dagene blive længere og længere, og den 20de Marts begynder et nyt Kredsløb. De omvendte Forhold finde naturligvis Sted paa den sydlige Halvkugle;

naar vi den 21de Juni have vor længste Dag, er den dér kortest, og naar Nordpolen har Middag, har Sydpolen Midnat.

Dagenes og Nætternes forskjellige Længde tiltager fra Æqvator mod Polerne. Under den 20° nordlig eller sydlig Bredde varer den astronomisk længste Dag $13^1/_4$ Time, under 50° er den allerede stegen til 16 Timer, i Kjøbenhavn ($55^2/_3$° n. Br.) er den $17^1/_2$ Time, under 66° 32′ hele 24 Timer. I Evropa ligger Torneå næsten under denne Breddegrad, og fra Stadens Kirketaarn kan man den længste Dag nyde det Skuespil endnu ved Midnat at se

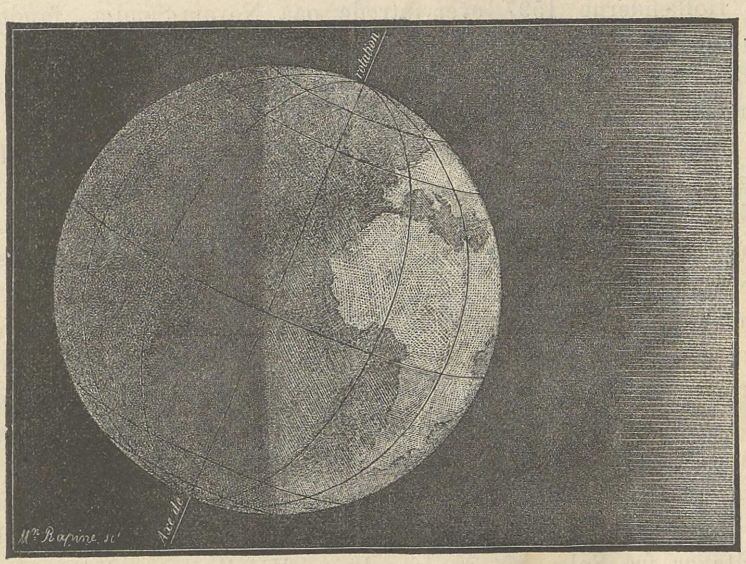


Fig. 12. Jordens Belysning ved Sommer-Solhverv.

Solen i Horizonten. Endnu mere imposant viser dette sig fra det nordligere Bjærg Avasaxa ved Torneelvens venstre Bred; for Toppen af dette Bjærg gaar Solen ikke ned i flere Dage. Paa Halvøen Kola varer den længste Dag endog 1 Maaned, paa Waigatsch-Øen 2 Maaneder, paa Bjørneøen 3 Maaneder, i det sydlige Spitzbergen 4 Maaneder, og i den nordlige Del af Franz-Josefs Land endog næsten 5 Maaneder. Under hine høje Breddegrader har dernæst Straalebrydningen en betydelig Indflydelse. Vi ville senere komme nøjere ind paa dette Æmne, og her skal det derfor kun omtales, at

Solen paa Grund af denne Lysstraalernes Brydning endnu synes at være over Horizonten, medens den i Virkeligheden allerede staar under samme. Egentlig skulde i Torneå Solen ogsaa den længste Dag være en kort Stund sunken ned bag Horizonten; men paa Grund af Straalebrydningen viser den sig med et rødligt Lys tæt over Horizonten, ja man kan se denne Fremtoning flere Dage igjennem. Dette viste sig paa en særlig paafaldende Maade i Aaret 1694, da Kong Karl XI besøgte Torneå for at se Midnatssolen. Vender man sig endnu længere mod Nord, træder denne Dagens Forlængelse gjennem Straalebrydningen endnu langt stærkere frem. Da Hollænderne 1597 overvintrede paa Novaja-Semlja, fandt de saaledes, at Solen allerede den 24de Januar lod sig til Syne ved Middagstid, skjønt den efter astronomisk Beregning først skulde være gaaet op den 10de Februar.

Som alt omtalt, varer Sommerhalvaaret paa den nordlige Halvkugle, saa længe Solen staar nord for Æqvator, altsaa fra den 20de Marts til 23de September, og dette Tidsrum er 187 Timer længere end vort Vinterhalvaar. Da nu Aarstiderne paa den sydlige Halvkugle ere de modsatte af den nordlige Halvkugles, er Sommerhalvaaret hist altsaa 187 Timer kortere end Vinterhalvaaret. Aarsagen hertil ligger i, at Jorden ved vor Vintertid staar Solen nærmere og derfor hurtigere tilbagelægger den tilsvarende Del af sin Bane. Skjønt Sommeren altsaa vel er kortere paa den sydlige Halvkugle, er Jorden samtidig ogsaa Solen nærmere, og den opvarmes derfor ved denne Tid ogsaa stærkere. Det lader sig i det Hele taget paavise, at den Varmemængde, Jorden i Aarets Løb modtager fra Solen, er ens for begge Halvkugler. Skjønt begge Halvkugler saaledes modtage lige megen Varme, er Forholdet imidlertid ingenlunde det samme med Hensyn til den Varme, som udstraales. Paa den sydlige Halvkugle er Sommeren for Tiden næsten 8 Dage kortere, skjønt rigtignok ogsaa varmere; men Vinteren er til Gjengjæld ogsaa længere og maa derfor ogsaa være koldere. De klimatiske Forhold paavirkes altsaa af de her berørte Forhold, og der maa i denne Henseende gjøre sig visse Forskjelligheder gjældende mellem de tvende Halvkugler. Den nordlige Halvkugle vil imidlertid ingenlunde for alle Tider bevare det længere Sommerhalvaar; meget mere vil Forholdet paa Grund af visse astronomiske Betingelser regelmæssig vexle i Løbet af en

Periode paa 21 000 Aar, og man kan derfor i denne Forstand meget vel tale om en klimatisk Periode af saa stor Varighed.

5. Jordens Overflade.

Hvad vi gjennem den umiddelbare Anskuelse kjende til Jordens fysiske Beskaffenhed, indskrænker sig udelukkende til vor

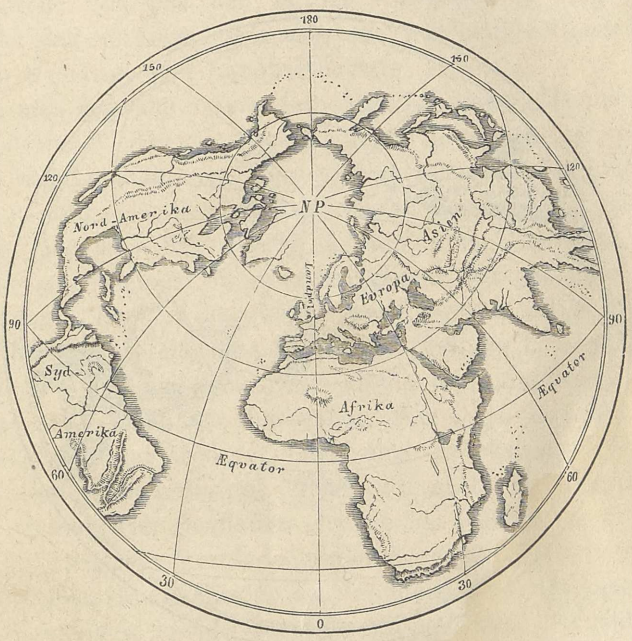


Fig. 13. Landhalvkuglen.

Klodes Overflade; thi, som allerede fremhævet, ere vore største Skakter og Borehuller aldeles forsvindende smaa i Sammenligning med Jordens uhyre Diameter, og lige saa ubetydelig er den største Højde, man har naaet ved Luftballoner. Saa snart vi derfor se bort fra de astronomiske Forhold, fra Jordens Stilling i Verdensaltet, saa snart vi betragte og beskrive den som en Individualitet, indskrænker vor Viden sig fuldstændig til vor Planets Overflade.

Dette er nu ligefuldt et uhyre Omraade for vor Forskning, som ingen Sinde vil blive fuldstændig udgransket i alle Forhold, men stadig vil frembyde noget Nyt, Vidunderligt, Ubegribeligt i Fylde; det er i Ordets egentlige Forstand vor Verden.

Jordens Overflade bestaar af Land og Vand og omsluttes overalt af et Lufthav eller Atmosfæren. Det faste Land og Havet er imidlertid højst ulige fordelt, thi Havspejlets Overflade forholder sig til Overfladen af det faste Land paa det Nærmeste som 27 til

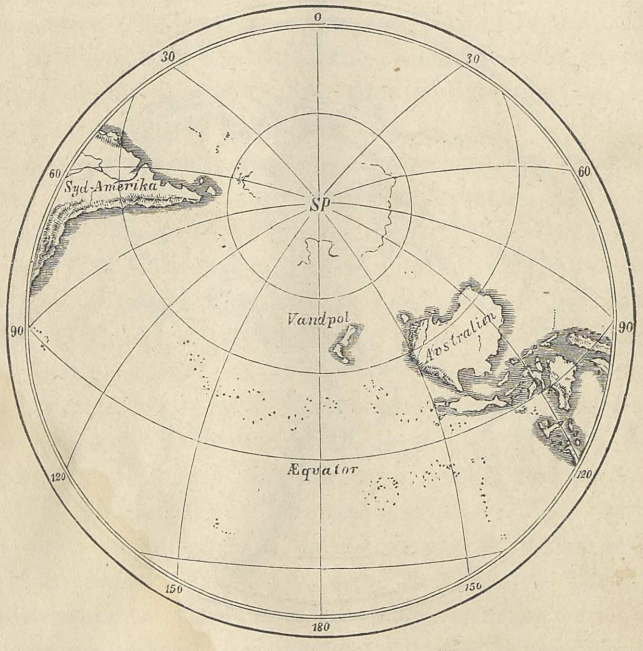


Fig. 14. Vandhalvkuglen.

10, eller Havet er næsten $2^3/_4$ Gange saa stort som dette. Ogsaa Landets Fordeling over Jordens Overflade er yderst uregelmæssig. Det meste Fastland findes sammentrængt paa den nordlige Halvkugle, medens den sydlige Hemisfære væsentlig er Vandkuglen. Endnu mere ujævn bliver denne Fordeling, naar man ikke tager de tvende Poler til Midtpunkter for Jordhemisfærerne, men deler Jordens Overflade i to Halvdele, hvis Centra ere henholdsvis

London og Aucklandsøerne i det store Ocean. De to Hemisfærer, man saaledes faar, kunne betegnes som den nordøstlige og den sydvestlige, og den første er da Fastlandshalvkuglen, den anden Vandhalvkuglen. Hvad der imidlertid har været Aarsagen til denne mærkværdige Modsætning, lader sig vanskelig udgrunde, saa meget mere som Fastlandets Omrids i Urtiden bevislig har været fuldstændig anderledes. Man kunde fristes til at tænke paa periodiske Oversvømmelser og Havenes Forflyttelse, og noget Saadant synes virkelig at have fundet Sted; men selv om Havfladen sank tre Hundrede Fod paa den sydlige Halvkugle og steg lige saa meget paa den nordlige, vilde dog den nordøstlige Hemisfære beholde sin Overvægt som Landhalvkuglen.

Man maa dog ikke overvurdere dette Landets og Havets forskjellige Rumforhold. Humboldt har først forsøgt at beregne Fastlandenes Kubikindhold, og Peschel kom senere til det Resultat, at Jordens samtlige Fastlandsmasser kunde nedsænkes i det nordatlantiske Hav uden blot at udfylde samme til Halvdelen. Senere har G. Leipoldt udført en ny og nøjagtigere Beregning for Evropas Vedkommende, hvorved han kunde støtte sig paa talrige Maalinger, som endnu ikke forelaa paa Humboldts Tid, og han udfandt saaledes, at Evropas gjennemsnitlige Højde over Havfladen paa det Nærmeste er 950 Fod*). Herfra har atter Otto Krümmel taget sit Udgangspunkt og med ret sandsynlige Antagelser for de øvrige Verdensdeles gjennemsnitlige Højde udfundet, at samtlige Fastlandes Rumfang over Havfladen i runde Tal beløber sig til 140 000 Kubikmil. Oceanets Overflade udgjør 6 800 000 □ Mil; men naar man vil sammenligne Havets Kubikindhold med det faste Lands, maa vi naturligvis kjende Oceanets Middeldybde. Vi ville senere komme nøjere ind paa dette Æmne og nøjes derfor her med den Bemærkning, at Krümmel maaler Havets gjennemsnitlige Dybde til 10 800 Fod. Herefter lader Oceanets Rumfang sig nu let beregne til 3 138 000 Kubikmil. Medens altsaa Fastlandets Overflade forholder sig til Havets som $1 : 2^3/_4$, er Forholdet mellem deres Rumfang som 1 : 22. Hvis vi tænke os alt Jordens Fastland udjævnet paa Havets Bund, vilde Havets Dybde dog kun aftage med 500 Fod; man vilde altsaa kunne ryste Kontinenterne 22 Gange ud i Hav-

*) Ueber die mittlere Höhe Evropas. 1874.

dybderne. Nu svømme Fastlandsmasserne imidlertid ikke paa Havet, men hvile paa mægtige Sokler, som rage op fra Havbunden, og hvis vi ville sammenligne Landmasserne med Havets Dybder, maa vi ogsaa tage Hensyn til Rumfanget af disse Sokler eller Fundamenter. Det er nu indlysende, at Soklernes Højde gjennemsnitlig maa være Oceanets Middeldybde. Det samlede Rumfang af Jordens Fastlandsmasser, saa vidt de hæve sig over Havets Bund, beløber sig efter denne Beregning til 1 284 500 Kubikmil og forholder sig til Havets Rumfang som $1 : 2^2/_5$. Dette er allerede saa temmelig ligt med Forholdet mellem de respektive Overflader, og naar man derhos tager i Betænkning, at de til Grund liggende Tal nødvendigvis kun kunne være tilnærmelsesvis rigtige, tør man ret vel paastaa, at Fastlandenes og Havenes Rumfang forholde sig til hverandre som Størrelsen af deres Overflader.

I det Foregaaende have vi stadig kun sammenlignet Havets og Landets Rumforhold; man kan imidlertid ogsaa opkaste det Spørgsmaal, hvorledes deres Vægtforhold (Masser) forholde sig til hinanden. Krümmel har ogsaa forsøgt at besvare dette Spørgsmaal. Man faar som bekjendt Massen, naar man multiplicerer Rumfanget med Vægtfylden eller det Tal, som angiver, hvor meget paagjældende Legeme er tungere end samme Rumfang destilleret Vand til en Temperatur af 4^0 Celsius. Krümmel har under sine Beregninger taget Hensyn til Havets Saltholdighed og Temperatur; vi kunne imidlertid fatte os kortere og ganske rolig sætte Havvandets Vægtfylde = 1, da Afvigelsen fra den nøjagtige Værdi er ringere end den Usikkerhed, som hersker om Gjennemsnittet af Fastlandsmassernes Vægtfylde; herom ere kun Gisninger mulige, og disse vakle med $2^2/_5$ og $2^3/_4$. Det er nu tilfældigvis de samme Tal, som vi fandt, at Forholdet mellem Landets og Havets Rumfang vaklede imellem, og vi slutte heraf, at Landet er lige saa meget vægtfyldigere end Havet, som dets Rumfang staar tilbage for Havets; dette vil med andre Ord sige, at naar man regner Fastlandet fra Havbunden, er dets Vægt lige saa stor som Vægten af Jordens samtlige Vandmasser. Der hersker altsaa Ligevægt mellem Jordens faste Skorpe og Vandfladen. Spekulationer over Aarsagen til og Nødvendigheden af en saadan Ligevægt ere ørkesløse; muligvis er det kun en tilfældig Omstændighed; men muligt er det ogsaa, at der herigjennem udtaler sig en særlig Udviklingslov for

Jordens Overflade; men for Tiden mangle vi ethvert Tilknytningspunkt til at kunne gaa nærmere ind herpaa.

Naar man betænker Havets langt betydeligere Rumfang i Sammenligning med Fastlandets og mindes Fastlandets ringe Mellemhøjde over Havfladen; naar man derhos betænker, hvorledes Oceanet uafladelig arbejder paa at begrave Landet i de pelagiske Afgrunde, hvorledes det nivellerer og søger at brede et flydende Tæppe over hele Kloden, kommer man til Erkjendelse af, hvilken Betydning denne Landmassernes ringe Hævning over Havfladen har. Hvis Fastlandet gjennemsnitlig laa 1500 Fod lavere, vilde det organiske Livs Udvikling og Udbredelse være indskrænket indenfor meget snævre Grænser; omvendt vilde en yderligere Hævning paa 1500 Fod have haft de mest betydningsfulde og for den højere Udvikling i det Hele lige saa fordærvelige Følger. Uvilkaarlig spørger man sig selv, hvad det vel var for en Aarsag, som løftede det faste Land over Havfladen, ja som endnu stadig holder det oppe over for Havets uafladelige Angreb. Vil man ikke ty til hemmelighedsfulde Kræfter, som fra Tid til anden pludselig træde i Virksomhed og derpaa igjen forsvinde, bliver ingen anden Udvej mulig end at sætte Fastlandsmassernes Hævning i umiddelbar Forbindelse med de Omstændigheder, som maatte følge af den engang glødende Kugles Afkøling.

Den berømte amerikanske Geolog Dana var sandsynligvis den Første, som udtalte den Paastand, at Jordkloden ved sin Afkøling mere og mere skrumper sammen, og at den ydre Skorpe herved slaar Folder ligesom Skallen paa et Æble, hvis Indre tørres sammen. Den schweiziske Geolog Heim har nylig underkastet denne Hypothese en omfattende Prøvelse ved Alperne og fundet samme bekræftet paa den mest slaaende Maade. Allerede et ganske ringe Fremskridt i Jordkjærnens Afkøling var fuldstændig tilstrækkeligt til den Sammentrækning, som fremkaldte Bjærgkjæderne. Naar Skorpen imidlertid paa mange Steder folder sig sammen til Bjærgmasser, maa den paa andre Punkter synke sammen over vidtstrakte Flader; herved fremstod Havbækkenerne, og Fastlandet blev tilbage. Professor Heim har beregnet, at Jordens

Omfang ikke blev $^1/_{300}$ formindsket ved Dannelsen af Alpemasserne, og at hele Forringelsen ved denne samlede Bjærgdannelse endnu ikke fuldt beløber sig til $^1/_{100}$ af Omfanget. Bjærgmasserne ere i øvrigt kun de mindre Folder paa de ulige større Fastlandsmasser, som fremkom ved Forskydning. „Det forekommer mig saaledes," siger Heim, „at Jordskorpens evige Uro og den bratte Afvexling i vertikal Henseende er given ved Jordskorpens ujævne Sammensynkning og en herved fremkaldt Sammenskydning og Ophobning. Hvile, Ligevægt, Udjævning vil først indtræde, naar Sammentrækningen ophører. Selve Alperne ere kun ophobede ved en lokal Fase i denne almindelige Sammendragnings-Proces — umaadelig stor og mægtig for os og vor Fatteevne, forsvindende lille i Sammenligning med Jordkloden. Deres Ophobning var lig med et Minut, deres Udskylning vil være lig et andet Minut i vor Planets Historie; men selv vil Jorden forsvinde blandt de andre Stjærner mellem Fortidens og Fremtidens Evigheder."

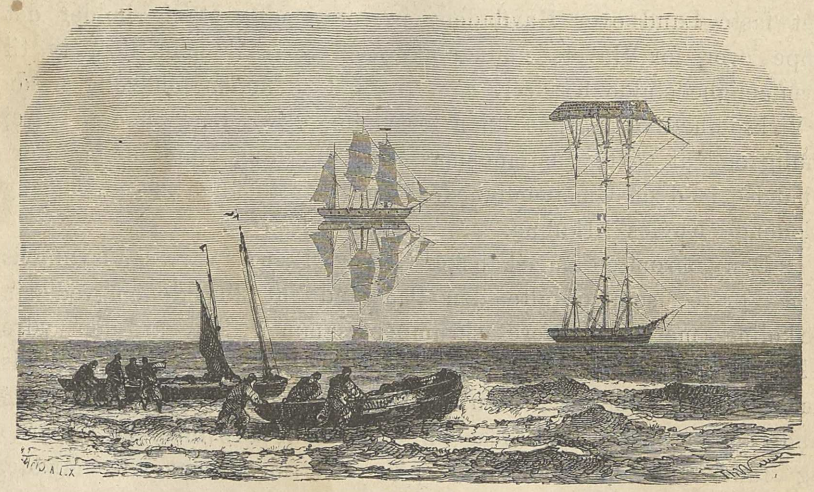
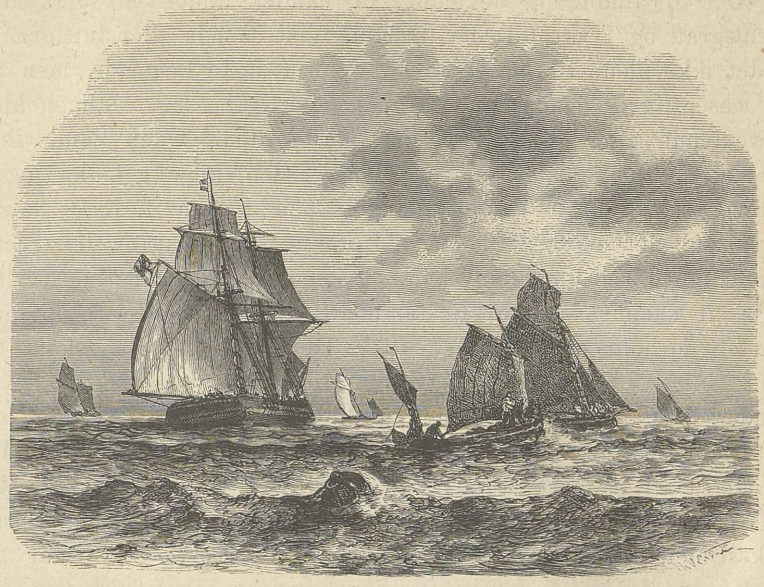


Fig. 15. Luftspejling.



II.

Vandet.

„Vandet er alle Tings Oprindelse. Af Vandet er Alt, og til Vandet vender Alt tilbage.“ Med disse Ord betegnede Thales fra Milet for mere end to Aartusender siden Havets Rolle. Den romerske Filosof Seneca sagde: „Hvis hele Verden gik op i Luer, vilde efter Luernes Udslukkelse kun Vandet blive tilbage, og i Vandet vilde ligge Spiren til en ny Verden. Ilden er det ødelæggende, Vandet derimod det fornyende Princip.“ Andre Filosofer antoge ganske vist ikke Vandet for alle Tings Hovedprincip, men de hævdede alligevel Vandet en overordentlig betydningsfuld Rolle; det skulde nemmelig sammen med Jorden, Luften og Ilden være et af de fire Elementer eller Materiens Grundstoffer. Først det attende Aarhundrede klarede denne vildfarende Anskuelse, idet Cavendish og Lavoisier paaviste, at det draabeflydende Vand er sammensat af to luftformige Elementer, Ilt og Brint.

Det er almindelig bekjendt, at Vandet under en forskjellig Varmegrad og Tryk optræder flydende, fast som Is eller luftformig, at det ikke alene til en vis Grad opløser faste Legemer, men at det væsentlig er denne Vandets opløsende Kraft, som vedligeholder de vexlende kemiske Processer her paa Jorden. Uden Vand vilde der ikke kunne existere nogen Planteverden, følgelig heller ingen Dyreverden, og hvor Vandet mangler paa Jorden, t. Ex. i Sandørkenerne, dér hersker Døden. Af største Betydning er den Ejendommelighed ved Vandet at kunne optage Mængder af atmosfærisk Luft; af sammes tvende Bestanddele, Ilt og Kvælstof, optager Vandet forholdsmæssig mest Ilt. Dette større Slægtskab til Ilten bliver af særlig Betydning for det organiske Liv i Vandet. Naar man ved Kogning uddriver Luften af Vandet og igjen lader denne Vædske afkøle, dø de Fisk, man bringer ned i samme, efter en kort Stunds Forløb. Noget Tilsvarende kan ske i selve Naturen. Saaledes fortæller Nordenskiøld, hvorledes større Fiskestimer undertiden, bogstavelig talt, drukne i Obi, naar de nemlig ere blevne indespærrede i en snæver Vig af Floden, og Overfladen er tilfrossen, saa at Vandet ikke kan optage den Mængde atmosfærisk Luft, Fiskene behøve til at drage Aande.

Naar man opvarmer Vand, som har en Temperatur af 0°, gaar det ikke som med øvrige Legemer, at Vandet strax udvider sig og bliver specifisk lettere; det trækker sig tvært imod mere og mere sammen til en Temperatur af 4° C., det bliver tættere og specifisk tungere, og først naar Vandet er kommet ud over denne Temperatur, aftager dets Tæthed igjen. Naar Vandet fryser, afgiver det igjen den indsugede Luft, og ligeledes udskilles de muligvis opløste Salte. Rent, luftfrit Vand fryser i øvrigt ikke strax, naar det er afkølet til Frysepunktet; det kan meget mere afkøles endog under ÷ 10° C. og alligevel forblive flydende; men den ringeste Rystelse fremkalder da Vandets øjeblikkelige Frysning.

Vandet er ingenlunde farveløst, men har, hvad Bunsen først hævdede, en ren blaa Farve; han iagttog dette ved at betragte hvide Porcelainsstykker gjennem en 6 Fod lang Vandsøjle. Wittstein har derhos paavist, at jo færre organiske Stoffer Vandet indeholder, desto mindre afviger Farven fra det Blaa; naar de organiske Substanser derimod tiltage, gaar den blaa Farve lidt efter lidt over i den grønne, og sluttelig i den

brune. Vand, som har sin Oprindelse fra Atmosfæren, er selv i sin faste Form, som Is og Sne, ligeledes blaa; Alpernes og Islands Isbræer have denne Farve, medens Vandet i Vildbækkene, der komme fra de samme Isbræer, er grøntfarvet. Jo renere Vandet er, desto mindre vil det sprede det Lys, som falder gjennem det; derfor maatte en Vandmasse af en absolut Klarhed og en meget stor Dybde se fuldkommen sort ud og i det Højeste kun vise en Lysreflex paa Overfladen. Lader man en Lysstraale falde gjennem en Aabning ind i et mørkt Værelse, skjelner man Straalens Vej ved de belyste Støvgran, som hvirvle om i Luften. Hvis Luften var fuldkommen fri for slige Smaadele, vilde vi aldeles ikke opdage Lysstraalens Vej; thi vi se jo ikke denne selv, men kun de Støvgran, som belyses. Naar man lader en Straale fra en elektrisk Lampe gaa gjennem en Vandmasse, indser man snart, at man ogsaa her ser Lysstraalen desto tydeligere, jo større en Mængde Urenligheder der er fordelt i Vandet. Saaledes har Tyndall paavist, at selv det filtrerede Vand, hvormed London forsynes, er langt fra at kunne gjælde for virkelig rent Vand; han lod en elektrisk Straale falde gjennem Flasker, som vare fyldte med saadant Vand, og i dem alle kunde han med Lethed følge Straalens Gang, ja i enkelte Prøver tog Vandet sig næsten ud som en Suppe.

Det er klart, at Prøver af denne Art kun kunne røbe de faste Bestanddele, medens opløste Urenligheder her slet ikke komme i Betragtning. Sammenligner man Vand, der er renset paa slig kunstig Maade, med visse naturlige Vande, maa man i højeste Grad undres over slige Vandes virkelige Renhed; intet af de mekaniske Midler, der nu til Dags staa til vor Raadighed og komme til Anvendelse i Vandværkerne, leverer t. Ex. Vand af en saadan Klarhed, som pletvis forekommer ved Genfersøen; da Tyndall sendte en elektrisk Straale gjennem en Flaske med saadant Vand, viste der sig kun en yderst svag, blaa Linje. Naar der er faste Smaadele i en yderlig fint fordelt Tilstand tilstede i Vand, har man et sikkert Middel til at klare dette, ved nemlig at lade det staa aldeles rolig. Dette Middel er imidlertid i Praxis fuldstændig ubrugeligt. Saaledes har Leupold i Bordeaux anstillet Forsøg med Vand fra Garonne og fundet, at naar dette Vand var taget ved Flodtiden, havde det endnu ikke faaet sin naturlige Klarhed efter ti Dages absolutte Ro; de grovere

Substanser falde rigtignok i Begyndelsen meget hurtig til Bunden, men de finere afsætte sig med en utaalelig Langsomhed. Til Vandets Rensning anvender man nu til Dags, som bekjendt, en meget omstændelig Filtrering, uden alligevel, som allerede omtalt, at kunne erholde den samme Renhed, som Vandet har i mange Kilder. Naar man derfor skal anlægge et Vandværk, bør man først og fremmest have sin Opmærksomhed henvendt paa godt Kildevand, selv om det skulde foraarsage langt højere Bekostninger; først naar man under de givne Forhold ikke kan faa Kildevand, synes det retfærdiggjort at anvende filtreret Flodvand.

Det reneste Vand er naturligvis mest gavnligt for den menneskelige Sundhed, og det bekræfter sig, hvad allerede den gamle Plinius siger: „Det Vand, som er gavnligt for Mennesket, maa saa vidt muligt se ud som Luft.“ Han holdt nu det marciske Vand, som „ved Gudernes Velvilje skjænkedes Rom“, for det bedste. Den Kilde, som leverer dette Vand, udspringer paa det peligniske Højdedrag og gaar gjennem Fucinersøen; Ancus Marcius ledede først denne Kilde til Rom, hvor den endnu den Dag i Dag forsyner en Del af Staden med Vand. I Persien troede man, at Floden Choaspes havde det bedste Vand, og de persiske Konger førte Vand her fra med sig paa alle deres Rejser. Den gamle Sandhed, at det reneste Vand er gavnligst for Mennesket, er dog ingenlunde saa almindelig anerkjendt, som man skulde tro. For blot at anføre et drastisk Exempel, fortæller den elskværdige Digter Adelbert v. Chamisso, at Kaptejn Kotzebue, som kommanderede Briggen Rurik under den bekjendte russiske Verdensomsejling (1815—18), forbød at filtrere det ildelugtende Drikkevand; thi han mente, at man herved unddrog Vandet dets nærende Bestanddele og saaledes gjorde det mindre sundt. Ligeledes fortæller Arago, hvorledes Venner af mudret Vand støttede dettes Gavnlighed paa den formentlige Erfaring, at Faar først slukke deres Tørst af Vandpytterne paa Vejen, naar de have opmudret Dyndet med Fødderne.

Regnvand, som er samlet paa rene Steder og behørig afkølet, fyldestgjør i høj Grad alle de Fordringer, der bør stilles til godt Drikkevand.

Da Vandet er et sammensat Legeme, kan det først være dannet paa Jorden i en vis Udviklingsperiode; maaske blandede de luft-

formige Stoffer, hvoraf det sammensættes, sig i Urtiden ved elektrisk Ild. Man har opkastet det Spørgsmaal, om der endnu forefindes den samme Mængde Vand, som oprindelig forefandtes paa Jorden i fri Tilstand, eller om ikke meget mere Vandmængderne paa vor Klode lidt efter lidt aftage i Aartusendernes Løb. Dette Spørgsmaal er af stor Interesse, men dets sikre Besvarelse er for Tiden endnu umulig. En betydelig Mængde Vand er sikkert nok bunden gjennem Vandets kemiske Tiltrækning (Affinitet) til Mineralierne; den nuværende Jordskorpe indeholder store Mængder Vand og Bestanddele af Atmosfæren, og disse udgjorde i Urtiden Dele af Oceanet og Luftkredsen; men hvem kan bevise, at denne Indsugningsproces ikke allerede for længst har naaet sin Grænse? Til forskjellige Tider har man vel opstillet Formodninger om en tidligere langt højere Vandstand; men nogen Vished har man endnu ikke naaet i saa Henseende. Derimod maa det rigtignok fremhæves, at vor nærmeste Nabo, Maanen, paa sin Overflade bærer de tydeligste Spor af et tidligere Vanddække, medens flydende Opsamlinger, svarende til vore Søer og Floder, nu til Dags aldeles afgjort ikke mere forefindes. Denne Kjendsgjerning er hyppig bleven fremhævet af Mænd, som have forudsagt en lignende Tørkeperiode for vor Jord, en Tid altsaa, hvor samtlige Have skulle være kemisk forenede med Jordklodens Stenmasser og for evig Tid lænkede til samme. Theoretisk taget synes det nu rigtignok ogsaa ubestrideligt, at man maa antage en jævn Aftagen af vor Jords frie Vandmasser; men det synes rigtignok ogsaa lige saa sikkert, at før en slig Aftagen blot paa nogen Maade vil være truende, vil der være forløbet Tidsrum, mod hvilke selv Jordens hidtidige Udviklingsperiode maa synes kort. Hvad der imidlertid da vil finde Sted, kan nærmest være os fuldkommen ligegyldigt; thi Ingen formaar at afgjøre, om Menneskeslægten — hvis Ælde, hvor langt man end vil skyde samme ud i Fortiden, dog kun er ubetydelig — vil overleve slige Tidsrum.

1. Havet.

Havet, som dækker tre Fjerdedele af Jordens Overflade, danner den fælles Beholder for al den Fugtighed, som kredser paa vor Jord. Fra Havet føres alt Vand ind over Landene, og til Havet

vender Vandet atter tilbage gjennem talløse Tilløb. Intet egner sig saa vel til at give os et Billede paa det Uendelige som Synet af det uoverskuelige Hav. Naar man betegner Havet som en Vandørk, er dette Billede aldeles fejlagtigt; thi Ørkenen er fjendtlig mod Livet, medens Havet derimod i Ordets ret egentlige Betydning kan betegnes som Moder til det organiske Liv. Ligesom Fastlandet danner det en Verden for sig, stor, mægtig og af uudtømmelig Rigdom, og det huser et talløst Liv, som optræder under de forskjelligste Former.

Man skjelner, som bekjendt, nu for Tiden almindelig mellem fem Hovedhave eller Oceaner, og Enhver, som paa Skolebænken blot har gjort Bekjendtskab med Geografiens Elementer, er i den Grad fortrolig med denne Inddeling, at han næsten mener, at det ikke kan være anderledes; men i Virkeligheden herskede der i lang Tid det grueligste Virvar med Hensyn til Havets Inddeling i bestemte Oceaner, og de nuværende, saa gængse Benævnelser skrive sig først fra — 1845.

Oldtidens og Middelalderens Benævnelser vare simple nok; man kjendte kun Ὠκεανος, som begrænsede Jorden, og skjelnede blot mellem en østlig og en vestlig Del, Oceanus orientalis og occidentalis; derhos opstillede man et indre Hav, et mare internum (Middelhavet), over for det ydre Hav eller mare externum. Denne Forestilling om et eneste Okeanos mellem Fastlandenes Øst- og Vestrand finde vi endnu hos Columbus, der i sine Breve til Dronningen stadig kun taler om „la mar Oceana“. Efterat Magalhães's Skib havde fuldendt den første Verdensomsejling og derved reformeret den hele Opfattelse af Jorden, maatte man ogsaa indføre nye Navne for de ny opdagede Havflader; men der hengik alligevel en Menneskealder, før denne Navnefortegnelse trængte igjennem. Først fra Midten af det sextende Aarhundrede finde vi dem paa Kortene, og, mærkelig nok, i de spanske Originalformer og Benævnelser; nu fremtræder et mar di India for det indiske Ocean ved Siden af et mar del Zur og mar Pacifico, medens det nuværende atlantiske Ocean kaldes mar del Nort. Navnet „det atlantiske“ indskrænkedes i Begyndelsen til Strøget vest for Gibraltarstrædet, men udvides dog allerede 1569 til den nordatlantiske Halvdel af Gerhard Mercator eller Kremer paa hans berømte Verdenskort, som er udkastet i den efter ham opkaldte Projektion; derimod hengik næsten

endnu 100 Aar før Navnet „det atlantiske“ anvendtes i sin nuværende Betydning om det samlede Ocean mellem Afrika og Amerika. Paa Datidens Kort vedbleve i øvrigt de spanske Benævnelser at være gængse, og paa de forskjellige Blade kunde man i samme Atlas af samme Forfatter finde de forskjellige Navne mellem hverandre. Benævnelsen det „store Ocean“ som synonymt med Balboas mar del Zur og Magalhães's mar Pacifico skyldes den berømte franske Geograf Philip Buache og stammer fra 1753. Naar den samme Forfatter i øvrigt søgte at indføre nye Benævnelser og en ny Inddeling af Havet, idet han gik ud fra undersøiske Bjærgkjæder, formaaede han dog ikke at sætte sine Anskuelser igjennem, og heldigere var heller ikke hans Landsmand, den berømte Hydograf Claret-Fleurieu, naar han vilde hævde, at der kun findes tvende „egentlige“ Oceaner: det atlantiske og det store, under hvilket han ogsaa indbefatter det indiske Hav; ved Siden af disse Oceaner stiller han som „mindre“ Have det nordlige og det sydlige Ishav inden for de tilsvarende Polarkredse.

Som alt anført, skriver den nu brugelige, saa gængse Inddeling sig først fra Aar 1845 og skyldes en Kommission, som blev nedsat af det geografiske Selskab i London. Alt det Hav, som ligger mellem Amerika og Middagslinjen gjennem Kap Hoorn paa den ene Side og Evropa, Afrika og Middagslinjen gjennem Kap Agulhas (Naaleforbjærget) paa den anden Side, og som strækker sig fra den nordlige til den sydlige Polarkreds, kaldes nu det atlantiske Hav. Det indiske Ocean har sine Grænser ved den sydlige Polarkreds og Middagslinjerne gjennem Kap Agulhas og Øen Tasmanias Sydspidse. Det store Ocean (ogsaa kaldet det stille Hav eller — temmelig uheldig — Sydhavet) ender mod Nord i Beringsstrædet, mod Syd ved den tilsvarende Polarkreds, medens dets østlige og vestlige Grænser ere givne med det atlantiske og det indiske Oceans Afgrænsning. De to Ishave indesluttes af de tilsvarende Polarkredse.

De nuværende Haves Begrænsninger ere i det Hele og Store vistnok meget gamle; men i Enkelthederne have derimod i Aartusendernes Løb vistnok talløse Forandringer fundet Sted, og Geologien paaviser, at under Jordklodens tidligere Perioder strømmede Oceanets Bølger over talrige Egne af de nuværende Fastlande, medens omvendt vidtstrakte Landstrækninger ere sunkne i Havets

Afgrunde. Geologien paaviser t. Ex., at i en vis svunden Periode (Juratiden) flød i det nordvestlige Evropa en umaadelig Strøm, hvis Bundfald dannede en Del af Englands Jord; hvis man fra Mængden af de bundfældede Grusmasser tør slutte til Strømmens Vandmængde, har man her at gjøre med en uhyre Flod, som maa stilles jævnsides med Nutidens Kæmpefloder. Nu til Dags er imidlertid denne Flod med største Delen af dens Flodomraade længst forsvunden, dens Deltalandskaber ligge for en stor Del begravne under Vesterhavets Vover, og Evropas Fastlandsomrids ere i den Grad forandrede, at vi ikke engang mere have nogen Antydning af denne Strøms sandsynlige Retning. Lignende storartede Forandringer have maaske ogsaa fundet Sted i det indiske Ocean; i det mindste har man efter den ejendommelige Dyre- og Planteverden paa Madagascar og Cylon troet at kunne slutte, at disse Øer engang vare forbundne med hinanden og dannede et Fastland, som man har kaldet Lemurien*). Man kan ogsaa anføre Grunde for den Antagelse, at en Del af det store Ocean ruller sine Bølger over et svundet Fastland, hvis højeste Bjærgtinder endnu rage op over Havfladen som Øer. Vende vi os dernæst til Evropa, finde vi, at den ringe Havdybde mellem Afrika og Øen Sicilien peger hen paa en tidligere Forbindelse med Evropa, og Naturen har da heller ikke den Dag i Dag ophørt med sine Forsøg paa atter at lukke dette Havets Gjennembrud; paa det undersøiske Højdedrag, som her knytter Evropa sammen med Afrika, har der tvende Gange hævet sig Klipper, som udslyngede Aske, Vandmasser og glødende Sten, men

*) Denne Hypothese om en mægtig Verdensdel, som ligger begraven under det indiske Oceans stormfulde Bølger, og som kun har efterladt sig Rester i de nævnte tvende store Øer, glæder sig ved en høj Grad af Popularitet. Her skulde man endelig have fundet Menneskehedens Vugge, det egentlige Paradis; som Støtte anføres hyppig, at de lavest staaende Racer (Papuaerne, Avstralnegerne, Hottentotterne, Kafferne, Dravidafolket), hvilke man derfor troer at kunne holde for de ældste, have deres Boliger i Nærheden af dette Menneskehedens Urhjem. Den hele Hypothese bygges paa det formentlige Faktum, at Halvaber eller Lemurider kun skulle findes paa disse Øer; da man imidlertid nu ikke blot har fundet Halvaber paa Afrikas Fastland, men endogsaa har paavist en Art (Lemuravus) allerede i Eocenafdelingen af Tertiærformationen, og denne Art er funden i de forenede Fristater (Utah-Territoriet), maa hele denne Hypothese anses for uholdbar. Paa det Sted, hvor den svundne Verdensdel skulde have ligget, har det indiske Ocean Dybder paa flere Tusende Favne.

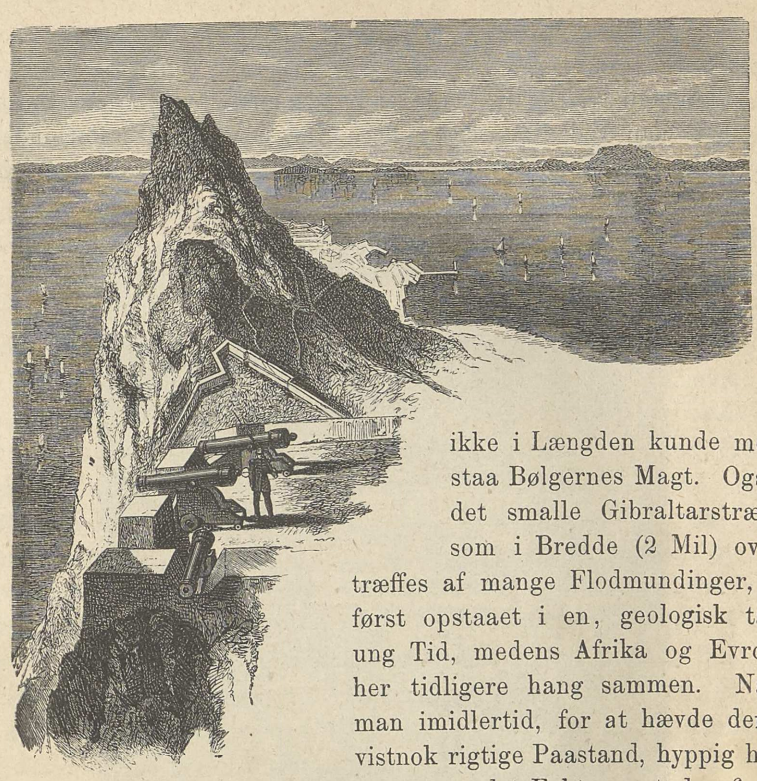


Fig. 17. Gibraltarstrædet.

ikke i Længden kunde modstaa Bølgernes Magt. Ogsaa det smalle Gibraltarstræde, som i Bredde (2 Mil) overtræffes af mange Flodmundinger, er først opstaaet i en, geologisk talt, ung Tid, medens Afrika og Evropa her tidligere hang sammen. Naar man imidlertid, for at hævde denne vistnok rigtige Paastand, hyppig henpeger paa det Faktum, at der findes Aber paa Gibraltarklippen — nu til Dags maaske kun en enkelt Familie eller slet ingen — og altsaa troer her at have levende Beviser for den gamle Forbindelse med Afrika, vidner dette kun om et ringe Kjendskab til de virkelige Forhold. Hvilke Forandringer der nu end saaledes i utallige Aartusenders Løb maa være forefaldne med Hensyn til Havfladens Grænser, har man dog ingen Beviser for, at disse Forandringer fortrinsvis have været pludselige, at storartede Katastrofer med ét Slag have anvist Oceanet andre Dybder, eller at hele Fastlande saa at sige skulle være sunkne i en enkelt Nat. Meget mere gaa alle disse Forandringer kun ganske jævnt for sig, saa at de først kunne paavises efter større Tidsrums Forløb. Hvad der i en kort Aarrække er umærkeligt, opsummeres i Tidernes Løb; nye Øer blive synlige over Havfladen, gamle Strandbredder og Kystlinjer sænkes under de brusende Bølger.

2. Oceanets Vandstand.

Den daglige Erfaring lærer, at Vandspejlet stadig er horizontalt, og naar man ved Rør sætter flere Kar med Vand i Forbindelse indbyrdes, fremkommer der samme Vandstand i samtlige Kar.

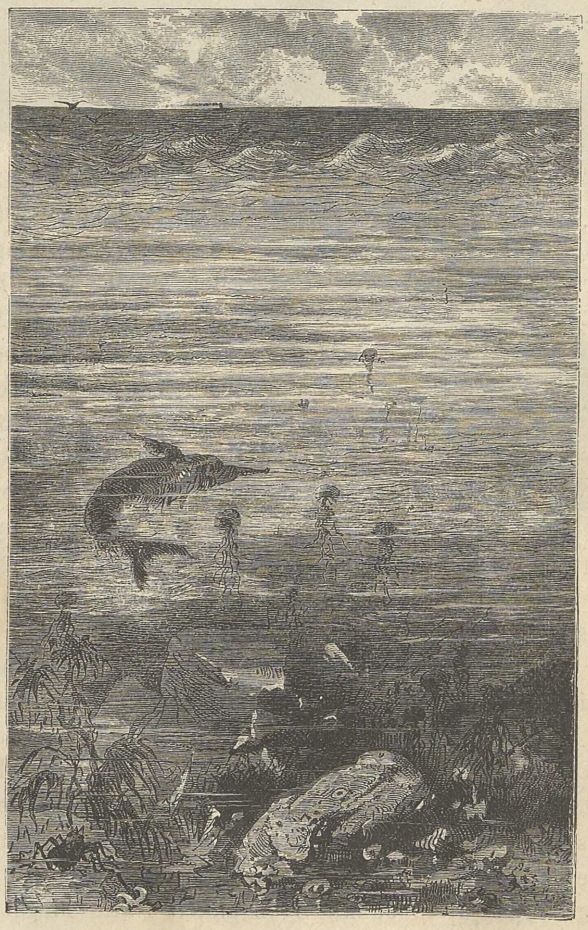


Fig. 18. Livet paa Havets Bund.

Nøjagtig paa samme Maade gaar det ogsaa med Havet, der paa en vis Maade danner et uhyre Vandbækken, hvis Overflade overalt er i Ligevægt, det vil sige netop har Form som den roterende og

mod Polerne lidt fladtrykte Jord. Den Sætning, at alle Have staa i samme Niveau, maa dog ikke opfattes med fuld mathematisk Stringens; thi der findes paaviselig en Forskjel mellem Oceanernes Vandspejl, en Forskjel, som rigtignok er ubetydelig, men hvis Tilværelse nu engang ikke lader sig benægte. En Aarsag til denne stedlige Afvigelse fra samme Vandstand maa søges i Landet; thi Fastlandsmasserne bevirke ved deres Tiltrækning, at Havet maa staa højere ved Kysterne end langt fra Land. Dette er uomtvisteligt; men angaaende Størrelsen af denne Niveauforskjel hersker endnu Usikkerhed, da vore Instrumenter ikke egne sig til direkte at maale denne Afvigelse. En Beregning har derimod givet, at paa Grund af det sydamerikanske Fastlands Tiltrækning maa det store Oceans Vandspejl ved Callao næsten staa 450 Fod højere end tre eller fire Hundrede Mil fra Kysten; naar altsaa denne Tiltrækning pludselig kunde ophøre, vilde Havet ved hin sydamerikanske Kyststrækning trække sig saa langt tilbage, at den nuværende Strandbred vilde rage 450 Fod op over det nye Vandspejl. Man har søgt at bestemme Forskjellen i Oceanernes Vandstand ved direkte Nivelleringer over Landtangerne ved Suez og Panama. Gjennemskæringen af Sueztangen har godtgjort, at der kun finder umærkelige Forskjelligheder Sted mellem Middelhavet og det indiske Ocean; thi Strømningerne i Suezkanalen ere hverken meget betydelige eller gaa altid i samme Retning. Mellem Suez og Bittersøerne løber Strømningen i Flodtiden fra Syd til Nord, i Ebbetiden omvendt fra Nord til Syd. Paa den længere Strækning mellem Port Said og Bittersøerne vexler Strømningen med Aarstiderne. Om Vinteren fremkalder den ved Tidevandene fra Syd hidførte Overflod af Vand en nordgaaende Strømning ad Middelhavet til; om Sommeren derimod, naar Fordampningen daglig bortfører 28 Millioner Kubikalen Vand af et Forraad paa 6000 Millioner eller daglig sænker Bittersøernes Vandstand omtrent $1^1/_2$—2 Linjer, søger en Extrastrømning fra Nord til Syd, altsaa fra Middelhavet, at erstatte dette Vandtab, og denne Strømning mødes altsaa i Bittersøerne med den regulære Indstrømning fra Syd mod Nord under Flodtiden i det røde Hav.

Ogsaa ved Panamatangen findes kun en ringe Forskjel i det atlantiske og det store Oceans Vandstande; en direkte Maaling, som den berømte Diktator og Befrier Simon Bolivar lod udføre i

Aarene 1828 og 1829, gav til Resultat, at det store Ocean ved Panama kun staar $3^1/_2$ Fod højere end det atlantiske Hav ved Chagres. Ligeledes har en meget nøjagtig Undersøgelse langs Pyrenæerne paavist, at Middelhavet ved den franske Kyst næsten ligger i samme Niveau som Atlanterhavet ved den biscayiske Bugt. Disse Resultater gjælde dog stadig kun som det Regulære; thi Havspejlet kan — helt bortset fra Tidevandet — til Tid og Sted være meget forskjelligt. Saadanne Forstyrrelser i Vandstanden hænge sandsynligvis sammen med Vindretningen og Lufttrykket, og i Østersøen betragter man dem som sikre Forbud paa Vejrforandringer.

Overordentlig interessante ere de Afvigelser, som den berømte Afrikaforsker Schweinfurth har paavist ved det røde Hav. Fiskerne ved den ægyptiske Kyst pleje at sige: „Naar Nilen falder, stiger Havet.“ I det egentlige Ægypten begynder Nilens Højvande at falde gjennemsnitlig mod Oktobermaanedens Midte. Samtidig forlader man Saltpanderne ved de nubiske Kyster, Perlefiskeriet standser, og Fiskefangsten stopper op i en væsentlig Grad. Der indtræder nemlig nu en Periode, som strækker sig gjennem de køligste Maaneder og betegnes ved en vedvarende høj Vandstand. Da nøjagtige Maalinger ikke foreligge, være det her forudsat, at Minimum beløber sig til 2 Fod, og dette er fuldkommen tilstrækkeligt til at forøge den almindelige Flodbølges Virkninger ved de flade nubiske Kyster i den Grad, at den almindelige Saltafsætning fra Slutningen af Oktober til Begyndelsen af April hører op; om Sommeren fremkalder nemlig Heden og de tørre Nordenvinde under Ebbetiden en saa stærk Udsondring af Salt, at dette ikke bliver ganske opløst igjen under den paafølgende Flodtid. Den samme høje Vandstand ved Vintertid er ogsaa til Hinder for Fiskerne og enhver anden, hvis Kald ellers under Ebbetiden fører ham ud paa Koralbankerne; ogsaa Dykkeren, der søger efter Perlemuslinger, kjender tilstrækkelig denne Fremtoning. Først i Begyndelsen af April er Havspejlet igjen sunket saa meget, at de fleste Koralbanker i Ebbetiden træde tydelig frem for Dagen, imidlertid stiger ogsaa Heden igjen i den Grad, at Driften af Saltpanderne paa ny kan gaa for sig, og samtidig blive de nordlige Vinde, som hidtil have været fortrængte af Syd- og Sydvestvindene, atter fremherskende.

Man vilde forgjæves søge en fyldestgjørende Forklaring paa denne Fremtoning, hvis ikke Vindforholdene og Aarstiderne paa den ene Side og det røde Havs Beliggenhed og Form paa den anden Side gav nogle fornødne Fingerpeg. Paa en Længde af omtrent 275 Mil har dette Hav nemlig kun en Bredde paa 40 Mil, og i Bab-el-Mandeb synker denne Bredde endog ned til næppe $2^1/_2$ Mil. Den smalle Havbugts hele Retning frembyder det frieste Spil for de nordlige Vinde, som kunne bestryge Bugten i hele dens Længde. Vilde man nu kun tage Hensyn til Fladeindholdet og Temperaturforholdene, lod sig herefter anstille en Beregning om, hvor stort Vandtabet i dette afsluttede Havbækken maatte blive i et bestemt Tidsrum ved Fordampningen alene; men et saadant Tab turde være tilstrækkeligt til ved det røde Havs Sydende at fremkalde en Formindskelse i Vandstanden paa mindst 2 Fod, saa meget mere som de under den varmeste Tid fremherskende Nordenvinde ville hæmme Tilstrømningen fra det indiske Hav gjennem Bab-el-Mandebstrædet.

Midt inde paa Fastlandet kunne Indsøer undertiden fremvise mærkværdige Forandringer i Vandspejlet. Mest bekjendte i saa Henseende ere de saakaldte Seyches i Lac Léman (Genfersøen). Efter Saussure ser man i stormfulde Dage undertiden Vandspejlet i Genfersøen hurtig stige 4—5 Fod, derpaa igjen pludselig synke, og dette Spil fortsættes nogle Timer igjennem. Den 3dje Avgust 1763 om Aftenen henimod Kl. 5 saae den nævnte Naturforsker, hvorledes Vandstanden i 15 Minutter sank 4 Fod 2 Tommer, derpaa i de næste 10 Minutter steg 4 Fod 9 Tommer, og nu atter i Løbet af 12 Minutter sank 4 Fod 4 Tommer. Ved den tredje Vexlen beløb Stigningen sig kun til 2 Fod 10 Tommer i 8 Minutter, og Sænkningen paafulgte nu meget langsomt. Om Morgenen samt den foregaaende Dag havde det været meget varmt, og Kl. 3 var et stærkt Uvejr trukket hen over Genf; men skjønt Himlen endnu var dækket af Skyer, faldt der under den beskrevne Fremtoning kun enkelte Regndraaber. Disse „Seyches“ vise sig iøvrigt kun tydelig ved Søens tvende Endepunkter, nemlig ved Rhônemundingen og ved dens Udløb, men naa paa Søens Midte (ved Morges) næppe 5—6 Tommer. Lignende Vexlinger i Vandspejlet har man iagttaget ved Bodensøen, hvor Beboerne kalde dem „Ruhssen“. De forekomme muligvis endogsaa ved Middelhavet,

i det Mindste har den selvregistrerende Vandstandsmaaler ved Malta tydelig angivet lignende uforholdsmæssige Vexlinger i Vandspejlet.

Saussure mente, at Forandringer i Lufttrykket maatte fremkalde disse Omvexlinger i Genfersøens Vandspejl; med aftagende Lufttryk hæver Vandspejlet sig, med tiltagende Tryk synker det; senere sluttede Vaucher sig fuldstændig til denne Opfattelse. I den sidste Tid har Dr. Forel paa ny gjort denne Fremtoning til Gjenstand for en meget omhyggelig Undersøgelse. I dette Øjemed lod han paa sin Ejendom ved Morges anbringe et Apparat, som var i Stand til at vise de ringeste Vexlinger i Søens Vandstand. Apparatet, den saakaldte Limnimeter, er fremstillet i Fig. 19, og man vil se, at Apparatet i det Væsentlige bestaar af et Flaad, som kan hæves og sænkes. Tænke vi os, at Vandspejlet stiger, hæver det Flaaddet i Vejret; herved bliver Trekanten drejet til Venstre og samtidig Jærnstiften i Midten rykket mod Højre. Paa denne Jærnstift er for oven lodret fastgjort en Blyant, saaledes at den ved hver Bevægelse gjør en Streg paa det neden under liggende Papir; Papirsstrimlen bliver ved et Urværk afrullet med ensformig Hastighed. Er Blyanten i Ro, fremkommer en lige Linje paa Papiret; hæver eller sænker Flaaddet sig, skubbes samtidig Blyanten til Højre eller Venstre, og der fremkommer Zigzaglinjer, hvis Takker direkte antyde Forandringerne i Søens Vandspejl. For øvrigt er Apparatet anbragt i en Brønd, som staar i direkte For-

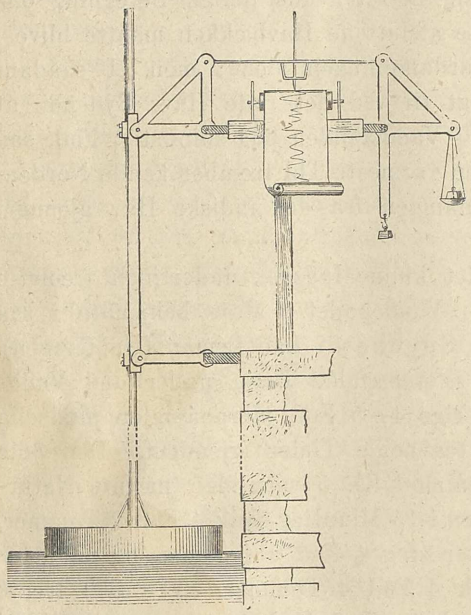


Fig. 19. Limnimeter eller Vandstandsmaaler.

bindelse med Søen. Ved Hjælp af dette Instrument har Dr. Forel nu paavist, at disse „Seyches“ ere gyngende Bevægelser i Søens samtlige Vandmasser og finde Sted saa vel i Længde- som i Tværretningen. Længdesvingningerne have en Varighed paa omtrent 73 Minutter og gynge over hele Søen, fra Villeneuve til Genf, et Vandbassin paa næsten 10 Mils Længde og en Middeldybde af 350 Fod; Tværsvingningerne mellem Morges og Amphion have 10 Minutters Varighed og gaa for sig i et Vandbassin paa godt $1^3/_4$ Mils Bredde og en gjennemsnitlig Dybde af 625 Fod. Lignende gyngende Bevægelser har man nu ogsaa paavist i Neuchâteler-, Brienzer- og Thunersøerne, og de ere blot ikke tidligere blevne iagttagne, fordi man manglede nøjagtige Apparater, som kunde gjøre disse Svingninger tydelige. Anledningen til denne Art gyngende Bevægelser i en Søs hele Vandmasse maa søges i enkelt virkende, lokale Aarsager, f. Ex. heftige Vindstød, Skypumper, Laviner, Bjærgskred, Jordskjælv og navnlig i raske Forandringer i Lufttrykket. Mærkeligt nok fremkom ingen Gyngninger ved det stærke Jordskjælv, som den 8de Oktbr. 1877 rystede hele Genfersøens Omgivelser og i Morges endog fik Klokkerne til at lyde.

Man kan undertiden iagttage pludselige, rent lokale Forandringer i Vandspejlet, og det baade ved Havet og i fuldstændig afsondrede Indsøer; vi skulle her anføre et Par slige gaadefulde Fremtoninger.

Den 13de Juli 1725 var Søen uden for Flamenvilles Havn (i Normandiet) næsten ganske rolig, Vinden var svag Sydsydvest. Klokken 3 var Havet begyndt at stige, og under disse Omstændigheder plejer Floden ved denne Kyst at naa 10 Fod. Flodbølgen var allerede stegen 5 Fod, da Vandet mellem Kl. 6 og 7 pludselig sank 5 Fod og derpaa i mindre end et Kvarter atter vendte tilbage og nu ikke blot steg til den forrige Højde, men endog 10 Fod højere, det vil sige, stod 5 Fod over den største Vandstand, det skulde naa. I Forløbet af et halvt Kvarter sank Vandet nu igjen til den samme Højde af 5 Fod, som det havde haft før sin uregelmæssige Bevægelse. Klokken 7 endelig vedblev Havet at stige som ellers, og der frembød sig ikke mere noget Usædvanligt.

Denne hele Fremtoning blev hverken iagttagen i Rozel, i Carteret eller i Cherbourg, som ligge i Nærheden; den indskrænkede sig alene til Flamenvilles Havn.

En lille skotsk Sø, Loch-Tay, udviste i Aaret 1784 lignende, pludselige og uforklarlige Forandringer i Vandstanden. Den 12te September saae man om Morgenen Kl. 9 en meget paafaldende Bevægelse i denne Søs Vande, nær Landsbyen Kenmore (56° 35′ n. Br.) ved dens Bred. Nord for denne Landsby løber en Flod ud af Søen, og mod Syd ligger en Bugt paa omtrent 2500 Fods Længde og en halv Fjerdingvejs Bredde. Denne Bugt er for største Delen næppe 1—2 Fod dyb, men falder brat af mod den egentlige Sø. Man iagttog nu, hvorledes Vandet ved Enden af denne Bugt pludselig trak sig omtrent 80 Fod bort og efter fem Minutters Forløb atter vendte tilbage. I Løbet af et Kvarter saae man to eller tre lignende Gyngninger, derpaa styrtede Vandet pludselig i to modsatte Strømninger frem efter en, tværs over Bugten gaaende, Linje og hævede sig nu paa det Sted, hvor Bunden bliver dybere, som en Bølge af 5 Fods Højde over den sædvanlige Vandstand, medens Bunden i Bugten, til 12—1500 Fod ind fra Kanten, blev lagt tør. Da de to modsatte Strømninger traf sammen, fremkaldte de en temmelig stærk Larm, og man saae Skum paa Overfladen. Det stærkeste Bølgestød kom fra Øst, og efter at Bølgen havde naaet sin største Højde, rullede den langsomt vesterud og forsvandt lidt efter lidt. Alt som Bølgen nu sank, vendte Vandet med en vis Kraft tilbage og gik omtrent 80—100 Fod over sin sædvanlige Grænse, derpaa sank det paa ny omtrent 150 Fod, vendte atter tilbage og fortsatte disse Forandringer næsten to hele Timer, idet Ebbe og Flod afløste hinanden med Mellemrum af omtrent syv Minutter og efterhaanden aftoge, til Vandet igjen naaede sin sædvanlige Stand. Medens alt dette gik for sig i Bugten syd for Kenmore, saae man mod Nord Floden flyde baglængs. Det Siv, som paa Bunden havde lagt sig efter den sædvanlige Strømning, bøjede sig nu den modsatte Vej, og Kanalen blev tør omtrent 12 Fod paa hver Side. Under en Bro, som laa 1000—1200 Fod fra Søen, gjorde Strømmen Holdt, og man saae Flodsengen, hvor der tidligere var $1^1/_2$ Fod Vand. Under hele den Tid, Fremtoningen stod paa, var Vejret roligt og Barometerstanden som sædvanlig. De nærmest følgende fem Dage iagttog man næsten

ved samme Time den samme Fremtoning, dog noget svagere. Fra nu af saae man noget Tilsvarende snart om Formiddagen, snart om Eftermiddagen, lige til den 15de Oktober, fra hvilken Dato man ikke mere lagde Mærke til noget Paafaldende. Trods alle Efterspørgsler havde man ingensteds i Omegnen iagttaget en Jordrystelse eller noget Lignende.

3. Havvandet.

Allerede i nogen Afstand kan man skjelne Havvandet fra Flod- eller Kildevand ved en ejendommelig, noget skarp Lugt, og det har, som bekjendt, en bitter, saltagtig Smag. Havvandet indeholder i ringe Mængde en stor Del, ja maaske alle kemiske Grundstoffer, da det er indlysende, at der jo ikke kan gives noget opløseligt Stof paa den hele Jord, uden at smaa Kvantiteter af samme tidligere eller senere paa en eller anden Maade ville blive førte ud i Havet. Vor bekjendte Landsmand Forchhammer har gjentagne Gange kemisk undersøgt Havvandets Sammensætning og i det Hele kunnet paavise 27 Grundstoffer, deriblandt foruden de sædvanlige ogsaa Bor, Strontium, Barium, Brom o. s. v.

Af særlig Interesse er Havvandets Rigdom paa Sølv, hvad man først lagde Mærke til ved et kobberforhudet Vrag, som i lang Tid havde ligget paa Havbunden ved Sydamerikas Vestkyst. Efter den Mængde Sølv, som havde udfældet sig paa hin Kobberforhudning, har man villet drage den Slutning, at Havets samtlige Rigdomme paa Sølv beløber sig til 4000 Millioner Pund, et Beløb, om hvis Størrelse man faar et endnu tydeligere Begreb, naar man hører, at det er sytten Gange større end hele Englands Statsgjæld. Vi skulle nu ikke overtage nogen Garanti for Rigtigheden af denne Beregning, skjønt det vel næppe lader sig betvivle, at Oldtidens Guld- og Sølvskatte, af hvilke saa godt som ingen Part er nedarvet til os, for en stor Del ad utallige Veje ere havnede paa Havets Bund. Dog, hvad have vel hine Oldtidens Rigdomme at sige ved Siden af de fabelagtige Værdier af Sølv, som man her har regnet sig til! Uden at ville anføre bestemte Tal, er det dog alligevel utvivlsomt, at Nordamerikas Sølvminer ere forsvindende i Sammenligning med Oceanets Rigdomme paa dette Metal; men det turde

ikke falde saa let at faa Fingre i disse Sølvskatte; thi Omkostningerne ved Udskillingen vilde atter være saa høje, at alle for Haanden værende Guld- og Sølvskatte ikke vilde strække til at dække dem.

Havets Saltholdighed er noget forskjellig i de enkelte Afdelinger, men i Gjennemsnit kan man sætte den til noget over 3 Procent. Omtrent tre Fjerdedele bestaa af egentligt Kogsalt (Chlornatrium), Resten især af Chlormagnium og Bittersalt eller

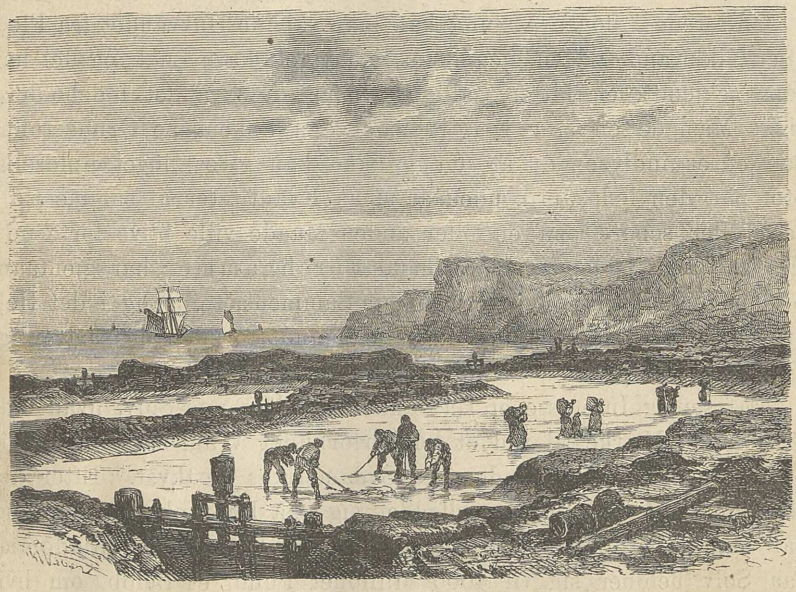


Fig. 20. En Salthave eller Kystsaline.

engelsk Salt (svovlsur Magnesia). Man har beregnet Mængden af det Kogsalt, som indesluttes i Havet, og har udfundet, at det vilde udgjøre en Saltblok paa 40 Kubikmil. Denne Havets Saltholdighed er under alle Omstændigheder vigtigere end dets Sølvrigdom; thi Saltet bliver paa mangfoldige Steder indvundet paa en yderst simpel Maade og i uhyre Mængder. Man lader nemlig Saltvandet løbe ind i nogle med Lerbund forsynede Damme, som afspærres fra Havet; først ledes Vandet ind i en større og dybere Dam, hvor

opslemmede Urenligheder afsætte sig, senere i fladere, hvor Vandet fordamper, og der bliver en Saltskorpe tilbage, som nu hugges løs. Paa denne Maade vinder Sydevropa sin Saltrigdom, men Saltet maa dog først renses for sine fremmede Bestanddele. I Spanien indvindes hvert Aar 6 Millioner Centner Søsalt, i Portugal næsten lige saa meget, og sidstnævnte Land udfører store Mængder til England. Man kunde mulig undre sig over, at Englænderne hente deres Søsalt fra Portugal og ikke udvinde det ved deres egne Kyster; men man maa ikke forglemme, at ogsaa Regnen og Solskinnet spiller en Rolle ved Saltets Udskilning.

Af Luftarter indeholder Havvandet Kulsyre, Ilt og Kvælstof, de tvende sidstnævnte næsten overalt i Forholdet 1 : 2. Kulsyren er for Haanden i en betydelig Mængde; men det er endnu ubevist, at den tiltager med Dybden, hvad man dog længe har troet. Desforuden maa endnu nævnes Iblandingen af Svovlbrinte, som vel kun er tilstede i ringe Mængde, men næsten findes overalt i Havvandet. Da Havvandet er meget langt fra at være rent, men tvært imod viser sig plumret ved alle mulige Tilskylninger, har det naturligvis ogsaa en større Vægtfylde end fersk Vand. Ved Flodmundingerne breder derfor ogsaa det mindre vægtfyldige Flodvand sig oven paa Havvandet, og Skibene, som løbe ud af Floderne i Havet, hæve sig en lille Del, saa snart de pløje de salte Bølger.

Baade naar Havvandet fordamper og naar det fryser, udskilles Saltet; de Strækninger af Oceanet maa altsaa være mest salte, hvor der finder den største Fordampning Sted, og der samtidig ikke optages ferske Tilløb. Disse Betingelser ere i høj Grad for Haanden ved det røde Hav, som derfor ogsaa udviser den største Saltholdighed, nemlig 43 Dele Salt i 1000 Dele Vand. Meget betydelig er ogsaa Saltholdigheden i Middelhavet, navnlig i Nærheden af den varme afrikanske Kyst; derimod har Østersøen en meget ringe Saltholdighed, ja Vandet kan her enkelte Steder næsten anses for fersk. Noget Saadant kan i øvrigt pletvis og for en kort Stund forekomme midt ude i Oceanet; saaledes beretter Darwin, at efter uhyre Regnskyl kan man i Nærheden af Sydamerika enkelte Steder finde ganske fersk Vand paa det store Oceans Overflade. En tilsvarende Mærkværdighed er Forekomsten af ferske Kilder midt i Oceanets salte Bølger. Saaledes beretter t. Ex. Humboldt, at „ved Øen Cubas Sydkyst, i Havbugten ved Jagua, midt

ude i det salte Vand bryde — sandsynligvis ved et hydrostatisk Tryk — Kilder med fersk Vand frem paa Havbunden. Frembruddet sker med saadan Kraft, at Kanoer kun med Forsigtighed tør nærme sig dette Sted, der er berygtet for sin høje og uregelmæssige Bølgegang. Handelsskibe, som sejle forbi og ikke ville lande, besøge undertiden disse Kilder for at fuldstændiggjøre deres Vandforraad midt ude i Havet; jo dybere man øser, desto ferskere er Vandet. Hyppig fælder man her ogsaa Søkoen eller Manatien (Trichecus Manati), et Dyr, der ikke opholder sig i salt Vand."

Man har syslet meget med det Spørgsmaal, hvorfra Havets Saltholdighed hidrører, om det skriver sig fra Stensaltlag paa Havets Bund, eller om Saltet lidt efter lidt er ført ud i Havet af Floderne. Hvad den sidste Hypothese angaar, er det klart, at det ferske Vand ogsaa maa indeholde en lille Part Salt, der altsaa føres ud i Havet og forbliver her, naar Vandet selv. senere fordunster. Strængt taget maa altsaa Havets Saltholdighed forøges ved Tilførselen af Flodvandet. Naar man imidlertid vil føre Oceanets Saltholdighed tilbage til denne Forsyning fra Floderne, synes man rent at forglemme, hvor ubetydelig samtlige Floders Vandmængde er i Sammenligning med Havet. Paalidelige Vurderinger give som Resultat, at Jordens samtlige Floder aarlig højst føre 50 Kubikmil Vand ud i Oceanet; da nu imidlertid, som tidligere anført, Oceanets Vandmasse beløber sig til over 3 Millioner Kubikmil, maatte altsaa Jordens samtlige Floder strømme hele 60 000 Aar, før de fik fyldt et Bækken af Størrelse som vort jordiske Ocean. Dette Bækken var dernæst i Begyndelsen kun fyldt med fersk Vand, og der maatte forløbe Millioner af Aar, før det nuværende Oceans Saltholdighed saaledes var skaffet til Veje. Den berømte Halley har virkelig draget denne Slutning, og Buffon var meget tilbøjelig til at gaa ind herpaa. Den Første mente, at fra Oceanets Saltholdighed kunde man slutte tilbage til dets Alder, ja muligvis til selve Jordens. Han mente, at man ved Forsøg skulde bestemme Gjennemsnittet af Flodernes Saltmængde; heraf vilde man igjen kunne beregne, hvor meget Salt der aarlig blev tilført Havet, og dette Tal, sammenholdt med Oceanets virkelige Saltholdighed, vilde give Antallet af de Aar, i hvilke Floderne vare strømmede til Oceanet. Det er ikke meget vanskeligt at indse Utilstedeligheden af hele denne Maade at slutte paa; man behøver

blot at mindes, at de nuværende Floder ikke vare til ved Oceanets Fremkomst, lige saa lidt som deres Saltholdighed er uforanderlig. Det er langt sandsynligere, at Saltpartiklerne i Flodvandet omvendt hidrøre fra Havet, der under Jordens tidligere Udviklingsperioder har dækket det nuværende Fastland og som Vidnesbyrd om sin tidligere Tilstedeværelse har efterladt hine mægtige Lag Stensalt, der nu til Dags bearbejdes.

Den populære Anskuelse, at Søvandet paa Grund af sin Saltholdighed er i højere Grad beskyttet mod Forraadnelse end det ferske Vand, er fuldkommen forkert; thi Oceanets Vande gaa lige saa godt i Forraadnelse som Flodvandet. Der gives Egne af Havet, hvor Vandets raadne Lugt næsten er uudholdelig; dette finder navnlig Sted i varme, vindstille Regioner, og enkelte Kyststrøg, som ligge inden for Omraadet af Havets raadne Dunster, blive ligfrem forpestede herved.

Havvandets Farve og Gjennemsigtighed er meget forskjellig. I Almindelighed synes Havet grønligblaat eller ogsaa graat, alt efter Himlens større eller mindre Skyfuldhed; naar derimod den op- eller nedgaaende Sols Straaler spille paa Vandspejlet, glimter dette i det herligste Gyldenskjær eller i flammende Purpur; men alle disse mangfoldige Farvetinter fremkomme blot ved Lysets Reflex paa Overfladen og Dybderne. Den høje Sø betegne Sømændene fortrinsvis som det blaa Hav, og naar man som Skoresby betragter Havet gjennem et langt, i lodret Retning anbragt Rør, for saa vidt muligt at holde Sidelyset borte, ser man, at den blaa Farve i Regelen har en stærk Overvægt. Pletvis er Farven naturligvis meget forskjellig. Saaledes fandt Skoresby, der som Hvalfanger hyppig gjennempløjede de nordlige Have, at Havet her milevidt er overtrukket med grønne Striber. I Aaret 1817 syntes Havet under 74°—75° n. Br. og 2°—14° vestl. Længde fra Paris blaat og gjennemsigtigt, men hinsides denne Grænse mistede det sin Klarhed og blev mørkegræsgrønt. Slige farvede Strækninger i Havet ere hyppig stærkt begrænsede; Skoresby fortæller, at han med sit Skib engang i Løbet af 10 Minutter gjennempløjede bleggrønne, olivengrønne og gjennemsigtig blaa Striber. Denne grønlige Farve hidrører fra Milliarder mikroskopiske Smaadyr, der tjene Hvalerne til Næring. Robert Brown bemærker derimod, at Aarsagen til den mørke Farve i enkelte Dele af de nordlige Have ingenlunde maa søges i de uhyre Masser Smaadyr

(Vingesnegle, Gopler o. s. v.), hvad man hidtil har plejet at antage; disse Dyr forsvinde nemlig til Tider pludselig fra Havets Overflade, som alligevel beholder sin ejendommelige, mørke Farve. Den virkelige Aarsag til denne Grønlandshavets Farve paa den 74°—80° n. Bredde maa efter Brown meget mere søges i talløse Masser af Diatomeer. Goplerne og Hvalaatene (clio borealis) nære sig af dem, afgive selv igjen Næring for Hvalerne og lokke saaledes disse mægtige Skabninger til dette Jagtomraade, der er den nordiske Søfarer saa bekjendt under Navnet „det sorte Hav, black-sea". I Nærheden af Kap Palmas paa Guineakysten fandt Kapt. Tuckey Havet mælkehvidt. Ligeledes saae Kapt. Coste den 15de April 1865 under 50° vestl. L. og 9° n. Br. store mathvide, flydende Masser svømme imod sig, saa at Skibet var omgivet deraf paa alle Kanter, ja snart dækkede disse Masser hele Havfladen og stak mærkelig af mod Himlen. Da man fik en Del af denne mælkehvide Vædske om Bord, fandt man, at Skinnet skrev sig fra et stort Tal mikroskopiske Dyr. Kapt. Kingmann iagttog den 27de Juli 1854 en lignende Fremtoning i det indiske Ocean. Havet blev i en Udstrækning af 5—6 Mil pludselig saa hvidt, som om det var dækket med Sne. Himlen, hvorpaa næppe en Sky var synlig, dannede herimod en saa skummel Kontrast, at hele Scenen gjorde et ejendommeligt, ængstende Indtryk. Da man fik Vandprøver om Bord, fandt man i samme talløse, slimede, ormagtige Smaadyr, der snart fløde sammen. En aldeles tilsvarende Fremtoning iagttog man den 9de Febr. 1878 om Bord paa den tyske Krigsdamper Louise, ligeledes ude paa det indiske Ocean. Skibets Fører, Kapt. Schering, beretter herom Følgende: Efter en klar og smuk Solnedgang antog Havet Kl. $6^3/_4$ en lys Farve og blev efter faa Minutter hvidt som en mælkeagtig Vædske. De ellers saa skinnende Stjærner bleve matte og Horizonten mørk. Havet lignede en af Maanen beskinnet Isflade, skjønt Maanen endnu ikke var staaet op. Den tidligere mærkelige Søgang tog af, den hvide Bølgekam saae man ikke mere noget til, og Havets Brusen hørtes ikke. Derhos indfandt der sig tvende Gange for nogle Minutters Tid en tæt Taage, Horizonten fortonede sig utydelig, og Himlen langs Synskredsen var ganske mørk. Morild fandt ikke Sted. Da Maanen Kl. $7^3/_4$ stod op og var kommen nogle Grader over Horizonten, aftog Fænomenet, Havet og Himlen antoge igjen deres sædvanlige Farve, og Stjærnerne fik deres Glans

igjen. De nærmest følgende Dage medførte ingen Gjentagelse af denne Fremtoning, der nærmest gjorde Indtrykket af et elektrisk Fænomen; paa Vind og Vejr havde det ikke øvet nogen Indflydelse.

Den Farve, Havvandet selv har, og de Farver, som skyldes særlige Tilskylninger og Iblandinger eller ogsaa Havbunden, have givet Anledning til, at enkelte Dele af Oceanet bære særlige Navne, saaledes t. Ex. det gule og det røde Hav, medens det sorte Hav rigtignok ikke benævnes efter sine Bølgers Farve, men meget mere har sine talrige, tætte Taager at takke for sit Navn. Det saakaldte „mørke Hav“ eller Strækningen af det atlantiske Hav i Nærheden af det grønne Forbjærgs Øer har sit Navn efter de tørre Taager og det røde Støv, som her ikke sjælden overrasker Sømanden. Efter Hellmanns nyere Undersøgelser bliver undertiden et Fladerum af indtil 100 000 □ M. samtidig og flere Dage i Træk truffet af et vedvarende Støvfald; dette Støv skriver sig fra den nærliggende Ørken Sahara og føres af Vinden ud over Oceanet. Ved selve Kap Verde (det grønne Forbjærg) fremkalder Østenvinden hyppig en Taage af fint Støv, der er saa tæt, at man, særlig om Morgenen, ikke kan skjelne Kysten i en Mils Afstand.

Havvandets Klarhed er undertiden vidunderlig stor. Columbus var i højeste Grad overrasket af de vestindiske Haves Gjennemsigtighed; man paastaar, at Havbunden her paa enkelte Steder skinner igjennem endog paa 700 Fods Dybde. Dette er dog sandsynligvis overdrevent, lige saa vel som Woods Fortælling, at han i Aaret 1676 skal have skjelnet Muslingerne paa Havbunden i Nærheden af Novaja-Semlja, og det paa Dybder af 500 Fod. I det røde Hav synes imidlertid Koralbankerne hyppig at være rykkede Iagttageren saa nær, at man skulde anslaa Havdybden til kun et Par Fod. Dette prægtige Skue af Havbunden og Livet paa dets Dybder undes dog Iagttageren kun paa enkelte Steder, i Almindelighed er Havbunden selv paa meget grunde Steder ikke synlig eller røber sig højst kun ved et ejendommeligt Skjær, som den meddeler Havvandet oven over. Idet Sollyset fra Overfladen trænger ned i stedse dybere Vandlag, lider det et stedse voxende Tab, og dette Tab er saa betydeligt, at der maa herske evigt Mørke allerede paa 1000—1200 Fods Dybde; Dykkerne fortælle, at paa de Dybder, i hvilke de endnu kunne arbejde, antager Havet et purpurrødt Skjær. Man har i den nyere Tid hentet lavere Sødyr op fra Dybder paa

600, ja endog paa 1200 Favnes Dybde, og de prangede med de mest glimrende grønne og røde Farver; dog heraf turde man vel næppe slutte, at der i hine Dybder virkelig endnu findes noget kjendeligt Lys. Ganske anderledes stiller imidlertid Sagen sig over

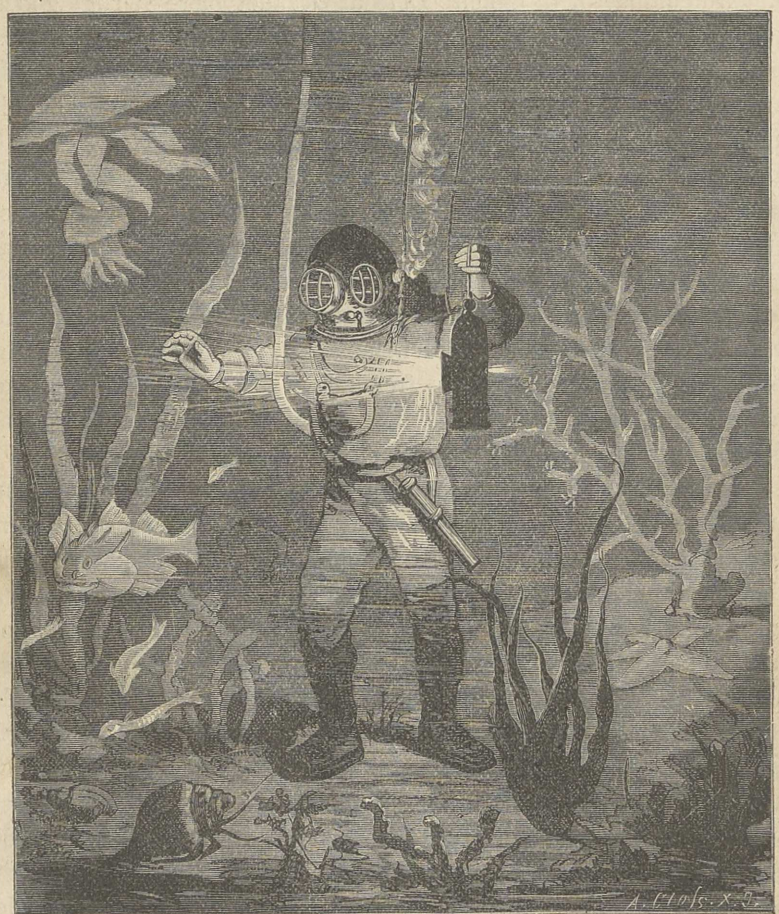


Fig. 21. Dykkeren paa Havets Bund.

for de Resultater, som Challenger naaede ved Slæbenettet; i det atlantiske Hav hentede man Krebsdyr med mærkværdige Øjendannelser op fra Dybder paa 1500—2100 Favne. Da disse Dyr nu



Fig. 22. Havets Lysning eller Morilden.

engang have Øjne, maa vi heraf slutte, at der selv i hine Dybder endnu findes Lys, som kan skjelnes af hine Skabninger, skjønt denne Lysglans vistnok er saa ringe, at vi umulig kunde modtage noget Indtryk heraf; Rigtigheden af denne Slutning bekræftes ved den Omstændighed, at man har hentet Crustaceer frem fra endnu større Dybder, men disse Krebsdyr havde slet ingen Øjne.

Til de herligste Fremtoninger, Havet kan byde, hører Morilden eller den fosforagtige Lysning, som kan iagttages i alle Oceanets Dele, men særlig prægtig i de tropiske Egne. „Oceanets Lysning", siger Humboldt, „hører til de mest prægtige Naturfremtoninger og vækker vor Beundring, selv om man Maaneder i Træk ser dette Skue vende tilbage hver eneste Nat. Havet fosforescerer under alle Bælter; men den, der ikke har set denne Fremtoning under Vendekredsene, og særlig i det store Ocean, har kun en saare ringe Forestilling om dette Skues Storartethed. Naar et Krigsskib for en frisk Vind kløver de skummende Bølger, og man stiller sig paa et af Sidegallerierne, kan man ikke blive mæt af det Syn, som det nære Bølgeslag frembyder. Saa ofte Skibssiden blottes, synes blaalige og rødlige Flammer lynsnart at skyde op fra Kjølen. Ubeskrivelig prægtigt er ogsaa Skuet af en Flok Delfiner, som under den mørke Nat boltre sig i et tropisk Hav; hvor de i lange Striber skære de brusende Vande, tegnes deres Vej i Funker og intensivt Lys. I Bugten ved Cariaco mellem Cumana og Halvøen Maniquarez har jeg timevis kunnet glæde mig ved dette Syn."

Den berømte Verdensomsejler Cook saae først den 29de Oktb. 1768 Havets Lysning paa en Rejse til Brasilien, fire Dage efter at Linjen var passeret; han sammenligner Havets Glimten med Uvejrslyn, men dog ikke saa stærke. Han formodede ogsaa, at Fremtoningen maatte tilskrives Tilstedeværelsen af Smaadyr. Mod Slutningen af 1772 saae den samme Søfarer Fremtoningen i stor Pragt paa Højden af det gode Haabs Forbjærg. „Mellem Kl. 8 og 9 begyndte Havet pludselig at glimte, det var et pragtfuldt Skue. Saa langt, man kunde se, syntes Oceanet at staa i Flammer; hver Bølge lyste fosforagtig, og Skibet skar en glimrende Fure i Havfladen." Cook lod øse flere Spande Vand og fandt heri en stor Mængde bitte Smaadyr af geleagtig Beskaffenhed. Alle senere Undersøgelser have ogsaa bekræftet dette. Da Finlayson i Nærheden af Prinsen af Wales' Ø saae Havfladen i Skibets Nabolag dækket

af Milliarder Smaadyr, og Havet syntes ligesom overtrukket med et grønt Slim, viste Havets Lysning sig ved Nattetid med stor Pragt, og Undersøgelsen godtgjorde, at Lyset udstraalede fra mikroskopiske Smaadyr. Horsburgh og de Riville saae i mørke, maane- og stjærneløse Nætter Søen graahvid og ligesom tilsnet; dette minder om visse Skyers fosforagtige Glimten under Jordmagnetismens Paavirkning.

De vigtigste Undersøgelser om Havets Lysning skyldes imidlertid den utrættelige Ehrenberg. Hans Undersøgelser, som meddeltes i Aaret 1833 i Videnskabernes Akademi i Berlin, paavise, at Havets Lysning er en Akt af frie, selvstændige, ofte mikroskopiske Smaadyr. Han gjør samtidig opmærksom paa, at Lysningen paa Polarhavenes Overflade maaske blot af den Grund er mindre intensiv, fordi de øvre Vandlag ere fremherskende ferske ved Smeltningen af talløse Ismasser; i Dybderne er Havet undertiden aldeles opfyldt af Lyspunkter. Ehrenberg bemærker fremdeles, at man ogsaa har hørt om lysende Smaadyr fra den mejicanske Havbugts Dybder, og maaske vil man gjennem en yderligere Bekræftelse af dette Faktum komme til at ændre sin Mening om Bælgmørket i Havdybderne derhen, at Lyset selv ikke paa de største Dybder er fuldkommen borte, men at meget mere periodiske, maaske endog stadig vexlende og klare Lysfremtoninger komme de Dyr, der have Øjne, til Hjælp og bevise Nytten af disse Øjne. Den nyeste Tids Dybde-Undersøgelser have fra det atlantiske Havs Afgrunde gjort os bekjendte med en Mængde Dyr, der alle skinne i høj Grad fosforagtig. Alt, hvad Nettet bragte op, strømmede over med klar Glans, og Dyndet syntes oversaaet med talløse, lysende Smaapunkter. Lige over for den Kjendsgjerning, at der i Havets Dybder maa herske evig Nat, kan man nu ikke undre sig over, at den Anskuelse er kommen til Orde, at hine Afgrundens Beboere maaske have deres egne Lys for at finde deres Næring.

Den mærkelige, meget omtvistede Kjendsgjerning, at Lysningen er en fri Viljesakt af hine mikroskopiske Dyr, er nylig hævet over al Tvivl ved de mangfoldigste Iagttagelser. Burmeister har hyppig lagt Mærke til, at Lysdyrene kun udstraale Lys, naar de berøres paa et eller andet Sted; blive de ikke forstyrrede, lyse de ikke; Lyset udstraalede alene fra Legemets Overflade.

De nyeste Forskninger have fremdeles godtgjort, at næste alle lavere Sødyr, men navnlig alle Vandmænd, Infusorier, Polyper,

Mollusker o. s. v. ere i Stand til at lyse. Særlig fortjener Noctiluca scintillans at fremhæves; skjønt Dyret ikke er saa stort som en Knappenaal, vækker det dog vor Beundring ved sin prægtige Lysning, selv under højere Breddegrader. Ehrenbergs Undersøgelser udvise, at et Infusoriedyr (Protocharis), naar det hidses, først viser enkelte opblussende Funker, som blive stærkere, løbe langs hele Dyrets Ryg og ligne det grønliggule Lys fra en brændende Svovltraad. Ildvalserne (Pyrosoma), der danne fritsvømmende Kolonier af Form som en Handskefinger, udstraale et saa stærkt Lys, at Bibra, som opholdt sig nede i en mørk Kahyt hos en syg Ven, af en lille zoologisk Lommebog kunde forelæse ham en Beskrivelse af disse Søpunge, medens Dyret selv maatte lyse for ham. Efter Quatrefages's Iagttagelser maa Sædet for Lysningen hos nogle Ledorme eller Annelider søges i Fødernes Muskelsubstans, medens de Randtraade eller Fimrehaar, hvormed Vandmændene bevæge sig frem, udstraale et lyseblaat Lys. Hos Oceania hemisphaerica svarer efter Ehrenberg Antallet og Funkerne ved de tykkere Ringkar nøje til Tallet af de Organer, som forgrene sig derhen. „Denne Ildkranses Fremkomst er en Livsakt, hele Lysudviklingen er en organisk Livsproces, der hos Infusionsdyrene fremtræder som en momentan enkelt Funke, men efter en kort Hviletid gjentager sig.“ Den Omstændighed, at Lysningen hos de fleste Dyr er knyttet til et særligt Organ, taler rigtignok stærkt for en Sammenhæng mellem Livsprocessen og den lysende Evne; men naar vi stige op fra de laveste Dyrs Række, træffe vi i Pholaderne eller Boremuslingerne ogsaa paa Lysdyr, hos hvem det lysende Stof absolut er bundet til en vis Vædske, som ogsaa lyser for sig selv alene. Allerede Plinius var bleven opmærksom paa denne Omstændighed og siger: „Det ligger i Pholadernes Natur, at de i Mørket udstraale en egen Glans, der er saa meget mere intensiv, jo mere Fugtighed de indeholde.“ Milne Edwards fandt dette fuldkommen bekræftet, da han dyppede Pholader ned i Vinaand og bemærkede, hvorledes der nu fra Muslingerne dryppede

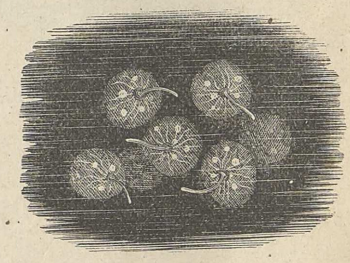


Fig. 23. Lysdyr (noctiluca miliaris).

en lysende Vædske, som afsatte sig paa Bunden af Vandet og her lyste videre.

Ved Korvetten „Challengers“ Rejse har man fremdeles paavist, at Havets Lysning ikke udelukkende skyldes Smaadyr, men særlig en forholdsvis stor Kiselalge eller Diatome, hvis indre Kjærne udsender Lys, dog først naar den forstyrres; farer saaledes en Fisk hen gjennem det mørke Vand, følges den af en Ildstribe; stikker man Haanden ned i Vandet, drypper der til alle Sider Ild ned fra den. Disse hidtil ukjendte Algeformer ere blevne kaldte „Ildblærer“ eller Pyrocystis.

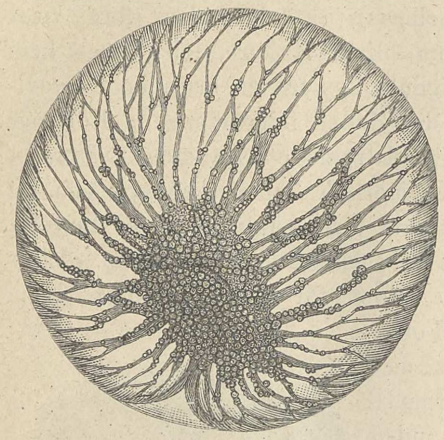


Fig. 24. Ildblære (Pyrocystis).

4. Havets Dybder og Havbunden.

Næsten lige til Nutiden var det umuligt videnskabelig at gjennemtrænge og udforske Havets Afgrunde. Blot nogle Aartier tilbage kunde Ingen have en begrundet Anskuelse om Oceanernes Dybde, hvor vidt de blot vare nogle Tusende Fod dybe, eller om der ikke meget mere fandtes. Afgrunde paa mange Mil, udbredte over umaadelige Flader. Alle Anstrængelser for i denne Henseende at komme til Vished, viste sig frugtesløse, og det syntes næsten, som om et hemmelighedsfuldt Slør til evig Tid skulde hvile over Oceanets Dybder. Kun om Dybdeforholdene og Havbundens Configuration i de mere grunde Have, som tilmed hyppig besøgtes af Skibe, havde man lidt efter lidt naaet bestemte og i det Hele meget sikre Forestillinger. I denne Henseende ere navnlig de britiske Øers Omgivelser blevne meget nøje udforskede, og herved naaede man til det, baade i geologisk og geografisk Henseende, interessante Resultat, at Storbritannien og Irland hvile paa et undersøisk Plateau, der stedvis næppe ligger et Kirketaarns Højde under Havets Overflade

som Undersøgelserne fremdeles have udvist, falder Havbunden først i en vis Afstand vest for Irland brat ned til det egentlige Oceans Dybder. Gjentagende Gange havde man vel forsøgt at kaste Loddet ud i det aabne Havs Afgrunde, men stedse var Resultatet kun mangelfuldt; intet Tegn forkyndte Iagttageren om Bord paa Skibet eller i Baaden, naar Linen havde naaet Bunden; Favn paa Favn rullede Linen ned i Dybet, reven videre enten af sin egen Tyngde eller undersøiske Strømninger; Linen var hver Gang tabt, thi det var umuligt at trække den og Loddet op igjen. Under disse Omstændigheder fremtraadte Oceanet som et virkeligt, uigjennemtrængeligt Svælg, og man turde kun driste sig til at fremsætte Formodninger om dets Dybder. Saaledes troede Lacaille, at Havet kun havde en gjennemsnitlig Dybde af 1500 Fod, Laplace derimod mente, at Oceanets Dybde maatte saa temmelig svare til Fastlandets Mellemhøjde, Humboldt anslog længe Havets Gjennemsnitsdybde til 6000 Fod, medens Young, en af den nyere Tids mest skarpsindige Fysikere, efter Flodbølgens Bevægelse sluttede, at Alanterhavets Mellemdybde maatte være 15000 Fod.

Alle disse Vurderinger beroede imidlertid paa blotte Gisninger og theoretiske Forudsætninger og gjorde kun Manglen paa direkte Maalinger endnu mere følelig. Først og fremmest gjorde man nogle Fremskridt i Lodningen, derved at man gjorde Lodlinen saa tynd som muligt og anvendte en Kanonkugle som Vægt. Under disse Omstændigheder var der naturligvis fra første Færd ikke Tale om at faa Loddet op igjen; men det var heller ikke synderlig magtpaaliggende, og man havde den store Fordel at kunne mærke det Øjeblik, Kuglen rørte Bunden, som et tydeligt Stød, og selv om dette ikke var Tilfældet, kunde man dog øjeblikkelig observere det gjennem den forandrede Hastighed, hvormed Linen løb af. Brooke gjorde den hele Fremgangsmaade langt mere fuldkommen ved at gjennembore Kuglen og befæste den til en tynd Stang, saaledes at Kuglen vipper af ved Berøringen med Havbunden, hvorved altsaa Stangen og Linen med Lethed kunne drages op igjen. Ved den nederste Del af Stangen er derhos anbragt en med Talg udfyldt Hulhed eller et Antal Gaasefjer; naar Stangen nu ved Stødet trykker sig ned i Havbunden, fyldes ogsaa Hulheden med Prøver fra Grunden. Fig. 25 A viser os Apparatet, forinden det har naaet Bunden, og B den Maade, hvorpaa Kuglen i samme Øjeblik, Stangen

støder an, skiller sig fra samme og bliver liggende, medens Stangen befries for den Vægt, der drog den ned i Dybet.

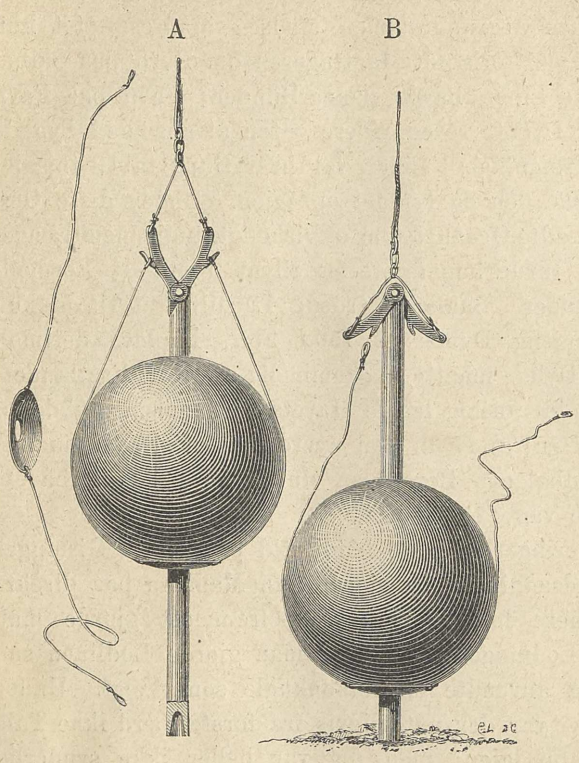


Fig. 25. Brookes Loddeapaprat

Trods sin simple Indretning er Brookes Dybdelod i høj Grad skikket til Undersøgelser paa de største Havdybder; naturligvis har det lidt efter lidt modtaget adskillige Forbedringer, saaledes har man i Steden for Kuglen valgt mere hensigtsmæssige Legemer, man har anbragt bedre Apparater for at faa Prøver af Bunden og Thermometre til Bestemmelser af Bundvandets Temperatur og har endelig erstattet den tidligere Hampeline med Klaverstrænge. I øvrigt er Forudsætningen for, at Brookes Loddeapparat skal gjøre sin fulde Nytte, at Havbunden er haard; naar dette ikke er Tilfældet, og der saaledes ingen Modstand er, gjør Kuglen ofte Strike og slipper ikke, men borer sig med Stangen ned i Havets Mudderbund; man maa da meget forsigtig og langsomt hale hele Apparatet op. For at faa mere fuldstændige Prøver af alt, hvad der er lejret, lever og færdes paa Havbunden, har man fremdeles konstrueret Slæbenettet (Trawlet) eller Skraben, hvortil alt den danske Naturforsker O. F. Müller († 1784) har givet Ideen. Forbes har ved Hjælp af dette Apparat først nøjere studeret Havbundens Dyr- og

Planteverden. I øvrigt er det hele Apparat meget tungt og udkræver Dampkraft for at hives op igjen; men det leverer da ogsaa det rigeste Udbytte, og det lyder over for de tidligere ubehjælpsomme Forsøg næsten som et Æventyr, naar vi høre, at man nu til Dags bringer hele Centner Dynd op fra Oceanets Bund.

Blandt de Expeditioner, som have bidraget mest til en nøjagtig Undersøgelse af Dybdeforholdene, maa særlig fremhæves Damperen „Porcupine“ og Skruekorvetten „Challenger“. Den første Expedition lededes af Wyville Thomsen og Carpenter og gjennemforskede en stor Del af det atlantiske Hav; Arbejderne

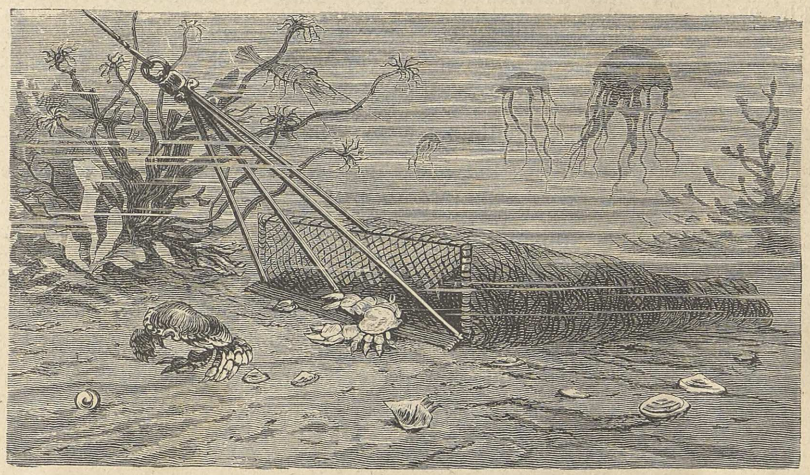


Fig. 26. Slæbenettet eller Skraben.

indskrænkedes ikke her, lige saa lidt som ved alle senere Expeditioner, til en blot Dybdemaaling; men man viede sig til Studier over de organiske Livsformer i Havets Dybder. „Porcupine“ opdagede i øvrigt det undersøiske irske Plateaus bratte Fald mod Vest. Langt mere omfattende Undersøgelser anstilledes imidlertid paa det store videnskabelige Erobringstog, som blev foretaget af den britiske Skruekorvet „Challenger“, i videnskabelig Henseende Nutidens rigeste Expedition. Skibet forlod den 7de Dcbr. 1872 Sheerness's Havn og løb den 24de Maj 1876 ind igjen i Spithead, efter at man i Løbet af $3^1/_2$ Aar havde gjennempløjet 16 980

danske Mil. Til December 1874 stod „Challenger“ under Kommando af Sir George Nares, senere, da han modtog Kommandoen over den engelske Polarexpedition, under Kapt. Frank Thomson. Skibet var blevet fuldstændig ombygget og maatte paa to Stykker svært Skyts nær give Afkald paa hele sin krigerske Udrustning. Paa det øverste Dæk var der anbragt en Høj- og Lavtryks-Maskine paa 18 Hestes Kraft med alle nødvendige Indretninger til at ophale Skraben og Lodlinerne.

Da den hele Maade, hvorpaa Lodningerne bleve udførte paa „Challenger“, kan tjene som Mønster for alle lignende, ville vi her gaa noget nærmere ind paa samme og følge Spry, der har beskrevet dem paa følgende Maade*):

Fig. 27.



Akkumulatoren.

„Det har vist sig aldeles nødvendigt ved alle Dybsø-Lodninger at anvende Dampkraft. Intet paalideligt Resultat kan faas fra et Skib under Sejl, da selv i det roligste Vejr Dønningen eller Overfladestrømmen er tilstrækkelig til i meget kort Tid at drive Skibet et betydeligt Stykke bort fra det Sted, hvor Loddet oprindelig nedsænkedes. Vil man have et lodret Lodskud, er man derfor nødsagen til at holde Skibet under Damp; er Lodskuddet ikke lodret, blive desuden Tidsmellemrummene mellem hvert Hundredfavns-Mærke uregelmæssige, hvorved man gaar glip af det eneste sikre Middel til at bestemme, naar Loddet har naaet Bunden.

„Det første, der maa gjøres, er altsaa at opgive og beslaa alle Sejl og bringe Skibet med Stævnen mod Vinden, idet man regulerer Farten saaledes, at Skibet ikke drives gjennem Vandet. Derpaa gjøres Loddeapparatet klart: En Blok befæstes paa Storraaen, lidt uden for Læsejlsbøjlen, og et Taljereb føres gjennem den for at hale Akkumulatoren op. Akkumulatoren bestaar af Kautschukstrimler af $^3/_4$ Tommes Tykkelse og 3 Fods Længde; de kunne strækkes til 17 Fods Længde, men hertil udfordres en Vægt af 70 Pund for hver. Tyve Par af disse Akkumulatorstrimler have

*) Se W. J. J. Spry: Korvetten „Challenger“s Rejse omkring Jorden. Udgivet af J. Wulff. Kjøbenhavn 1879. Side 47 og flg.

været tilstrækkelige til de fleste Lodninger, da de ere stærke nok til at udholde Lodlinens og Loddets Vægt uden at strække sig og dog elastiske nok til at strække sig hurtig i Overensstemmelse med Skibets Bevægelser. Akkumulatorens største Nytte er at forhindre pludselige Ryk fra at stramme Lodlinen over dens Evne. Rykket overføres nemlig fra Linen til Akkumulatoren, som ved at give efter ophæver dets skadelige Virkning. I den nederste Ende af Akkumulatorstrimlerne, som holdes adskilte fra hverandre ved at føres gjennem Huller i en cirkelrund Træskive, er en Blok befæstet, og gjennem denne føres Lodlinen. Linens Ende gjøres derpaa fast til Loddeapparatet, til hvilket saa mange Jærnvægte ere befæstede, som udfordres for at sænke det hurtig. Et kort Stykke over Loddeapparatet befæstes „Øseflasken" og derover et Dybsø-Thermometer.

Fig. 28.



Hydraen.

„To Slags Loddeapparater kom til Anvendelse under Toget. I Begyndelsen benyttedes den saakaldte „Hydra", der bestaar af et Messingrør paa $1^1/_3$ Tommes Tværmaal og 42 Tommers Længde; ved den nederste Ende er der en Sommerfugleventil, og op af den øverste Ende rager en Stang paa 30 Tommers Længde, der kan skydes op og ned i Røret. Paa dennes øverste Ende findes en lille Dup og en Fjer, som naar ud til Enden af Duppen, saa længe der intet Tryk hviler paa Fjeren. Til Stangen ere Vægte befæstede, som ved Fjerens Hjælp kastes af, saa snart Apparatet naar Bunden; dette sker paa følgende Maade: Vægtene ere af Støbejærn og veje 100 Pund hver; de ere af cylindrisk Form og i Midten gjennemborede af et Hul. Gjennem dette Hul stikkes Stangen, og der tages saa mange Vægte, som anses for nødvendige — i Almindelighed en for hver 1000 Favne. Under den nederste Vægt skydes en lille Jærnring paa Stangen; til denne Ring befæstes en Jærntraad paa omtrent 12 Fods Længde, Traadens Ender sammenknyttes, og den ophænges over Duppen. Naar Stangen da løftes, komme Vægtene til at hvile paa Jærnringen, som bæres oppe af Jærntraaden; Loddernes hele Vægt hviler altsaa paa Duppen, hvorpaa Traaden er ophængt; derved trykkes Fjeren til-

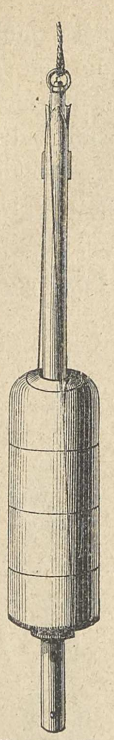


Fig. 29. Baileys Loddeapparat.

bage, og saa længe Vægtene vedblive at hvile paa Ringen, kan Fjeren ikke skyde Traaden bort fra Duppen. Saa snart derimod Trykket af Vægtene ophører, fordi disse have naaet Bunden og hvile paa den, udvider Fjeren sig og kaster Traaden af; naar Stangen atter hales op ved Linen, blive Vægtene liggende paa Bunden.

„Det andet Loddeapparat, som i Regelen anvendtes, er konstrueret af Kaptejnløjtnant Bailey i den engelske Marine og bestaar ligesom det forrige af en cylindrisk Stang, men paa 3 Tommers Diameter og 48 Tommers Længde. Jærnvægtene befæstes til Jærntraaden paa lignende Maade som før; men den Indretning, hvorved Vægtene fastholdes og afkastes, er mere paalidelig. Jærntraaden, som bærer Vægtene, lægges i en Fals paa den bevægelige Stang; idet Stangen naar Bunden, synker Falsen ned gjennem Messingrørets kegledannede øverste Ende, hvorved Traaden løftes ud af Falsen og Vægtene kastes af. Da Røret er videre end paa „Hydraen", bringer det en større Prøve af Bunden op i sin nederste, ved en Ventil lukkede Ende.



Fig. 30. Blylod.

„Disse Loddeapparater anvendes dog kun, naar man antager, at Dybden overstiger 1500 Favne; paa ringere Dybder bruges et kegledannet Blylod, til hvis Bund er befæstet en Jærncylinder paa 3 Tommers Diameter; ved dens nederste Ende er der en Ventil, for at der kan optages Prøver af Havbunden. Lodlinen er en Tomme i Omkreds og forfærdiget til dette særlige Øjemed; dens Bærekraft er 14 Centner, og den er mærket ved hver 25de Favn. Linen opbevares paa Ruller (3000 Favne paa hver), som ere bekvemt beliggende nær ved Lodde-Platformene; fra Rullerne føres Linen gjennem en Blok til Ophalingsmaskinen, der fra op gjennem Blokken under Akkumulatoren paa Storraaen og befæstes endelig til Loddestangen.

„Beholderen til Optagelse af Havvand fra Bunden („Vandøseflasken") bestaar af en Messingstang, som er forsynet med 3 udstaaende Ribber, der dels skulle styrke den og dels lede en Messingcylinder, som glider

hen over dem og er bestemt til at indeslutte Vandet. For neden og midt paa Ribberne er der anbragt to Endestykker med fint forarbejdede False, og Messingcylinderen er saaledes forarbejdet, at dens øverste og nederste Ende nøjagtig passe til disse False, der altsaa indeslutte alt, hvad der befinder sig mellem dem. Til den øverste Ende af Stangen er der befæstet en Messinghvirvel med en Udskæring paa den ene Side; til denne Hvirvel er der fastgjort et Taljereb, som forbinder hele Apparatet med Lodlinen; over Udskæringen i Hvirvelen hviler en tynd Snor, som bærer Messingcylinderen og holder denne højt over Falsene, medens Apparatet fires ned. Da Røret altsaa holdes oven for Ribberne, danner det intet lukket Rum, men en Vandstrøm passerer frit igjennem det. Saa snart Linen slappes, ved at Vandbeholderen kommer til at hvile paa Bunden, falder Hvirvelen for over og kaster Snoren af; Cylinderen falder ned paa de to False og indeslutter altsaa en Prøve af Vandet fra denne Dybde. Gjennem en Hane i Bunden tømmes Vandøseflasken, naar den kommer om Bord igjen.

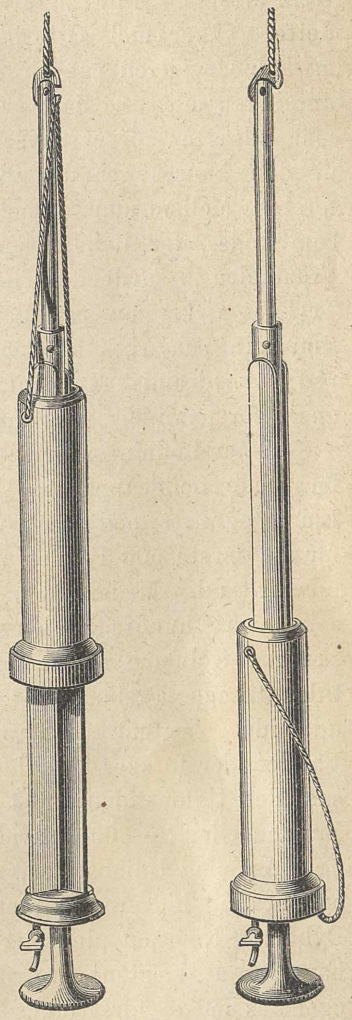


Fig. 31. Vandøseflasken.

„De Thermometre, der anvendes til Undersøgelser af Havdybets Temperatur, ere selvvirkende Maximums- og Minimums-Instrumenter, bekjendte som Miller-Casella-Thermometre efter Navnene paa deres Opfinder og Fabrikant. De ere beregnede paa at modstaa Vandets Tryk paa meget betydelige Dybder. De bestaa af et bøjet Rør med en Beholder ved begge Ender, af hvilke den ene er

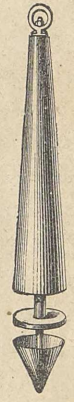
fyldt med Kreosot, hvis Udvidelse og Sammentrækning giver Temperaturen. Kreosotet virker paa en ringe Mængde Kviksølv i Røret; dette Kviksølv stiger og synker i Overensstemmelse med Kreosotets Udvidelse og Sammentrækning. I hvert af Rørene er der over Kviksølvet en lille Metalviser, til hvilken et Haar er fastgjort; dette trykker mod Glasrørets Vægge, virker derved som en Fjer og holder Viseren paa sin Plads, saa at det af den angivne Gradeantal kan aflæses. Det er aabenbart, at Thermometrets Beholder maa udsættes for et uhyre Tryk af Vandmassen; for at forhindre, at den knuses, er der blæst en anden Beholder uden om den første. Mellemrummet mellem begge fyldes til Dels med Vinaand, som koges, før Beholderen lukkes lufttæt, saa at denne foruden Vinaanden i flydende Tilstand ogsaa indeholder Vinaanddamp. Trykket virker nu paa den ydre, ikke paa den indre Beholder, som kun paavirkes af Temperaturen. Disse Thermometre prøves ved et hydraulisk Tryk af 2—3000 Pund paa Kvadrattommen og anses for paalidelig paa indtil 3000 Favnes Dybde.

„Naar Lodningsarbejdet skal begyndes, befæstes det med Vægte forsynede Loddeapparat, Vandøseflaskerne og Thermometrene til Linen og fires ned fra Loddeplatformen ved at bakke Maskinen for de første 500 Favnes Vedkommende; derpaa lader man Linen løbe frit ud. Medens den løber ud, observeres nøjagtig den Tid, som hvert hundrede Favnes Udløb medtager, og optegnes i sin særegne Kolumne i den hertil indrettede Journal; disse Udløbstider tiltage regelmæssig i Længde, efterhaanden som Linen løber ud, idet Vægtene maa overvinde Linens Gnidningsmodstand i Vandet, der forøges i Forhold til den udløbne Lines Længde; naar saaledes Udløbstiden er 4 Minutter, have Vægtene enten naaet Bunden eller 2—3000 Favnes Dybde. Tidligere gav man ikke saa nøje Agt paa Udløbstiden, men lod ofte Linen løbe for langt ud, og herfra hidrøre de temmelig hyppige Angivelser af uhyre Dybder. Naar en pludselig og betydelig Forøgelse af Udløbstiden har vist, at Vægtene ere ved Bunden, bringes Linen til Maskinen og hales ind — først langsomt, men derpaa hurtigere og hurtigere, efterhaanden som den forkortes. Naar endelig Stangen med Vandøseflasken og Thermometret kommer op til Overfladen, aflæses Thermometret, og Resultatet optegnes omhyggelig. Vandøseflasken sendes til Laboratoriet, hvor Vandets Vægtfylde bestemmes og det

i Lodderørets Hulrum optagne Dynd undersøges for at bestemme Havbundens Natur; de indvundne Prøver blive senere tørrede og gjemte paa Flasker.

„Naar Lodskuddet er taget og Linen halet om Bord, skrides der til Undersøgelse af Havets Temperatur fra Overfladen til Bunden. Dette sker ved at befæste Thermometre med lige store Mellemrum paa Lodlinen; et Blylod paa et Centners Vægt, det saakaldte „Bægerlod", befæstes til samme for at holde Linen lodret. Lige over Bægerloddet fastgjøres et Thermometer, Linen fires derpaa 100 Favne af, hvorpaa et nyt Thermometer befæstes til den, og Linen sænkes derpaa til 200 Favnes Dybde og saa fremdeles, idet der fastgjøres Thermometre ved hvert 100-Favnemærke, indtil 6—8 Stykker ere fastgjorte og Linen er løben ud til den bestemte Dybde, f. Ex. 1500 Favne; den standses derpaa og lades i Ro i nogle Minutter, indtil Temperaturen paa de forskjellige Dybder kan antages at have indvirket paa Thermometrene. Linen hales nu ind; efterhaanden som hvert Thermometer naar Lodde-Platformen, gjøres det løs, og Resultatet aflæses omhyggelig. Derpaa maaler man paa samme Maade Temperaturen fra Overfladen til de 700 Favnes Dybde. Undertiden antages det endog for nødvendigt at tage Temperaturer for hver tiende Favn fra Overfladen til 200 Favnes Dybde og for hver halvtredsindstyvende Favn indtil 600 eller 700 Favnes Dybde; til denne Art Undersøgelser udkræves naturligvis betydelig mere Tid."

Fig. 32.



Bægerloddet.

Næsten samtidig med „Challenger" undersøgte den amerikanske Damper „Tuscarora" under Kaptejn Belknap den nordlige Del af det stille Hav, og den preussiske Korvet „Gazelle" under Kaptejn v. Schleinitz gik ud til Kerguelen-Ø (indiske Ocean), hvor Medlemmerne af den astronomiske Expedition skulde iagttage Venus's Gang forbi Solen (9de Dcbr. 1874). Efter at dette var sket, krydsede „Gazelle" det indiske Hav, gik nord om Ny-Guinea og Avstralien, vendte sig derpaa til Magalhães-Strædet og kom tilbage efter næsten to Aars Fraværelse. Paa den hele Rejse blev der med de bedste Apparater taget Dybsø-Lodninger, som gave vigtige Resultater. Af Betydning er det, at „Challenger"s, „Tusca-

rora"s og „Gazelle"s Ruter gjentagne Gange krydse hverandre, hvorved de fundne Resultater vinde i Sikkerhed.

Af senere Expeditioner bør særlig fremhæves den norske paa „Vöringen", fra 1876—79 (hver Sommer), og de danske med Orlogsskonnerterne „Fylla" (1877 og 78) og „Ingolf" (1879), hvis Undersøgelser have paavist Atlanterhavets og det nordlige Ishavs Afgrænsning mod hinanden og saaledes givet os en Nøgle til at fatte det nordlige Atlanterhavs forholdsvis høje Temperatur og derigjennem Evropas i klimatisk Henseende saa gunstige Stilling.*)

Af ældre Dybsø-Maalinger har man hyppigst anført Kaptejn Denhams; han fandt nemlig den 30te Oktober 1851 i det atlantiske Ocean mellem Øen Tristan d'Acunha og La Plataflodens Munding (37° sydl. Br. og 37° vestl. L. for Greenwich) en Dybde af 44 925 danske Fod; dog gik Linen itu ved Indvindingen. Løjtnant Parker fandt i Nærheden endogsaa 48 430 Fod eller over 2 danske Mil; men hverken Parkers eller Denhams Maalinger ere paalidelige. Den største for Tiden bekjendte Dybde overstiger ikke 27 125 Fod, blev loddet af „Tuscarora" og ligger 125 Mil øst for Jesso ved Vestranden af Kuro-Sivostrømmen (44° 55′ n. Br. og 152° 26′ østl. L. for Greenwich).**) Ogsaa „Challenger" har i den vestlige Del af det store Ocean fundet tilsvarende Dybder, og denne Del af Verdenshavet tør derfor anses for den dybeste. Som man ser, naar den største maalte Dybde ikke ganske den højeste Bjærgtinde, thi Mount Everest i Himalaja ligger 28 166 Fod over Havet. Den største Dybde i det indiske Ocean er 17 600 Fod, ligger midt mellem Avstralfastlandet og Øen Java (16° 11′ sydl. Br. og 117° 32′ østl. L.) og blev 1875 loddet af „Gazelle". Den største

*) Jfr. Prof. H. Mohn: Dybde- og Varmeforholdene mellem Nordvest-Evropa og Grønland. Dansk geografisk Tidsskrift I, 80—87; — Kapt. N. Hoffmeyer: Havets Strømninger under Island. Dansk geografisk Tidsskrift II, 88—98; — Premierløjtn. F. Bardenfleth: Dybvands-Undersøgelser i Havet omkring Island. Dansk geografisk Tidsskrift III, 42—47; — Kapt. A. Mourier: Ingolfs Expedition i Danmarksstrædet 1879. Dansk geografisk Tidsskrift IV, 47—60.

*) Syd for New-Foundland skulle amerikanske Maalinger nylig have paavist Dybder paa $1^1/_4$ geogr. Mil.

Dybde i Atlanterhavet fandt „Challenger“ en Snes Mil nord for den danske Ø St. Thomas, hvor der blev maalt 22 575 Fod; de med Loddet nedfirede, i Jærnhylstre indesluttede Thermometre kunde ikke modstaa Trykket af den paa dem hvilende Vandsøjle og bleve knuste. Det Tryk, som de øvre Vandlag udøve, beløber sig allerede i $^1/_2$ Mils Dybde til 400 Atmosfærer, og dette er Hovedaarsagen, hvorfor det altid vil være en Umulighed at undersøge Oceanets Afgrunde med Dykkerklokken og Dykkerhjælmen. Disse Dybets Regioner ere ingenlunde, som man tidligere har antaget, blottede for organisk Liv, men tvært imod rige paa Organismer, hvis hele Bygning imidlertid paa den vidunderligste Maade er lempet efter Betingelserne for deres Opholdssted. Selv højere Havdyr synes lejlighedsvis uden Skade at kunne stige ned til vældige Dybder; man beretter, at harpunerede Hvaler undertiden med en saa rasende Fart skyde ned i Dybet, at de støde med Hovedet mod Havbunden og saaledes knuse deres Kjæveben. Om dette virkelig er begrundet, maa staa hen; men i hvert Fald beretter den altid saa nøjagtige Skoresby, at en harpuneret Hval engang med Linen rev en Baad ned i Dybet, og at Træværket under det mægtige Tryk blev saa stærkt gjennemtrængt af Vand, at det sank som Bly og senere truede at trække Hvalen ned med sig, hvis døde Krop jo ellers svømmer om paa Overfladen.

Med Hensyn til Havbundens Configuration herskede tidligere den Anskuelse, at samme havde sine Bjærge og Dale, sine stejle Kjæder og bratte Fald saa godt som Fastlandet; ligesom der gives Bjærgmasser paa Fastlandet, troede man ogsaa paa Bjærgkjæder, som skulde rejse sig fra Havets Bund. En Støtte for denne Anskuelse havde man i de enlige Smaaøer, som hæve sig over Oceanets Spejl; samme fremtræde i Virkeligheden som Ophøjninger, der rage op over Havfladen, og saafremt Havet pludselig forsvandt, vilde vi anse disse Øer for Bjærge. Efter at man imidlertid nøjere havde gjennemforsket Atlanterhavets Bund, erkjendte man, at samme ingenlunde kan fremvise hine talrige Uregelmæssigheder, som man tidligere troede for Haanden. Som Følge heraf gjorde nu den Mening sig gjældende, at Oceanernes Bund overhovedet var saa godt som flad, og at der her ingenlunde forefandtes Uregelmæssigheder, som vare analoge med Fastlandets Bjærgkjæder. Dog ogsaa denne Opfattelse er urigtig, og Sandheden ligger midt

imellem. Der gives meget store Ocean-Bækkener, hvis Bund ere fuldkommen flade, og der gives andre, som kunne opvise bratte Skraaninger; der gives undersøiske Bjærgstrøg, som der gives undersøiske Dale og Udhulninger. Vi maa dog rigtignok tilføje, at man i Havets Afgrunde ikke har gjenfundet vore bratte Alpetinder, men at selv de stejleste Brinker røbe en vis, jævn Skraaning. Den Nivellering af Havbunden mellem Irland og New-Foundland, som gik forud for Lægningen af det første atlantiske Kabel, godtgjorde, at Oceanets Bund paa en Strækning af mere end 350 Mil er fuldkommen flad; de her for Haanden værende Ujævnheder ere fuldkommen forsvindende, og navnlig gives sammesteds ingen bratte Fald, men Sletten synes i saa høj en Grad vandret, at man, hvis den var tør, her vilde kunne anlægge en Jærnbane med de mindst mulige Vanskeligheder.

Denne Atlanterhavets undersøiske Slette begynder dog ingenlunde lige ved den evropæiske Kyst, men først hinsides det bratte Fald vest for Irland, vi allerede oven for have berørt. Dette Fald betegner den sande Grænse for vor Verdensdel mod Oceanet, og det er ejendommeligt, at ingen anden Verdensdel har et saa lidet dybt, undersøisk Forland som vor Verdensdel. Det atlantiske Oceans midterste Del udviser en undersøisk Højslette, som ligger mellem 6—12 000 Fod under Havfladen og paa en mærkværdig Maade gjentager Oceanets almindelige *S*-formige Skikkelse; paa denne Højslette ligge de vulkanske Azorer, de ligeledes vulkanske St. Paulsklipper og Øen Ascension, tilstrækkelige Beviser paa, at de undersøiske Ildmasser ikke helt tilfældig brøde frem over hins Ophøjning. Mod Nord ligge alle de britiske Øer, Shetland iberegnet, paa en Banke, der ingensteds ligger under 100 Favnes Dybde. Denne britiske Banke begrænses mod Nordvest af Færø-Shetlandsrenden, som naar ca. 600 Favnes Dybde; men derpaa følge Færøerne, som ved en bred undersøisk Ryg paa 1500 Fods Dybde forbindes med Island, og fra den nordvestlige Del af denne store Ø fører atter en undersøisk Ryg med højst 1800 Fods Dybde over til Grønlands Østkyst. Det er saaledes ikke usandsynligt, at der i en tidligere Periode af Jordens Udviklingshistorie har existeret en Landforbindelse mellem Evropa og Nordamerika; men vi maa dog ligefuldt ogsaa her fastholde, hvad der ikke nok som kan fremhæves, at i det Hele og Store var

Oceanets Bækken ogsaa tilstede i tidligere Perioder, saa at det atlantiske Havs Grundlinjer, om man tør udtrykke sig saa, allerede vare tegnede i Jordens tidligste Perioder. Alle Fastlandsmassernes Hævninger og Sænkninger have sandsynligvis ikke evnet at udviske Oceanernes Configurationer i deres typiske Grundrids, end ikke i Løbet af umaadelige Tidsperioder.

Allerede de første betydningsfulde Undersøgelser af det atlantiske Oceans Dybder viste, at dets Bund i stor Udstrækning var dækket med et klæbrigt, fint Dynd, som næsten udelukkende bestod af Skallerne af en Foraminifere, Globigerina bulloides; ved Siden heraf fandtes kun nogle faa andre Foraminiferer, nogle Rester af Diatomeer og mineralske Brudstykker; man har derfor betegnet dette Bunddække som Globigerina-Dynd og troede i Begyndelsen almindeligvis, at dette Dynd overalt dækkede Atlanterhavets Bund. „Challenger"-Expeditionen har imidlertid godtgjort det Urigtige i denne Anskuelse. I Oceanets meget dybe, vestlige Egne, vest for de canariske og det grønne Forbjærgs (de capoverdiske) Øer, mangle Foraminifererne saa godt som aldeles, og Bunden bestaar af rødt Ler. Denne Lerjord er saa overordentlig findelt, at naar den oprøres, antager Vandet en Chokoladefarve og der gaar hele Dage, inden Leret bundfalder. Den kemiske Undersøgelse giver næsten rent Ler, en Forbindelse af Kiselsyre med Jærnilte og en ringe Mængde Mangan; et Legeme, som ved senere Lejlighed bragtes op, viste sig at være Brunsten (Mangan-Overilte). Det røde Ler findes udbredt tværs over det atlantiske Ocean lige til Vestindien, og det er mærkværdigt, at det i nogle Tilfælde ligger lagret oven paa Globigerinadyndet, skjønt dette ellers ikke træffes i de Dybder, hvor det røde Ler forefindes. Dette Lerlag indeholder Pimpsten, Lava og Brunsten; angaaende dets Oprindelse

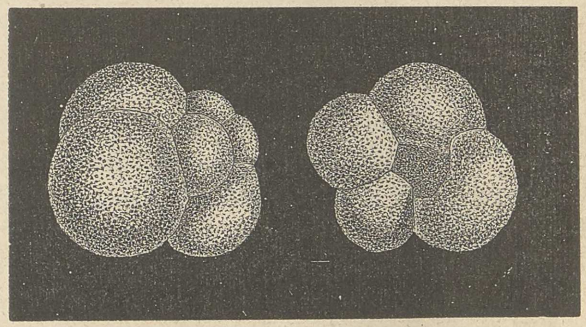


Fig. 33. Globigerina (stærk forstørret).

ere Anskuelserne endnu meget stridige, men det synes dog ikke at være en Opløsning af Globigerinadyndet, men at have et uorganisk Udspring. De vulkanske Brudstykker, som pletvis dække det atlantiske Oceans Bund, skyldes sikkerlig undersøiske Eruptioner; kun den mindste Del kan hidrøre fra Fastlandet og være kommen ud i det aabne Havs tavse Dybder. Dette er allerede i og for sig indlysende, naar man betænker, at der paa Havbunden maa herske en Ro, der ikke det fjærneste kan lignes med Bevægelsen i Flodernes Leje. Hvad skulde vel have væltet disse Stenmasser Hundreder af Mil hen over Havbunden? En yderligere Grund til at benægte dette, ligger i den Kjendsgjerning, at Fastlandets Brudstykker stadig kun findes spredte i et smalt Bælte langs Kysterne. Blot den fine Slik og Dyndet, som en rum Tid bliver svævende i Vandet, føres langt ud paa Havet, hvor det meddeler Vandets øvre Lag hin karakteristiske Farve og lidt efter lidt, undertiden sikkert først efter meget lange Tider, synker til Bunds. Ogsaa Dana finder det utvivlsomt, at Brudstykkerne fra Kysterne aldrig foretage lange Rejser, men stadig af Bølgerne igjen slynges op paa Stranden. Vi kunne heraf slutte, at det Materiale, hvoraf Kontinenterne ere opbyggede, stedse vil forblive, hvor det hører hjemme, at t. Ex. aldrig Amerikas Stenmasser have bidraget til at danne Evropas Jordbund eller omvendt. Som en evig nevtral Magt skiller Oceanet de mægtige Fastlandsmasser fra hinanden, og hvad der undslipper disse, optager det i sig og giver det ikke mere fra sig. Findes saaledes imidlertid Stenbrokkerne overvejende spredte over Havbunden i et smalt Randbælte, som er mere eller mindre parallelt med Kysterne, stammer det dybe Havs Dynd muligvis nok fra Fastlandenes Indre. Smaadele, som nu til Dags hvile rolig Tusender af Fod dybt ude i Atlanterhavets Midte, kunne muligvis i fjærneste Tider have hvilet lige saa mange Tusender over Havfladen oppe paa Andesbjærgenes Skraaninger; men de Lavabrokker, som nu til Dags hvile Side om Side med Dyndpartiklerne, have haft deres Oprindelse ikke langt fra deres nuværende Hvilested.

Med Hensyn til sine Dybdeforhold frembyder det store Ocean Forhold, som ere vidt forskjellige fra Atlanterhavets. Naar vi lægge en Storcirkel omkring Jorden i Retning fra Chiles Kyst hen imod de japanske Øer, vil denne Cirkel dele det store Verdenshav i tvende

Halvdele, som danne en fuldstændig Modsætning til hinanden; den nordøstlige fremtræder som en meget øfattig Vandørk med stor Dybde, den sydvestlige er derimod ligesom oversaaet med Øer, og de fleste af dem hvile paa en fælles Sokkel, der ligger højst 6000 Fod under Vandspejlet og har et Flademaal sikkert paa mere end 200 000 □ M. Dette undersøiske Højland frembyder med sin sønderrevne og kløftede Overflade alle et kontinentalt Bjærglands Ejendommeligheder. Det nordatlantiske Oceans jævne, bølgeformige Overflade, som man lidt vel hastig vilde betragte som en almindelig Type for Havbunden, mangler her fuldstændig; bratte Skrænter vexle meget mere med vidtstrakte, undersøiske Kjæder, hvis højeste Tinder kunne følges som Vulkankegler, der i langstrakte Buer hæve sig over Havfladen; Sandwichøerne ere saaledes ikkun de højeste Toppe i en uhyre Bjærgkjæde, som i Længde, ja maaske endog i Masse langt overgaar Himalajabjærgene, og hvis det store Oceans Vande forsvandt, vilde hin Kjæde fremtræde i sin hele Storartethed, og dens Toppe vilde rage højere op over de omgivende Flader, end Himalajas Kæmper over Gangesflodens Lavslette. Den flade Havbund i den nordøstlige Halvdel af Oceanet er dækket med guligbrunt Dynd; men fra Sandvichøerne og hen imod Japans Kyster findes paa Toppene af de undersøiske Bjærge og Bjærgrygge Koraller og Brudsstykker af Lava. Norden for denne Linje, parallelt med den japanske Kyst og Kurilerne, findes de største Dybder, man for Tiden kjender. Tilværelsen af disse, mere end en dansk Mil dybe Afgrunde er aldeles sikker; thi netop her gik Lodningen for sig med det allerheldigste Resultat; den Klaverstræng, man benyttede om Bord paa „Tuscarora“, løb snorlige, lodret ud, og paa en Dybde af 27 125 Fod sporede man Berøringen med Bunden saa nøjagtig som i den mest grunde Havdel. Sandsynligvis er den angivne Dybde ingenlunde den største, men desto værre manglede man paa „Tuscarora“ Strænge nok til at fortsætte Forsøgene. Den vestlige Del af det store Ocean, mellem Avstralien og det kinesiske Hav, har afgjort Karakter af et undersøisk Bækken; undersøiske Rev danne her de adskillende Dæmninger, og paa den undersøiske Højslette findes store Fordybninger paa 12 000 Fod. Lignende Bækkener findes øst og nordøst for Avstralien.

Det indiske Ocean er dybest i Hjørnet mellem Sumatra og Avstralien; syd for den 40° aftager Dybden betydelig, og navnlig

ligge de vulkanske Øer St. Paul og Ny-Amsterdam paa en undersøisk Højslette. Afrikas undersøiske Kyststrækninger naa mod Øst ud over Madagaskar, og her hæve sig Amiranterne, Seychellerne og Mascarenerne. Langs den indiske Kyst ligge ligeledes Lakkadiverne og Malediverne paa en undersøisk Ophøjning, der naar ud over Æqvator. Af de nævnte Øer maa Madagaskar paa Grund af sin Rigdom paa ejendommelige Dyre- og Planteformer næsten anses som en lille Verden for sig, hvorimod Ceylon paa Grund af sin store Nærhed ved Indien ganske naturlig udviser en betydelig Overensstemmelse med denne Halvøs Plante- og Dyreliv. Det maa imidlertid dog fremhæves, at Ceylon alt i en meget tidlig geologisk Periode skiltes fra Indiens sydlige Del, Dekhan, og saaledes forklarer man uden vovelige Hypotheser, den Kjendsgjerning, at Øen mangler mange Dyreformer, f. Ex. Tigerne, der findes paa Fastlandet, og ogsaa med Hensyn til sin Planteveext hævder en vis Selvstændighed. Adamsbroen, den Række af Sandbanker, som fører over Palkstrædet til Dekhan, er saaledes et af Naturens Forsøg paa at gjenoprette en ældgammel Sammenhæng. Naar man i øvrigt til den seneste Tid har været meget tilbøjelig til at tro paa Existensen af et vidstrakt Fastland „Lemuria“, som engang har bredt sig over store Dele af det indiske Ocesn, og hvoraf de fleste nævnte Øer skulle være Brudstykker, have vi allerede oven for, S. 58, paa det Bestemteste udtalt os mod denne dristige Hypothese, der nu har gjort sin foreløbige Nytte, har henledet den videnskabelige Verdens Opmærksomhed paa visse paafaldende Kjendsgjerninger, men hvis Unødvendighed et nøjere Studium har godtgjort, og som derfor nu har udspillet sin Rolle.

Om Dybdeforholdene i det sydlige Ishav vide vi for Tiden kun meget lidet; dog synes de Lodskud, Sir James Ross tog i Aarene 1840—43, ikke at tyde paa meget store Dybder. Nøjere kjender man Forholdene i det nordlige Ishav. Vi have allerede berørt, at et Bælte brede, undersøiske Banker strækker sig fra Evropa over mod Grønland og saaledes adskiller Ishavet fra Atlanterhavets Dybder; en lignende naturlig Afgrænsning findes ved Beringsstrædet, og saaledes faar det nordlige Ishav næsten Karakter af et Indhav, hvis største Dybder mellem Grønland og Spitzbergen næsten naa 15 000 Fod, medens den Del, som ligger mellem Spitzbergen og Novaja Semlja, er temmelig grund.

De Dybdelodninger, som nu saaledes foreligge, tillade os allerede at drage vigtige Slutninger af en mere almen Betydning. Dr. v. Boguslawski har kritisk prøvet det samlede Materiale og er naaet til følgende Resultat: „Man antog tidligere, at de største Havdybder mest maatte ligge fjærnt fra Kysterne og midt ude i Oceanerne; men dette er efter de nyere Lodninger ingenlunde Tilfældet. Saaledes er t. Ex. i den nordlige Del af det store Ocean de største Dybder loddede nær ved Asiens Kyst, altsaa paa Oceanets Vestside. Det atlantiske Hav viser ligeledes den mærkelige Kjendsgjerning, at de største Dybder ligge i Nærheden af Fastlandet og Øerne og ligeledes paa Oceanets Vestside. Kun i den sydlige Del af det stille Hav ligge, saa vidt vort nuværende Kjendskab til Havdybderne rækker, de dybeste Steder i sammes Midte, og i det indiske Ocean ved sammes Østside, nær det avstralske Fastland."

„Ganske tæt ved Fastlandets og Øernes Kyster maa Havbunden opfattes som en Fortsættelse af det tilstødende faste Land, og Afstanden til Begyndelsen af det egentlige Havbækken er forskjellig — ved stejle Kyster kun meget ringe, ved flade Kyster større. De flade Kyster strække sig i meget jævne Skraaninger langt ud i Havet, og Havbunden sænker sig først efterhaanden ned til Oceanets vidtstrakte Bækken. Fastlande og Øer, som ere forbundne ved grunde Havdele og undersøiske Ophøjninger, hænge sammen med hverandre, danne flere fælles Hævnings-Omraader — Afstanden regnet fra Jordens Midtpunkt — og adskilles indbyrdes ved de store Havbækkener, der i samme Forstand maa opfattes som store Sænknings-Omraader."

„Anderledes stiller Forholdet sig med de stejle Kyster, der falde mer eller mindre brat ned mod Havet, og hvor man derfor alt paa ringe Afstande finder betydelige Havdybder, som høre til de egentlige Oceanbækkener."

Man finder oftere i geografiske Værker saakaldte Tværsnit over hele Have, ved hvilke Tegninger Dybderne under Vandspejlet og Højderne over samme anskueliggjøres ved en krum Linje. Omstaaende Figur (Fig. 34) giver et saadant Tværsnit gjennem det atlantiske Ocean fra Tampico ved det mejicanske Hav til Senegambiens Kyst. Intet er mere vildledende end et sligt Tværsnit, thi de Takker og Spidser, som her skulle fremstille Øerne,

existere ikke og vække de mest vrange Forestillinger. Naturligvis er Tegningens urigtige Forhold kun en nødtvungen Sag; thi paa Grund af Papirets ringe Størrelse kan man ikke give Længden i det rette Forhold til Dybden. I foreliggende Tegning skulde t. Ex.

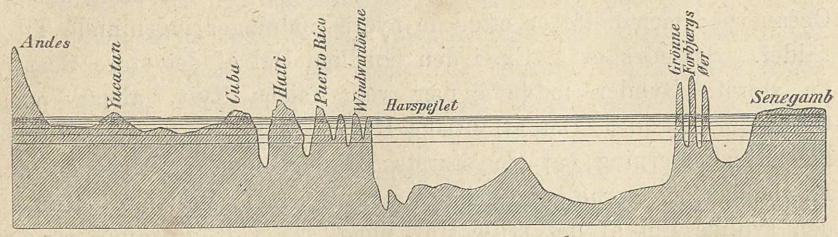


Fig. 34. Tværsnit over Atlanterhavet.

Profilen efter den ved Dybden anvendte Maalestok trækkes ud til en Længde af 74 Fod, naar den skulde svare til de virkelige Forhold; men da vilde t. Ex. ogsaa det bratte Fald mellem det grønne Forbjærgs Øer (Ilhas do Cabo verde), der jo her næsten

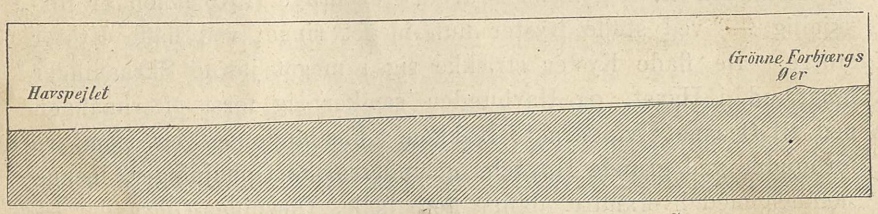


Fig. 35. Tværsnit ved det grønne Forbjærgs Øer.

fremtræde som Torne, omtrent stille sig, som Fig. 35 udviser. Læseren ser, hvor jævn Havbundens Skraaning virkelig er, og at derfor det første Tværsnit over hele Oceanet er absolut forkert. For at man imidlertid ikke skal beskylde os for at vælge



Fig. 36. Tværsnit gjennem Vesterhavet.

extreme Forhold, ville vi tegne en Tværprofil gjennem Vesterhavet fra Edinburgh til Lindesnæs og søge at holde samme i de rette Forhold. Som vi vide, ligger der tæt ved Norges Kyst en forholdsvis dyb Kanal, der tydelig afgrænser Vesterhavets under-

søiske Højslette. Vore Læsere ville maaske have nogen Vanskelighed ved at blive Sænkningen ved Lindesnæs vár og ville vistnok indrømme, at denne bratte Sænkning fremtræder som en meget jævn Skraaning; men vi maa dog alligevel bekjende, at vi nødtvungne have gjort os skyldige i et lille Kunstgreb og fremstillet Sænkningen mere brat, end det virkelig er Tilfældet i Forhold til den valgte Linje; det grunde Vandlag kunde overhovedet slet ikke mere fremstilles med denne Maalestok. Man vil heraf se, at Fremstillinger af Tværprofiler altid ere en mislig Sag, og at man helst bør undgaa dem som Midler til at anskueliggjøre de virkelige Forhold.

„Den bedste Forestilling om Havbunden faar man," siger Reclus, „naar man betragter de Landstrækninger, som ere blevne lagte tørre i en forholdsvis ny Tid. Sydvest-Frankrigs Hedestrækninger, „les Landes", de Lavninger, som have udfyldt Bugten ved Poitou, en stor Del af Sahara og Pampassletterne i La Plata-Staterne frembyde mærkelige Exempler paa den regelmæssige Hældning, som Havbunden ordentligvis har. Selv Klippekyster, som Skotlands og Norges, kunne hist og her opvise lavere Partier, der nylig endnu vare dækkede af Atlanterhavets Bølger og nu allerede ere jævnede. Hvis ikke Jordskjælv, Vulkaner og de langsomme Hævninger og Sænkninger paa sin Side altid sørgede for, at Ujævnhederne formeredes, vilde Flodernes uophørlige Bundfald, Brudstykkerne fra de af Bølgerne knuste Klipper og fremfor alt Levningerne af de smaa Organismer, som opfylde Havet, sluttelig udjævne Havbunden og forvandle Oceanets Afgrunde til Sænkninger med næsten umærkelig skraanende Sider. Vandet vilde dernæst lidt efter lidt dække Fastlandsmassernes Overflade, og sluttelig vilde Jorden efter Forløbet af hundrede Tusender af Aar atter blive, hvad den en Gang var, nemlig en regelmæssig, overalt af Havet dækket, Sfæroide."

5. Havets Varmeforhold.

Ved en Undersøgelse af Havets Dybde finder man, at Varmen aftager med den tiltagende Dybde. Man maa derfor stedse skjelne mellem Temperaturen paa Havets Overflade og i Dybet. Vi henvende først vor Opmærksomhed paa Undersøgelserne af sidst-

nævnte Forhold, og finde da, at Temperaturen vel er lav i Oceanets Afgrunde, men dog selv paa de største Dybder altid holder sig noget over Frysepunktet. En nøjere Udforskning af Vandets Varmeforhold paa store Dybder var tidligere umulig paa Grund af det uhyre Tryk, som hersker her; Thermometrene kom enten knuste op, eller ogsaa vare deres Angivelser yderst fejlfulde paa Grund af Trykket mod Rørets Vægge. Det oven for, Side 87, omtalte Miller-Casella-Thermometer gjør vel slige Maalinger mulige; men man udfinder herved kun den laveste Temperatur, ikke den Dybde, hvori den forefindes, lige saa lidt som man kommer paa det Rene med den Maade, hvorpaa Varmen forandrer sig i de enkelte Vandlag. For at afhjælpe disse Misforhold har man ingen anden Udvej end trinvis at sænke Thermometret dybere og dybere ned eller ogsaa at befæste Thermometrene paa Linen med bestemte Mellemrum, saaledes som vi alt oven for, Side 89, have beskrevet det. Denne Fremgangsmaade kaldes at maale en Temperaturrække, og det er just ingen vanskelig, men dog en temmelig omstændelig Sag.

Medens det ferske Vand har sin største Tyngde og Vægtfylde ved en Temperatur af + 4° C., stiller Forholdet sig anderledes med Saltvandet. Dette trækker sig stadig sammen lige til Frysepunktet, og som Følge heraf maa det koldeste Havvand findes i de dybeste Lag. Efter nyere Undersøgelser ligger Havvandets Frysepunkt omtrent 3° C. under destilleret Vands Nulpunkt. Den bekjendte Søfarende Péron var den første, som efter egne Forsøg opstillede den Paastand, at Havets Temperatur er desto lavere, jo større Dybden er; heraf drog han den Slutning, at der i Oceanets Afgrunde var lejret evig Is lige saa vel som paa Højbjærgenes Tinder. Denne Slutning vandt dog allerede tidligere intet Bifald. Den bekjendte Fysiker H. Lenz († 1865) kom ved en nøje Undersøgelse til det Resultat, at der i Havdybderne altid forefindes et Vandlag med ensartet Temperatur, men at Dybden for dette Vandlag er forskjellig efter den geografiske Bredde, er størst ved Æqvator og aftager hen imod Polerne. I Polarhavene fandtes i forskjellige Dybder Temperaturen 1—3° C. under destilleret Vands Frysepunkt, saaledes af Skoresby og Sabine i Baffinsbugten paa en Dybde af 4—6 000 Fod. I Grønlandshavet mellem 15° østl. og 15° vestl. Længde fra Greenwich og nord for 75° nordl.

Bredde fandt Skoresby ikke blot ingen Varmeformindskelse, men endog en Varmeforøgelse i Dybden; mellem 2—4 000 Fod under Vandspejlet traf han her en Varmetemperatur paa 3—4° C., et mærkeligt Resultat, som Kaptejn Ross i et og alt bekræfter.

Først den nyere Tids talrige og paalidelige Resultater have kastet et klarere Lys over Varmens Fordeling i Oceanets Dybder, og man kan sammenfatte de indvundne Resultater paa følgende Maade:

1) Havvandets Temperatur aftager i Regelen fra Overfladen ned mod Bunden, i Begyndelsen mer eller mindre hurtig, derpaa langsommere, til man har naaet en Dybde af omtrent 2300—3500 Fod, hvor der hersker en gjennemsnitlig Temperatur af + 4° C.; her fra synker Varmen endnu langsommere ned til Havbunden, hvor Temperaturen paa større Dybder ikke blot i det tempererede, men ogsaa i det tropiske Bælte ligger mellem 0° og + 2°, medens den i Polarhavene synker ned til ÷ $2^1/_2$°.

2) Saafremt der er en fri Forbindelse med et af Polarhavene, vil Varmen ved Havbunden og det over samme hvilende, mer eller mindre mægtige Vandlag være lavere, end man kunde vente efter Middeltallet af den laveste Vintertemperatur ved Overfladen, og Varmen vil kun være lidet højere end paa Havbunden i selve Polarhavene.

3) Den almindelige lave Temperaturstand ved Havbunden og i de store Dybder kan ikke hidrøre fra den forholdsvis lidet mægtige kolde Overfladestrøm, der fra Polarhavene trænges hen mod Æqvator som en Erstatning for de Vandmasser, der ved Driftstrømmen trænge fra de lavere Breddegrader mod Polerne; men den skyldes en mægtig, men langsom Bevægelse fra Polerne mod Æqvator af samtlige dybere Vandlag, hvis Mægtighed fra Bunden og opad er omtrent 11 600 Fod; herved vil altsaa det kolde Bundvand under de lavere Breddegrader, ja selv ved Æqvator, kunne trænge op til nær under Havfladen.

4) Jo større og mere fri Forbindelsen er med Polarhavene, desto lavere er paa disse Steder Dybde- og Bundtemperaturen. Dette er Tilfældet i det store og indiske Ocean, hvor derfor ogsaa Temperaturen i det Hele taget er lavere end under tilsvarende Breddegrader af det atlantiske Ocean; af samme Grund er ogsaa Temperaturen højere i den nordlige Del af Atlanterhavet og det

store Ocean, da disse Oceaner staa i langt mindre Forbindelse med Nordishavet end med det sydlige Polarhav.

5) Havvandets Temperatur ved Bunden er i Polarhavene mellem ÷ 2° og ÷ 3° C., i Nærheden af Polarkredsen mellem 0° og ÷ 1½° C., under de mellemste og lavere Breddegrader og i en Dybde af mellem 11 600 og 17 500 Fod + 1—2° C., under selve Æqvator derimod lavere, nemlig en Smule over 0°, paa mange Steder endog under 0°.

Havets Overflade har i Egnene om Æqvator og til 45° n. Br. en noget højere Temperatur end det nærmest over Vandfladen hvilende Luftlag; dog er denne Forskjel ringe og underkastet smaa Vexlinger; Kaptejn Duperry fandt under Troperne af 1850 Iagttagelser Vandet de 1371 Gange varmere end Luften. Den gjennemsnitlig højeste Havtemperatur bestemte Humboldt for den 8°—19° n. Br. til næsten 29° C.; den højeste Varmegrad findes ingenlunde ved selve Æqvator, men under 6° n. Br. Forandringerne i Havets Varme ere meget ringe; den højeste Temperatur har Vandet mellem Kl. to og tre om Eftermiddagen, den laveste ved Solens Opgang; men Forskjellen beløber sig næppe til 2° C., og Aarstidernes Indflydelse bliver først mere fremtrædende under de højere Breddegrader. Under den 50° n. Br. varierer Atlanterhavets Varme i Aarets Løb mellem 20° C. og 5½° C. I de mindre Indhave og i Nærheden af Kysterne er denne Ligelighed i Temperaturen, som er saa karakteristisk for det aabne Hav, langt mindre fremtrædende; thi her komme Luftstrømningerne til at spille en Rolle; de hidrøre fra de langt hurtigere opvarmede Fastlande, afhænge af disses Temperatur og vexle med denne. Indhavene have derfor om Sommeren en højere Varme end Oceanet under samme Breddegrad, saaledes som det allerede fremgaar af Marsiglis for næsten halvandet Hundrede Aar siden anstillede Iagttagelser i Middelhavet, og som Gautiers Forsøg endnu mere tydelig have godtgjort. Om Sommeren kunne Østersøens Vande naa Varmegrader, der næsten svare til Oceanets under Vendekredsene.

Medens Januar hos os gjennemgaaende er den koldeste Maaned, viser Havet sin ringeste Varme først henimod Slutningen af Februar og i Marts. Grunden hertil maa søges i den Omstændighed, at Vandet opvarmes langsommere end det faste Land; Sol-

straalerne maa derfor opvarme Havfladen i en længere Tid, før dennes Temperatur stiger i nogen betydelig Grad. Omvendt afkøles imidlertid ogsaa Havet langsommere end Fastlandet, og naar man her træffer den højeste Varme i Juli, har Vandet først naaet sit Maximum i Slutningen af Avgust eller Begyndelsen af September.

Det er en mærkværdig Kjendsgjerning, at Havets Temperatur synker over Grunde og Klipper. Den berømte Benjamin Franklin synes først at have henvist hertil, og omtrent samtidig gjorde Jonathan William Sømændene opmærksomme paa, at Thermometret vilde kunne bringe dem ufejlbar Melding om skjulte Klipper. Humboldt saae mellem Tabago og Columbia Thermometret over en Sandbanke falde fra $25^1/_2{}^0$ C. til 23^0. Aarsagen hertil maa højst sandsynlig søges i kolde Strømninger, som flyde opad langs Klipperne. I slige Tilfælde gjør Vandets Afkøling sig ogsaa kjendelig ved Taagedannelse i en ringe Højde over Havfladen. Hvor Havet imidlertid overhovedet er grundt, altsaa langs Kysterne, viser sig intet sligt Fald i Varmen, da der her slet ikke findes koldt Vand i Dybet, ja endog selve Havbunden kan opvarmes af Solstraalerne.

6. Havisen.

I de Egne af Oceanet, som ligge hen imod Polerne, fremtræder Isdannelsen i den mest storartede Maalestok, hvorfor disse Dele af Havet ogsaa meget karakteristisk betegnes som Ishave. Paa Kortet begrænses de tvende Ishave henholdsvis af den nordlige og sydlige Polarkreds; men i Virkeligheden findes der naturligvis ingen slig skarp Begrænsning, og hvis man vil udstrække Begrebet „Ishav“ til de Dele af Havet, hvor man endnu træffer Isen i større Masser, finder man, at de tvende Ishave alt efter Aarstiderne have en meget forskjellig Udstrækning, ligesom der er en betydelig Forskjel mellem de tvende Polarhave. Hvor sælsomt det end i første Øjeblik lyder, er det dog ikke desto mindre sikkert, at Ishavet om Vinteren har sin mindste Udstrækning. Ved denne Tid indrager det nordlige Ocean sine Strømme og hviler selv saa godt som fuldstændig; selv Stormene og Bølgegangen ere forholdsvis ubetydelige i det høje Nord, alt synes ligesom at ligge hildet i Dødens Lænker. Først naar Tøbruddet begynder, følge Ismasserne

Vind og Strøm og sætte sig i Bevægelse mod de solklare Egne. I det sydlige Ishav findes Ismasserne under langt lavere Breddegrader (altsaa nærmere Æqvator) end i de nordlige Have. I Aaret 1780 strandede saaledes „Guardian“ under 44° 10′ sydl. Bredde og 44° 35′ østl. Længde paa et Isbjærg, og ogsaa i den nyere Tid ere flere Udvandrerskibe forulykkede i Isen syd for Avstraliens Kyster. I April 1828 saae man Drivis endog under 35° sydl. Bredde og 18° østl. Længde, altsaa omtrent i Højde med Kapstaden eller under en Breddegrad, der paa den nordlige Halvkugle vilde svare til de sydlige azoriske Øer. Grunden til, at de sydlige Polarregioner saaledes formaa at sende deres Ismasser langt længere frem mod Æqvator, maa paa den ene Side søges i, at den sydlige Halvkugle overhovedet er fugtigere og koldere end den nordlige; men navnlig er det dog de varme Strømme, som beskytte vor Halvkugle mod de isnende Polarmagters Fremtrængen til de mellemste Breddegrader. Ligesom Golfstrømmen i Atlanterhavet danner et Virke, hvorimod Højnordens Iskolosser knuses og spredes, saaledes beskytter den japanske Strøm ogsaa den nordlige Del af det store Ocean, ja selve Nordamerikas Vestkyst fra Vancouverøen er langt mindre øde end de tilsvarende østlige Kyststrækninger.

Længe før Sømanden naar Isregionerne, bebude disse sig paa den fjærne Horizont ved en glimrende Stribe, man har kaldet Isblinken. Den hidrører fra Ismasser, som muligvis endnu ligge 5—6 Mil under Synskredsen, men hvis Glans bliver synlig ved Straalebrydningen. Isblinken viser sig mest som brede, lyse Striber, der stikke skarpt af mod Himlens Graa; Payer betegner dens Lys som spillende lidt i det Blaa og siger, at det har en fjærn Lighed med et Nordlys. Medlemmerne af den første tyske Polarexpedition bemærkede Isblinken særlig tydelig paa en skyfri Himmel, naar der samtidig laa en let og gjennemsigtig Taage over Horizonten; det er egentlig ogsaa denne Taage, som belyses ved de reflekterede Lysstraaler, der udgaa fra Isfladerne, og saaledes fremkalde Isblinken. Da Vandet reflekterer ulige færre Lysstraaler, maa Himlen over det aabne Hav fremtræde tilsvarende mere mørk. Derfor kan man i Isblinken gjenkjende Vandstriberne mellem Isen paa 20—30 Sømils Omkreds. „Enhver Vandvej aftegner sig som mørke Striber paa en skyfuld Himmel; selve Himlen tjener den



Fig. 37. Ismasser i det høje Nord.

kyndige Rejsende som et Kort, hvorefter han orienterer sig; efter de mørke Stribers Stilling og Udstrækning véd han selv paa Afstande, hvor hen hans Øje ikke kan række, at bedømme, hvilken Retning der giver ham mest Udsigt til aabent Vande og videre Fremtrængen.“ (Weyprecht.) Isblinken er paa en vis Maade en Advarsel til Sømanden om at sky Ishavets Farer og disse Rædselsregioner; trænger han ligefuldt videre, finder han sig snart omringet af større og mindre Masser Drivis, Blænkere, der sværme



Fig. 38. Isblinken.

mange Dage foran Isens Hovedarmé. Disse Isflager, hvis Størrelse kun er middelmaadig, ere i Regelen samlede i lange Rækker, som Skoresby kalder „Søstrømmen“; de beskytte Skibene mod Havets Dønning, men blive undertiden sprængte ved Stormene, dele sig i flere Strømme og drive da ligesom paa egen Haand ud i Oceanet, hvor de lidt efter lidt splittes. Man træffer ofte store, uoverskuelige Flader af slig, søndersplittet Is; det er smaa Isstykker af

nogle Centners Vægt, og Havet er ofte saa fuldstændig dækket med dem, at Skibet undertiden næppe kan presse sig igjennem.

Polarhavets Is maa indordnes under tvende forskjellige Arter, Fladisen og Bræisen; den første danner Ismarken, den anden Isbjærget; den førstes Fremkomst maa søges paa selve Havet, den andens paa Fastlandet. Det har været meget omtvistet, om der kunde danne sig Is paa det aabne Hav, men selve Kjendsgjerningen er bevist ved Skoresbys Iagttagelser. Under en tilstrækkelig Kulde danner der sig Iskrystaller, som ligne fin Sne, lidt efter lidt dæmpe Havets Bølger og fremkalde Istavler paa 3—4 Tommers Gjennemsnit, som nu skyde og slutte sig sammen. Havets Bølgegang hindrer næsten altid Forekomsten af et stort, fast Isdække. Kun i rolige Bugter danner der sig med stærk Frost allerede efter en Nats Forløb et fast Isdække paa et Kvarters Tykkelse, og dette Dække kan med Tidens Løb naa en Mægtighed af mange Fod. Det er klart, at Frosten først maa fremkalde en jævn Flade; men de egentlige Ismarker vise sig næsten aldrig saaledes; de have tvært imod talløse Ophøjninger og Fordybninger, i det Hele taget de mest optænkelige og forskjellige Former. Den Omdannelsesproces, som kan forandre Fladerne til slige æventyrlige Former, blev navnlig en Gjenstand for Studium om Bord paa det østerrigske Skib „Tegetthoff“, der laa over et helt Aar indkilet i hine Masser og, prisgivet deres Luner, maatte lade sig drive omkring med dem; Weyprecht, der i Forening med Payer var Fører for denne østerrigske Polarexpedition, har nærmere beskrevet denne Omdannelse fra let til fast Is, fra Iskampe, som i Begyndelsen kun ere enaarige, til Ismarker og Pakis.

„Aarsagerne til alle disse Forstyrrelser maa søges i de stadige og idelige Spring og Revner i Isen; Ismarkerne blive saaledes søndrede i de forskjelligste Retninger, men føjes atter sammen, dog under forandrede Forhold, ved ny Is. Ismarkernes drejende Bevægelser og det herved fremkaldte gjensidige Tryk er fornemmelig Aarsagen til Revnernes Fremkomst; men ogsaa andre Kræfter ere her medvirkende, fremfor alt den idelig vexlende Temperatur. Denne sidste Omstændighed lader sig navnlig iagttage om Efteraaret, naar den gamle Sne er helt bortsmeltet, og Isen enten ligger ganske bar eller dog kun dækket med et løst Lag nyfalden Sne. Naar nu Temperaturen i denne, kun korte Tidsfrist, hurtig

falder, danner der sig utallige Revner, af hvilke Størsteparten rigtignok kun ligger i Overfladen, men enkelte dog gaa saa langt ned, at Vandet pibler frem. Disse Revner ere rent lokale og sprede sig sjælden langt; de gabe mest paa Midten, blive derpaa smallere og tabe sig mod Enderne, og heri ligger Beviset for, at de hidrøre fra Isens egen Sammentrækning. Ved pludselig indtrædende Temperaturfald kan man derfor ogsaa timevis høre en uafbrudt Knitren, Knirken og sagte Knarken. Naar man om Foraaret blotter Isen for Snedækket, vil man næppe kunne finde en Kvadratalens Overflade, uden at den er furet af en eller flere slige Revner.

„Isen maa gjennemgaa Forandringer i Temperaturen fra nogle Grader over Nulpunktet om Sommeren til henved ÷ 50° C. om Vinteren. Navnlig i den sidste Aarstid ere disse Spring i Temperaturen ganske



Fig. 39. Fladisen.

overordentlige; med rask frembrydende sydlige og derpaa vexlende nordlige Vinde kan det hænde, at Temperaturen i Løbet af 24 Timer stiger og falder 40°. Laa nu ikke Snelaget over Isen og som en slet Varmeleder dækkede denne, vilde Virkningen af disse Overgange træde endnu tydeligere for Dagens Lys.

„Denne Temperaturforskjel mellem den kolde Luft for oven og Havvandet neden under, som holder sig paa en næsten uforanderlig Varmegrad, maa søge sin Udjævning inden for selve Islaget. Allerede det forskjellige Snelag og Isens vexlende Tykkelse fremkalder en forskjellig Spænding i samme; dér, hvor opdynget Is eller sammenfyget Sne beskytter det egentlige Isdække mod Lufttemperaturen, maa de raske Ændringer i samme medføre ganske andre Virkninger end paa Steder, som maaske ligge ganske tæt ved, men hvor Isdækket kun har en normal Tykkelse, og Sneen delvis er blæst bort. Andre Forstyrrelser i Ligevægten fremkaldes ved Forskjellen i Isens Tilvæxt. Det er klart, at Isdannelsen gaar langsommere og langsommere for sig, eftersom Tykkelsen stiger. Har der saaledes dannet sig et Spring eller en Vaage i en gammel Ismark, vil Vaagen ganske vist snart lukke sig og Isen her hurtig voxe i Tykkelse; men der er dog en Forskjel tilstede mellem denne Plet og de omgivende Islag, Vandet løfter Isdækket paa denne Plet højere end i de nærmeste Omgivelser, og saaledes er her givet en ny Mulighed for nye Brud og Spring. Enhver Snefygning, enhver Bortfejen af Sneen o. s. v. ændrer Betingelserne for Isens Tilvæxt; der fremtræder saaledes idelige Ændringer i Ismassernes gjensidige Tryk og idelige Forstyrrelser i Ligevægten. Isens Elasticitet og Sammenhængskraft vilde maaske endda kunne modstaa alle disse Paavirkninger, og det vilde maaske endda ikke komme til Brud, hvis der hertil ikke ogsaa kom ydre Paavirkninger, nemlig det Pres og de Stød, som fremkaldes af Vinden og Strømningerne. Under Ismarkernes gjensidige Tryk og Pres opstaar der en Revne, som forplanter sig over hele Fladen, og hvorved den forstyrrede Ligevægt gjenoprettes, til et nyt Spring, der gaar i en hel anden Retning, udjævner en anden Spænding. Dette Spil fortsættes saa længe, til Isen har opnaaet en saa betydelig Middelstyrke, at den nu kan modstaa de ydre Paavirkninger.

„Kun paa denne Maade kan man forklare disse ejendommelige, ofte milelange Spring og Revner, som ofte spalte de største Ismarker.

„Ethvert betydeligt Spring udvider sig øjeblikkelig; det indtrængende Vand driver de splittede Stykker i kort Tid langt fra hverandre. Det er, som om Havet glæder sig over at blive fri for de forhadte Lænker, der hidtil paabød det Ro; det ligesom trækker Vejret dybt, hæver og sænker sig med regelmæssige Dønninger. Større og mindre Stykker af den underste Is stige i Vejret, Vandets Boblen bebuder hver ny Iskamp, som dykker op fra Dybet til Overfladen; under Stormen og Bølgeslaget vælter Blokken frem og tilbage, til den langsomt kommer til Ro. Jo videre Revnen aabner sig, desto mere regelmæssige blive Havets Aandedrag; man tror at se Virkningerne af en fjærn Søgang. Dette kan holde timevis paa og hører i Reglen først op, naar den nye Is, som rask danner sig, har naaet en Tykkelse, der er tilstrækkelig til at kvæle enhver yderligere Bevægelse.

„Dannelsen af slige større Spring og Revner fremkalder et ejendommeligt Indtryk hos Tilskueren; man har kun en Anelse om den Kraft, som driver Fjenderne fra hverandre, og ser i de mægtige Masser, som fjærne sig videre og videre fra hverandre, Virkningen af en ubestemt, fjærntliggende Aarsag. Øjet, som kun er vant til den evige Ensformighed af Hvidt og til de ubestemte, mørke Omrids, ser forundret paa de kulsorte, brede Striber, hvis Linjer tegne sig saa skarpt mod den hvide Rand, og som i nogen Afstand med alle Omgivelser tabe sig i det uafbrudte, dybe Nattemørke. Man glæder sig over endelig engang igjen at se noget andet end Is, Is og atter kun Is, og hilser med Glæde det venlige, næsten halvt glemte Element."

Paa sine Slæderejser fra Sibiriens Kyst mod Nord (1820—23) omtaler Wrangell de ejendommelige Ophobninger af Isflager, som paa den ene Side i skraanende Flader hævede sig til en ganske uhyre Højde, paa den modsatte Side dannede en lodret Væg. Da den berømte russiske Rejsende aldrig selv fik Lejlighed til at iagttage Virkningen af de nys beskrevne Skruninger, kan han kun give en utilstrækkelig Forklaring paa disse mærkværdige Isdannelser; men de ere øjensynlig ikke Andet end Ismarker, som ere spaltede ved Spring, og hvis Brudstykker under lokale Presninger ere skubbede til Siden, have hævet sig over hverandre og saaledes ere skruede i Vejret til hele Bjærge.

Vi have alt omtalt, at naar Havvandet fryser, bliver Saltet tilbage. Denne Udsondring af det krystallinske Havvand kan Hundreder af Gange iagttages paa Polarhavets Isflader. Efter Wrangel, som i det sibiriske Ishav særlig havde sin Opmærksomhed rettet herpaa, fremtræder Søsaltet over de tynde Isflader mest i smaa, næppe en halv Tomme lange og $^1/_4$ Tomme høje Tuer; paa snefri Pletter æder Saltet sig ned i Isen og skjørner denne; hvor Isen derimod er dækket med Sne, stiger Saltet op i samme. Mest nøjagtig har Weyprecht studeret den hele Proces og beskrevet den paa følgende Maade: „Naar Isdannelsen under en stærk Kulde gaar rask for sig, vil der i Løbet af en kort Frist danne sig et stort Antal Krystaller, hvis Salt ikke blot udskiller sig nedad i Vandet, men ogsaa til alle Sider. Følgelig bestaar Grødisen i Begyndelsen af løst sammenhængende Iskrystaller, blandet med den udsondrede Saltlage. Ved de enkelte Iskrystallers paafølgende Sammenfrysning fryser Saltlagen ogsaa sammen med de øvre Lag af denne Is, men naar denne har naaet en vis Tykkelse, skrider den yderligere Dannelse nedad kun langsomt frem; de ny tilkommende Iskrystaller afsætte sig regelmæssig neden fra, ved deres Dannelse udskiller Saltet sig simpelthen næsten ganske fuldstændig nedad, gaar over i Vandet, og Indfrysningen af Saltet hører hermed næsten ganske op.

„Allerede efter nogle Timers Forløb begynder den indfrosne Saltlage at krystallisere; Krystallerne skyde i Begyndelsen kun pletvis frem som Smaaknipper, men voxe og tiltage rask i Antal; den glatte Overflade af den nye Is ligner snart en frossen Eng, hvor hist og her Græstuernes rimklædte Spidser rage op; de fine Naale forlænge sig, rykke tættere og tættere sammen, og allerede efter 24 Timers Forløb har der paa den nye Is dannet sig et Saltlag paa en Linjes Tykkelse og saa tæt, at den Uindviede maa tro, at det har snet.

„Naalene bestaa imidlertid ikke af rent Salt, det er meget mere Isnaale, som bære Saltkrystallerne. Jo tykkere den unge Is bliver, desto ringere Paavirkning udøver det forholdsvis varme Søvand paa Isens øvre Lag, desto dybere synker altsaa ogsaa Temperaturen i den indfrosne Saltlage. Da Saltvandets Frysepunkt ligger desto dybere, jo større Mængder Søsalt det indeholder, kommer altsaa ved Temperaturens Fald mere og mere mættet Lage til

Frysning, men Iskrystallerne ere stadig blandede med Saltkrystaller. Den tiloversblivende Lage bliver efterhaanden saltere og saltere og nærmer sig mere og mere det Punkt, da den ved sin overordentlige Saltholdighed kan trodse selv de højeste Kuldegrader. Paa Overfladen bliver saaledes en meget concentreret Saltlage tilbage, som holder Isen fugtig mange Dage igjennem og bevarer dens Sejghed. Først lidt efter lidt krystalliserer Saltet fuldstændig dels ved Fordunstning, dels ved Opsugning af det Vand, Saltet hidtil har holdt bundet, dels ved Rimfrost og sammenfyget Sne, og først nu bliver Isen skjør.

„Naar man paa et tidligere Stadium, saa længe der endnu ikke er faldet frisk Sne, gaar over en ny Isflade, vil den, som er ukjendt med Forholdene, undre sig over at se hvert af sine Fodspor tegne sig paa det hvide Dække som i smeltende Sne, og han vil ikke kunne fatte, hvorledes det er muligt, at Sneen kan være paa Tøpunktet under en Temperatur af ÷ 40° eller mere. Dog den Fugtighed, som samler sig i hans Fodspor, er ikke Vand, men en meget concentreret Saltlage, der i Tidens Løb langsomt opsuges."

Vende vi nu atter tilbage til en Betragtning af den egentlige Havis eller Ismarkerne, træffe vi dem hyppig af et forbavsende Omfang. Ismarker paa flere Mils Størrelse, Flader, hvor en lille tysk Forbundsstat godt kunde finde Plads, ere ingenlunde Sjældenheder. Fra Polarhavet kommer denne Havis dels ned mellem Øerne nord for Amerika, dels langs Grønlands Østkyst og kaldes Storisen. Efter Skoresbys Beretninger kan der ikke tænkes noget Rædselsfuldere end Sammenstødet mellem tvende slige Ismarker, der hyppig bevæge sig med en Fart af en Fjerdingvej eller mere i Timen. Den pludselig hemmede Bevægelse af slige Masser paa mange Tusende Millioner Centners Vægt fremkalder mekaniske Ødelæggelser, som overgaa enhver Forestilling. Med Rette erklærer Skoresby, at det stærkeste Skib lige saa lidt vil være i Stand til at modstaa Sammenstødet af to Ismarker, som et Blad Papir formaar at hindre en Bøssekugles Flugt.

Isbjærgene skylde Polarøernes Isbræer deres Oprindelse. Naar Bræisen, som Tilfældet er i Grønland, Spitzbergen, Franz-Josephs Land, langsom skyder ud i Havet, vil sluttelig uhyre Iskampe brække af som Følge af Havbundens Beskaffenhed og Forskjellen mellem Isens og Vandets forskjellige Vægtfylde. Disse

svømmende Isblokke omtumles af Vejr, Vind og Strøm og udgjøre de Isbjærge, som faretruende drive omkring i Polarhavene, til Skræk og Rædsel for Sømanden. Ogsaa her kunne vi lægge Weyprechts Forskninger til Grund for vor Fremstilling.

„Den eneste Aarsag, som fremkalder Iskampens Løsning, er Forskjellen i Vægtfylde mellem Isen og det af samme fortrængte Vand. Saa længe Isen er tungere end det sidste, vil Bræen skyde sig videre frem langs Bunden og stadig dykke dybere ned, til Is og Vand holde hinanden Ligevægten. Fra dette Punkt bliver Isen imidlertid lettere og lettere end det fortrængte Vand og lider et Tryk opad, som tiltager under den yderligere Fremskydning, til det bliver i Stand til at overvinde Isens Sammenhængskraft. Bruddet sker fra neden opad, og det afbrudte Stykke svømmer nu bort. Paa en meget stejl Kyst lader den modsatte Proces sig meget vel tænke, nemlig at Stykker løsne sig ved deres egen Tyngde, inden Isen er dukket saa langt ned, at den er bleven lettere end det fortrængte Vand. Saaledes danner der sig megen „Kalvis", men intet Isbjærg. Dette kan dog, som sagt, kun finde Sted, hvor Havbunden fra Bræens Underlag hurtig falder brat ned, og den først beskrevne Maade er vistnok den normale. Idet Bræen naar Strandbredden og saaledes forlader det Leje, hvori den hidtil har været indeklemt, breder den sig ud og bliver hurtig fladere. Gaar Bræen nu ud i et grundt Hav, som kun langsomt tiltager i Dybde, skyder den sig altsaa forholdsvis langt ud, ville de Isbjærge, Bræen afsætter, kun blive smaa, være blotte Brudstykker. Dette er f. Ex. Tilfældet ved hele Novaja-Semljas Vest- og Nordkyst og ved Spitzbergens Sydkyst. Brædannelsen er her fuldt saa udviklet som i andre nordlige Egne, og enhver Dal, som blot har et nogenlunde stort Inderland, sender sin Bræ ud i Havet; men disse Bræer afsætte ikke mere Isbjærge i Ordets egentlige Forstand, men kun Brudstykker af samme. Spidserne af Bræerne ere ikke særdeles høje og stærkt medtagne. Hvor varme Vinde, Havstrømme eller det aabne Hav medfører særdeles megen Varme, hvad der f. Ex. er Tilfældet ved Novaja-Semljas Vestkyst syd for den 75° n. Br., ophører endog hele Forekomsten af svømmende Is, naar Bræen da ikke er særdeles mægtig. I slige Tilfælde mindskes Bræen dels ved Bortsmeltning, dels ved Løsningen af Blokke, som strande i



Fig. 40. Isbræ og Isbjærges Dannelse ved Magdalenabugten (Vest-Spitzbergen).

det grunde Vand, lidt efter lidt henvejres ved Luftens og Vandets Varme, eller males til løse Brudstykker og skylles bort.

„Af det Udviklede fremgaar, at der i Have med flade Kyster kun kan afsættes store Isbjærge, naar Inderlandet har en saadan Udstrækning baade i Højde og Form, at det kan sende sine Bræer paa en vid Strækning langt frem i Havet. Oprindelsen til hine kæmpemæssige Isbjærge, som have et Omfang af en Mil og derover, rage 200 Fod op over Havet og maaske stikke 1000 Fod dybt eller mere, maa vi søge i de af dybe Have beskyllede, polare Bjærglandskaber."

Det nordlige Atlanterhavs Isbjærge komme dog især fra Grønlands Vestkyst. Den største Isbræ her er Humboldtsbræen, som har en Bredde af 13 Mil og en Højde af 300 Fod, hvor den udmunder i Smithsund; de fleste Isbjærge komme dog fra fem Fjorde i det nordlige Inspektorat. De største Isbjærge findes altsaa i Davisstrædet; det er Kolosser undertiden paa $^1/_2$ Mils Længde, $^1/_4$ Mils Bredde, over 100 Fods Højde og mere end 400 Fods Dybgaaende. Læssede med Sten og Grusmasser vandre de mod Syd ad New-Foundlands Kyster, fortæres lidt efter lidt af en varmere Sols Straaler, skilles her, ofte efter en Rejse paa mere end 2000 Sømils Længde, og afsætte nu deres Grusmasser paa Havbunden. Paa denne Maade blive Grønlands udjævnede Bjærgmasser igjen optaarnede paa Havbunden her langt ned imod Syd, og her vil om Titusender af Aar, saafremt Tilførselen fortsættes, et nyt Land dukke op af Havet, hvis Bestanddele engang i Nærheden af Nordpolen knejsede som trodsige Masser under den isnende Polarnat.

Isbjærgene have oprindelig simple, dristige Omrids, og først gjennem Bortsmeltning og senere Tilfrysning faa de lidt efter lidt de maleriske eller groteske Former, som henrykke Sømanden, men samtidig ogsaa mane ham om at fly disse Iskæmpers umiddelbare Nærhed; thi deres Ligevægt er hyppig kun rent forbigaaende, og den ringeste Hændelse, som Havets Bølgegang eller Løsningen af smaa Blokke, kan rokke den; undertiden kan endog det blotte Slag af en Øxe være tilstrækkelig til, at et mægtigt Isbjærg bragende ramler sammen og dets enkelte Dele styrte ned og begrave de nære Baade under Bølgerne, ja hvor usandsynligt det end lyder, er det ikke desto mindre sandt, at i enkelte Tilfælde er den blotte Lyd af Stemmer nok til at hidføre en Katastrofe. Skoresby for-

tæller, at engang sejlede syv Mennesker i en Konebaad over Isefjord, en Dreng bankede med Aaretollen paa Baadens udspilede Skind, et Stykke af det nærmeste Isbjærg ramlede ned, og Baaden blev reven med i Dybet. Slige Tilfælde maa utvivlsomt henføres til en ulige Spænding i Isen, og saaledes maa man rimeligvis ogsaa forklare den tordenlignende Bragen i disse Iskæmpers Indre. Saaledes fortæller Kaptejn Ross, at han under sit fleraarige sørgelige Ophold paa Boothia Felix (1829—33), saa snart Temperaturen sank under ÷ 22 ° C., hørte Isbjærgenes Knagen, som holdt ved under den voxende Kulde. Lignende Erfaringer gjorde Kane og senere ogsaa Deltagerne i den østerrig-ungarske Polarexpedition paa Franz-Josephs Land. Under fuldstændigt Vindstille og tilsyneladende uden ringeste Aarsag kunde man her se Isbjærgene styrte sammen. Weyprecht har nøje studeret Sammenhængen hermed. „I Begyndelsen," siger han, „saa længe Isbjærget endnu har tilstrækkelig Fasthed og Haardhed, danner der sig blot Revner, og enkelte Stykker løsne sig; men naar Luften og Vandet engang have presset sig helt og holdent igjennem, og Isen saa at sige er smulret, indtræder den Katastrofe, at hele Isbjærget sprænges og ramler sammen under den indre uhyre, men ulige fordelte Spænding, som atter er en Følge af det indsivede Vands Frysning.

„Virkningen af denne Sprængning vil imidlertid næsten altid være indskrænket til den Del af Isbjærget, som er udsat for Luften; den langt større Masse, som er under Overfladen, kan ikke rammes herved, da den er gjennemtrængt af Vand, som ikke fryser og befinder sig under en næsten konstant Temperatur.

„I samme Forhold, som Isbjærget tøer bort, maa det ogsaa hæve sig over Vandet, men da Tabet i Masse jo ikke er ensformig fordelt, flytter Tyngdepunktet sig, Bjærget hælder til den ene eller anden Side og slaar sluttelig om, naar det ikke mere kan holde sig i sin oprindelige Stilling: Isbjærget „kalver". Under Drøn, som kunne høres vidt og bredt, komme alle Omgivelserne i Oprør, Ismarkerne i Nabolaget sætte sig i Bevægelse og knuses mod hverandre, mægtige Stykker af Bjærget løsne sig og dukke hist og her op igjen, under en langsom rullende Bevægelse drejer og vender Kolossen sig og kommer lidt efter lidt til Ro i sin nye Stilling; hvad der før laa over Vandet, er nu Hundreder af Fod under samme, og nye Flader danne nye Angrebspunkter for Luftens opløsende

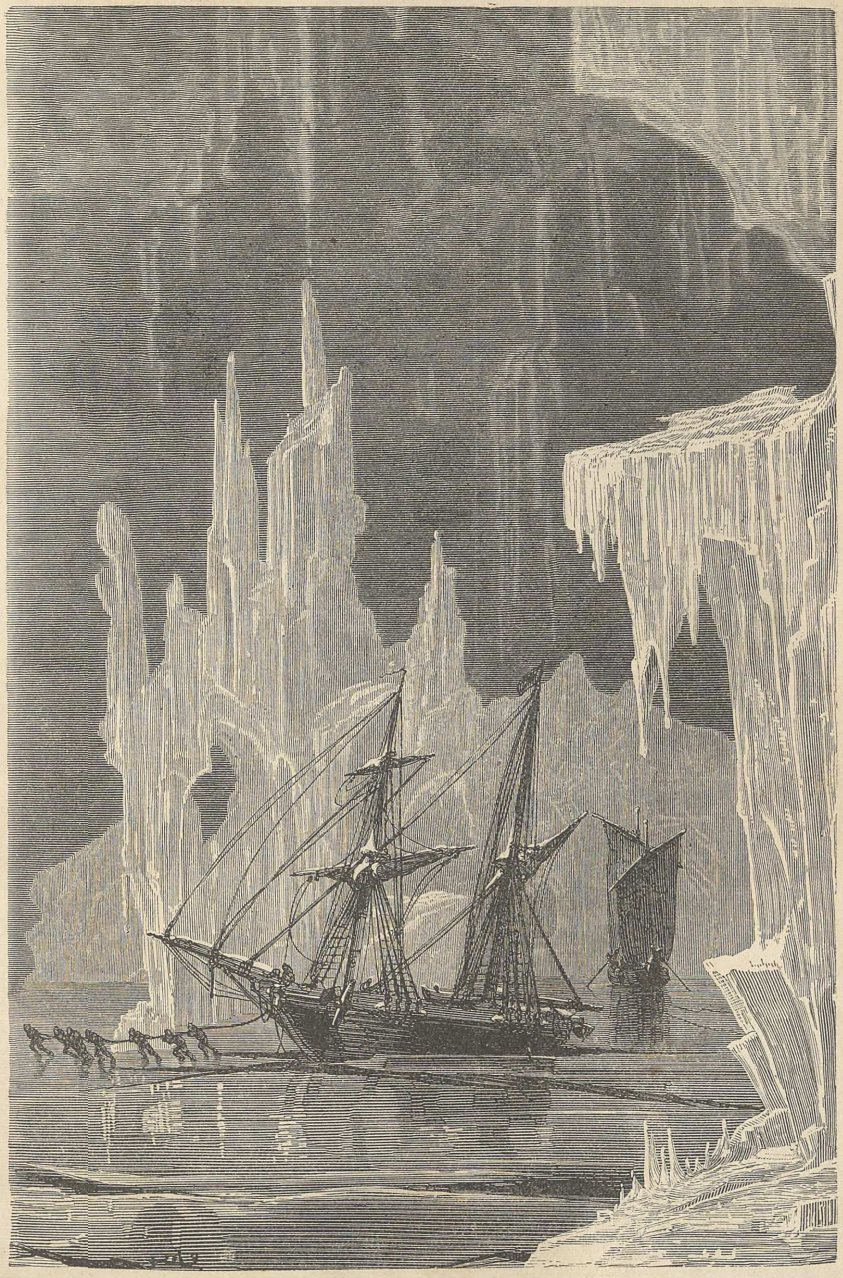


Fig. 41. Isbjærge i Nordpolaregnene.

Kræfter. Hvert Isbjærg, hvor stort det end maa være, vil tidligere eller senere blive sønderdelt paa denne Maade. Hvert Aar med Kuldens Indtræden fornyes disse Sprængninger i Bjærgets Indre, snart brydes blot enkelte Dele løs, snart splittes hele Masser i Stumper og Stykker, og hver Sommer vender og drejer Solen ved sin ulige Virkning det klodsede Uhyre, bringer frem for Dagens Lys og ødelægger Masser, som forud slumrede langt nede i Dybet i en tilsyneladende Sikkerhed. Ødelæggende styrter Luften over hvert nyt Brud og nager begjærlig sit nye Offer."



Fig. 42. Et Isbjærg med en af Brændingen dannet Hule. (Sydlige Ishav).

Sydpolarhavets Isbjærge afvige i Udseende og Form ganske fra Nordpolarhavets; de ere flade og tavleformige med bratte og lodrette Brinker paa omtr. 200 Fods Højde og have paa Oversiden et hvidt Snelag, som af idelige Snebyger holdes rent og uplettet. Parallelt med Bjærgets Overflade løber en Mængde matblaa Linjer, adskilte ved hvide Mellemrum; øverst oppe er Afstanden mellem dem en Fod eller mere, men denne Afstand formindskes gradevis, indtil den ved Vandgangen kun er omtrent 3 Tommer. Disse blaa Striber bestaa af klar Is, de hvide indeholde rimeligvis Luftblærer. Lagdelingen er i Almindelighed regelmæssig

og vandret, de forekommende Uregelmæssigheder kunne uden Undtagelse forklares som Virkninger af Bølgernes Magt og Isens Smeltning.

Skjønt disse Isbjærge ere saa vidt forskjellige i Udseende fra det nordlige Ishavs, have de dog vistnok selv samme Oprindelse, deres Vugge har ogsaa staaet paa Landjorden, paa de mange mindre Øgrupper, som omgive Sydpolen. Med Undtagelse af den ved Kaptejn James Ross (1841—42) opdagede vulkanske Kjæde med Toppe paa 15000 Fod ere disse Sydpolarstrækninger lave og næsten ganske begravede under et mægtigt Snedække; thi her er

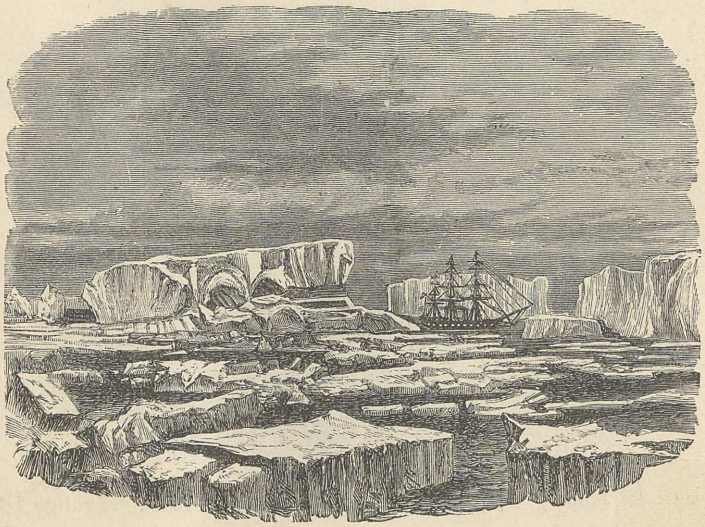


Fig. 43. Challenger i Isen (Sydishavet).

en stærk Nedbør, altid under Form af Sne. Dette Snelag sammenpresses nu som en tæt og fast Masse og skyder sig ud i Havet, hvor det ender med en flere Hundrede Fod høj Brink; det er i Regelen kun Brinken af dette Sne- og Isdække, som de Søfarende se, der vove sig ind i disse frygtelige Udørkener. Uden altsaa at være omdannet til en egentlig Isbræ skyder Snemarken ud i Havet; efterhaanden som den trænger længere frem, løsrives store Dele, og vi faa saaledes de oven beskrevne tavleformige Isbjærge. Den af Striberne antydede Lagdeling betegner vistnok de efter hinanden

følgende Snelag, som lidt efter lidt ere delvis smeltede, atter frosne og saaledes sluttelig omdannede til fast Is. Det sydlige Ishav kan opvise sande Kolosser af de her beskrevne Bjærge. Kaptejn Nares, Challengers første Fører, omtaler Isbjærge paa 3 engelske Mil i Længde og 200 Fods Højde; de stak altsaa mindst 1200 Fod dybt.

Vi have hidtil kun haft de tvende Ishave for Øje, men ogsaa i mange Have under de mere tempererede Egne spiller Isen en vigtig Rolle; Fremtoningerne fra Polarhavene gjentage sig her under mindre Forhold og med mindre Fare. I Østersøen opstaar hver Vinter Is i betydelig Mængde, og der danner sig et Isdække, som forbinder Øerne med Fastlandet. Ålandsøerne kunne paa en vis Maade sammenlignes med Pillerne til en mægtig Bro, som om Vinteren hyppig forbinder Finland med Sverige. I Marts 1809 gik en russisk Hær paa over 20 000 Mand, et umaadeligt Antal Slæder med Proviant, Brænde og en hel Maaneds Krigsfornødenheder over til Ålandsøerne, ja Fortroppen naaede endog videre frem til selve Sveriges Fastland, hvor hen den ringe svenske Garnison ogsaa heldig reddede sig; samtidig gik en anden russisk Hær paa 7000 Mand over Quarken (den nordlige Snævring af den bottniske Bugt) og naaede, skjønt med store Tab, til Norrland. Slige Forhold sætte os dog ikke i videre Forbavselse, da noget Lignende kan indtræde i Østersøens sydligere Dele; i Aaret 1323 herskede t. Ex. en saa stor Kulde, at man kunde gaa over Isen fra Kjøbenhavn til Danzig. Ogsaa over Sundet og Bælterne kan Isen slaa en mægtig Bro; vi behøve her kun at minde om Karl X Gustavs Marche over Lillebælt fra Hejlsminde til Tybrind i Nærheden af Wedellsborg (30te Januar 1658), hvorved dog et Par Kompagnier forsvandt under den bristende Is, og om Fortsættelsen af hans forvovne Tog fra Svendborg til Langeland og her fra til Grimstedgaard (nu Frederiksdal) paa Laaland (6te—7de Februar).

Den her beskrevne Kystis spiller en ikke uvæsentlig Rolle. Den fryser nemlig fast til Bunden, og naar Isen ved Tøbruddet kommer i Drift, tager den let noget med af denne. Et Skib, som sank paa Kjøbenhavns Réd 1807, blev undersøgt 1844, og fandtes dækket af Sten. I Vinteren 1864—65 blev Isen i Løbet af et Kvarter skruet op til en Højde af 10—15 Alen paa Taarbæk Strand, $1^1/_2$ Mil nord for Kjøbenhavn, og paa den flade russiske Østersøkyst er den

undertiden bleven presset 1000 Fod ind i Landet og har dannet hele Stenvolde af 7—8 Fods Højde.

Ogsaa Kattegat, ja maaske endog Skagerak kan lægges helt til; i Vinteren 1408 skulle saaledes talrige Ulve fra Norge være komne over til Jylland. Vanskeligere falder det derimod at tro, at det sorte Hav 1401 skal have været tillagt, og fuldstændig usandsynligt forekommer det os, at man i Vinteren 763 skal have kunnet passere det tilfrosne Stræde ved Dardanellerne, eller at det joniske Hav i Aaret 860 har været hyllet i et Isdække. Slige gamle Beretninger, der melde saadanne Undere, savne i de fleste Tilfælde Troværdighed, og i hvert Fald kunne de ikke siges fri for Overdrivelser.

7 Havets Bevægelser.

Havet har man i Modsætning til Fastlandet med Rette betegnet som det evig bevægelige; thi Havspejlet hviler i Virkeligheden ingen Sinde i fuldstændig Ro. Og selv naar vi fra Overfladen fordybe os i hine Oceanets gruvækkende Dybder, i hine mørke, uhyggelige Regioner, hvor hen det vildtoprørte Oceans Bølgeslag aldrig naa, finde vi heller ikke her nogen absolut Ro; thi de ikke udjævnede Temperaturforskjelligheder fremkalde en sagte, men stadig Omvexling af Vandlagene for at gjenoprette den forstyrrede Ligevægt. Betragte vi Havets Overflade, kunne alle Bevægelser, som foregaa her, efter deres Art inddeles i tre forskjellige Klasser, den saa vel bekjendte Bølgebevægelse, Tidevandet (Ebben og Floden) og Havstrømningerne.

Aarsagen til Bølgebevægelsen er Vinden, i det Hele taget de ulige Tryk paa forskjellige Dele af Havfladen, i enkelte Tilfælde ogsaa en Rystelse af Havets Bund. Vindstødet fremkalder nærmest en Krusning af Havfladen; men under en vedvarende Paavirkning opstaar snart en stærk Gyngning, en svingende Hævning og Sænkning, som med Vindens tiltagende Heftighed sluttelig fremtræder som hine mægtige Bølger, der af en opskræmmet Fantasi sammenlignes med Bjærge, og hvis Magt Intet evner at modstaa.

Den gamle Antagelse om Bølgebevægelsens tilsyneladende Fremadskriden har man for længst erkjendt som fejlagtig, og den

modsiges i Virkeligheden ogsaa ved de simpleste Forsøg, ja ved den mest dagligdagse Iagttagelse. Kaster man en Sten i en Dam, paa hvis Overflade der svømmer nogle Blade, ser man, at disse vel hæve og sænke sig, men ikke forandre Plads. En Fremadskriden af de bølgeformig bevægede Vanddele finder altsaa aldrig Sted som en Følge af denne Bevægelse; hvad man kalder Bølgens Hastighed, er altsaa ikke Hurtigheden af Vanddelenes Fremadskriden, men den Tid, som forløber paa et Punkt, til to Bølgebjærge følge efter

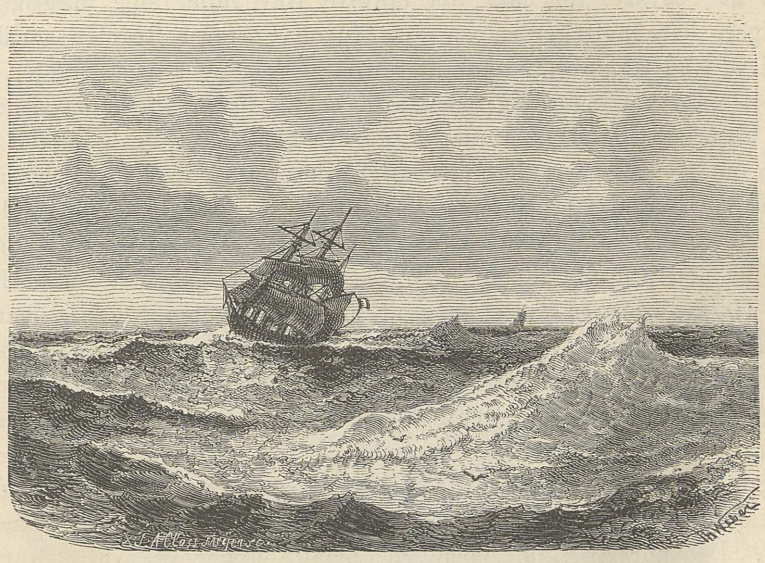


Fig. 44. Dønningen.

hinanden; jo større Bølgerne ere, desto hastigere skride de videre og lade de mindre blive bag sig, saa at den Skuffelse gjør sig gjældende, at de sidste blot bevægede sig paa Havets Overflade, de større derimod under samme.

Den store, lange og brede Bølgegang, som man iagttager i rum Sø og som skrider frem med majestætisk Afmaalthed, kaldes Dønningen; den danner, om man saa tør sige, Underlaget for de mindre Bølgesystemer, som skyldes lokale Vinde. Dønningen fremkaldes af langt bortliggende Aarsager, er den sidste Udløber af de Bølgebevægelser, som fremkaldes af Storme i Hundreder af

Miles Afstand, og som maaske alt længst have lagt sig. Ret imponerende viser Dønningen sig ved visse Havkyster, hvor de herskende Passatvinde blæse. I Almindelighed er Bølgebevægelsen dog uregelmæssig, fordi, som Reclus udtrykker sig, „intet Vindpust gaar tabt for dette bevægelige Element, og Bølgernes Mangfoldighed bærer kun Vidne om den ikke mindre store Mangfoldighed i Luftstrømningerne, som have fremkaldt dem."

Man opkaster hyppig det Spørgsmaal, hvilken Højde vel de største Bølger ude paa Havet kunne naa. Spørgsmaalet er vanskeligt at besvare, thi naar det oprørte Hav ruller sine mægtigste Bølger, har Iagttageren paa det truede Fartøj i Regelen ganske andre Ting at bestille end at vurdere Bølgebjærgenes Højde. I hvert Fald kan man dog paastaa, at ældre Fortællinger om taarn- og bjærghøje Bølger ere stærkt overdrevne. Skoresby beretter, at han under en Storm paa det atlantiske Ocean har set Bølgerne hæve sig 24 Fod over Havspejlets Mellemhøjde, men lægger samtidig til, at han ikke mindes nogen Sinde at have set en mere oprørt Sø, og den prøvede Sømand havde netop under denne Storm særlig sin Opmærksomhed rettet paa at anslaa Bølgehøjden, saa hans Angivelser besidde stor Værd. I øvrigt maa man heller ikke forglemme, at et Bølgebjærg ikke kommer alene, men foran sig og bag sig har en lige saa dyb Dal, hvorved den bølgende Vandmasse faar et dobbelt storartet Udseende. I det af Skoresby iagttagne Tilfælde hævede Bølgebjærgene sig, helt bortset fra den opsprøjtende Bølgekam, omtrent 43 Fod over Bølgedalen, hvori Skibet var skudt ned. Det norske Skib „Vöringen" maalte under en sydlig Storm (Juli 1876) Bølger paa 25 Fod. I det sydlige Polarhav fandt Wilkes Bølger paa 32 Fods Højde, og Bølger af samme Højde skulle ikke sjælden forekomme ved Kap Hoorn. Syd for det gode Haabs Forbjærg, hvor det atlantiske Oceans Bølger brydes med det indiske Oceans, skal efter enkelte Sømænds Udsigende Orkanen kunne optaarne Vandbjærge paa 48 Fod, ja Dumont d'Urville fortæller endog at have iagttaget Bølger paa 100 Fod; selv om man imidlertid antager, at der her er ment Højden fra det dybeste Punkt i Bølgedalen til Bølgebjærgets højeste Top, overstiger den angivne Højde dog endnu langt alle tilsvarende Vurderinger.

I det Hele tør man vistnok fastlaa, at de højeste Bølger under stormende Sø næppe overstige 40 Fod. Ved den spanske Sø angives

36 Fod, Maximum i Middelhavet er 14 Fod, i Vesterhavet $13^1/_2$ Fod. To Bølgebjærges indbyrdes Afstand beror paa deres Højde og beløber sig ved de største Bølger omtrent til det Tolvdobbelte af Højden. Ved Bølger paa 25 Fods Højde have Dalene altsaa en Længde paa 300 Fod, og man kan herefter gjøre sig en Forestilling om disse oprørte Vandmassers imponerende Udseende. Bølgernes Længde er meget ulige; i meget oprørt Hav kan den naa mere end 300 Fod, ja i den stormfulde spanske Sø (Bugten ved Vizcaya) har man set Bølger, hvis Længde ansloges til 1000—1200 Fod.



Fig. 45. Bølgernes Højde ved det gode Haabs Forbjærg.

Lige saa forskjellig er ogsaa den Hurtighed, hvormed Bølgebevægelsen i de enkelte Tilfælde skrider frem. Ved en jævn Vind beløber den sig til 2—3 Mil i Timen; men Orkanbølgernes Hurtighed er dog langt større; i det aabne Hav anslaar James Ross den til 19 Mil i Timen, dog synes Hastigheden selv under heftige Orkaner i Gjennemsnit ikke let at overstige 10 Mil i Timen. En saadan Bølge vilde altsaa kun behøve 23 Dage for at tilbagelægge sin Vej rundt om Kloden. Dette er naturligvis umuligt paa Grund af de mellemliggende Fastlandsmasser, men de af Jordskjælv fremkaldte

Bølger have dog hyppig maalt hele det store Oceans Bredde. Det fordærvelige Jordskjælv, som d. 13de Avgust 1868 ødelagde Staden Arica i Sydamerika (Peru), satte det store Oceans uhyre Vandmasser i Svingninger, og en mægtig Bølge gjennemløb i 15 Timer og 19 Minutter Vejen fra Arica til Chathamøerne; denne Afstand er 5520 Sømil, og Bølgernes Hurtighed beløb sig saaledes i hvert Sekund til 590 Fod. Lignende Bølgebevægelser fremkaldtes ved Jordskjælvet i Iquique (Peru) den 9de Maj 1877. Naar i øvrigt Betingelserne ellers ere lige, afhænger Bølgernes Hurtighed og Størrelse af Havets Udstrækning og Dybde, og man kan saaledes fra hine slutte sig til disse. Ad denne Vej finder man t. Ex. det store Oceans gjennemsnitlige Dybde til 11 200 danske Fod; i mindre og mere grunde Havdele, t. Ex. Vesterhavet og Østersøen, kan der altsaa aldrig rejse sig Bølger paa hine Højder, som man har iagttaget i det atlantiske eller store Ocean.

Den Dybde, hvortil Havet oprøres af Bølgebevægelsen, afhænger naturligvis af Bølgernes Højde; ved de højtgaaende Bølger drages ogsaa de dybere Vandlag ind med i Svingningen; men hvor langt denne Bevægelse strækker sig ned, er endnu ingenlunde nøjagtig udforsket. Efter visse Forsøg af Siau kan Havets Overflade-Bevægelse endnu spores paa 570 Fods Dybde, ja efter Brødrene Webers Forsøg naa Vandets Svingninger ned til en Dybde af 350 Gange Bølgehøjden. Hermed staar den Kjendsgjerning i god Overensstemmelse, at Havet sætter Brændinger mod Klipper, som ligge hundrede Fod eller endnu mere under Havfladen, og saaledes forklares ogsaa den Krapsø, der opstaar, hvor Havbunden sætter en Hindring mod dybere Bølgebevægelser. Herhen hører maaske ogsaa den af Franskmændene saakaldte „Flodrotte“ (ras de marée). Denne mærkværdige og frygtelige Fremtoning viser sig paa nogle Kyster saaledes, at pludselig med rolig Luft stiger en Bølge op af Dybet og river alt, hvad der kommer inden for dens Omraade, ud i Dybet; antager man nemlig, at der paa hine Steder hæve sig lodrette Klippemasser som stejle Vægge op fra Havbunden, og at undersøiske Bølger med stor Voldsomhed prelle mod disse Vægge, maa der finde en Opløftning af Vandmasser Sted, hvad „Flodrotten“ virkelig ogsaa udviser. Efter det oven for Udviklede ville Bølger paa 30 Fods Højde sætte Oceanet i Bevægelse til 7000 Fods Dybde; men i Almindelighed er dog Virkningen selv af en stærk oprørt Sø

kun lidet mærkelig, selv i Dybder blot paa 80—100 Fod, og Koralfiskerne betænke sig derfor aldrig et Øjeblik paa at dykke, selv under meget stærkt Bølgeslag, da de af Erfaring vide, at man træffer roligt Vand paa Bunden.

Hvor de fremstormende Bølgers Kraft brydes mod stejle Klippekyster, opstaar en vældig skummende, sydende Søgang. Saadanne Brændinger ere desto stærkere, jo dybere Havet er ved de

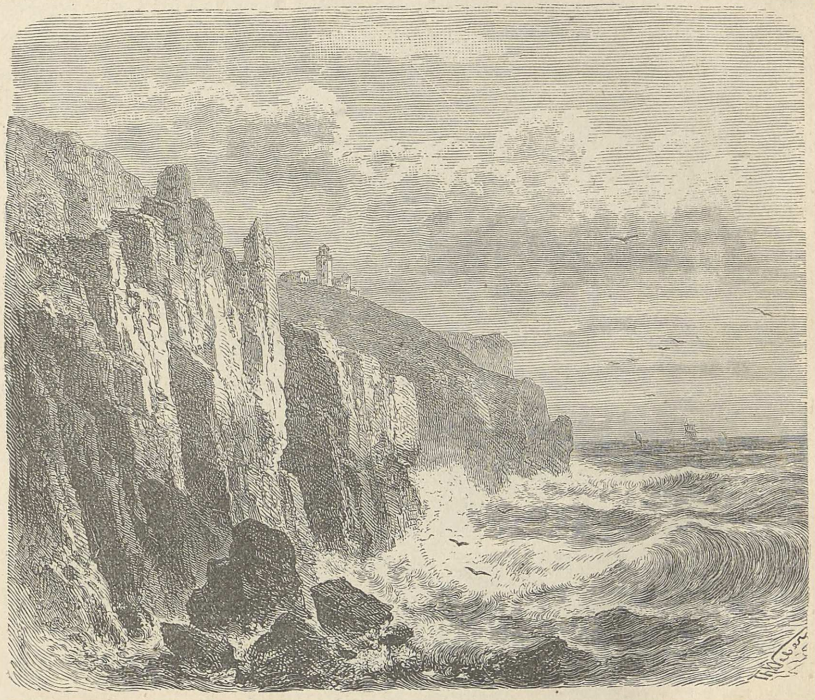


Fig. 46. Brændingen ved Kap Lizard (Cornwall).

paagjældende Steder. Søens Brænding under stormfuldt Vejr er derfor det mest storartede Skuespil, Havet kan yde. Majestætisk rulle de mægtige Bølger frem, slaa tordnende mod Klipperne og ligesom klatre op ad samme, til de endelig igjen styrte ned i Dybet. Imidlertid ere andre Bølger naaede frem og trænge over de tilbagevigende mod Klipperne; knuste til Skum styrte ogsaa disse Vandmasser ned i den vilde Malstrøm, men blive

umiddelbart derpaa igjen med uimodstaaelig Kraft slyngede mod Klippevæggene, for atter og atter at gjentage den vilde Leg. I Fyrtaarnet Bell-Rock i Skotland naa Bølgerne under stærk Storm lige op til Spidsen, ja Fyrtaarnet Eddystone indhylles undertiden fuldstændig af Brændingen, og som et Vandfald bruse Bølgerne ned over Toppen af den klippestærke Bygning. For at give vore Læsere et Begreb om disse fremstormende Vandmassers mekaniske

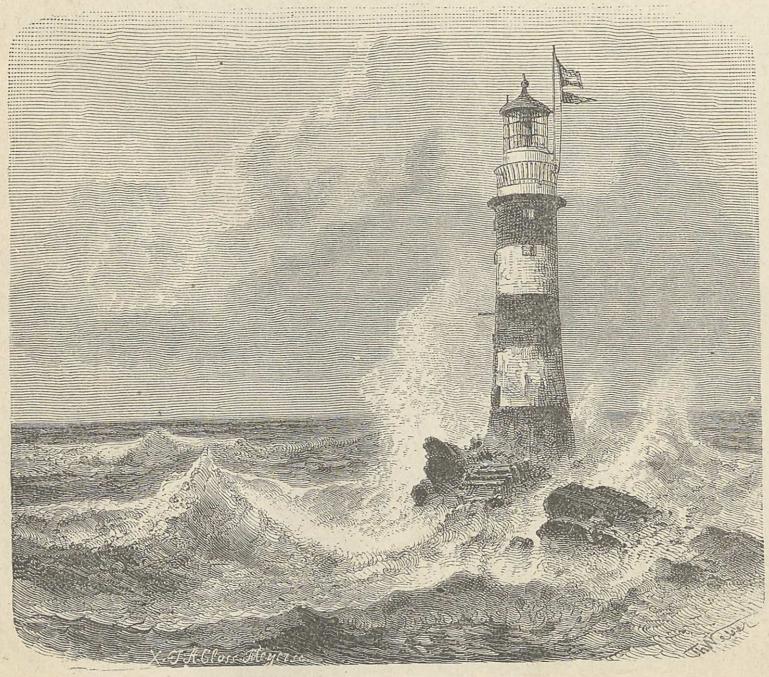


Fig. 47. Eddystone-Fyr i Brænding.

Kraft, skulle vi minde om, at paa Hebriderne reve Bølgerne engang en Stenmasse af 800 Centners Vægt bort fra dens Plads, at ved Calf Point paa Irland blev en Blok paa 200 Centner slynget op paa Stranden, ja Lyell beretter endog, at en Klippe paa mere end 300 Centner af Bølgeslaget blev flyttet 150 Fod op ad en Brink. De Klipper, som synes optaarnede for Evigheden, blive med Tidens Løb ødelagte af Brændingens Magt, men dog trodse vore Fyrtaarne,

som for en stor Del ere rejste paa de farligste Punkter, det mægtige, rasende Hav.

Naar Havet er dækket med Isblokke, er Søgangen ringe, store Bølger formaa ikke at komme op. Dette er i det Mindste en Erfaring fra det nordlige Ishav, som bekræftes af alle Polarrejsende, og man paastaar endog, at uden denne relative Ro vilde et Skib paa en Polarrejse være fortabt. Ganske anderledes synes det at gaa til i det sydlige Polarhav, i det Mindste af og til; vi høre nemlig, at James Ross under sin berømte Sydpolarfart i Polarisen maatte bestaa en Storm, som bragte Ismasserne i et aldeles ubeskriveligt Oprør. De ængstede Sømænd vare omringede af hvirvlende Ismasser, hvis uafladelige Stød bragte Skibet til at brage i alle Fuger, og kunde kun i stum Forventning oppebie den uundgaaelige Katastrofe. Bølgerne havde fuldstændig den samme Højde, som naas paa det aabne Hav, naar det piskes af stærk Storm, men paa Bølgebjærgene som i Bølgedalene kæmpede desuden talløse Ismasser dels indbyrdes, dels med de frem og tilbage tumlede Skibe. Først om Natten aftog Dønningen, og Stødene bleve mere taalelige, saa at dog ingen umiddelbar Fare mere truede „Erebus“, skjønt hvert andet Fartøj vilde være blevet knust inden fem Minutters Forløb. Aarsagen til den formindskede Bølgegang var en Række Isbjærge, som i nogen Afstand omgave begge Ross's Skibe.

Medens vi saaledes i Polarhavene se de svømmende Ismasser virke beroligende paa Oceanets Bølgegang, møde vi i mere tempererede Egne den gamle Erfaring, at Olje beroliger Havets Bølger. Allerede de Gamle kjendte denne Kjendsgjerning, og senere høre vi af Linné, at de hollandske Grønlandsfarere stedse medtoge nogle Fade Olje for at stille Havets Bølger. Franklin, hvem disse Historier vare bekjendte, tænkte meget rigtig, at man først og fremmest burde fastslaa ved Forsøg, hvor meget eller hvor lidt Sandt der var i dem. En stormfuld Dag hældte han altsaa en ringe Mængde Olje ud paa den oprørte Overflade af en Dam og saae til sin Forbavselse, hvorledes Bølgerne lagde sig, efterhaanden som Oljen bredte sig videre og videre; uden for den tynde Oljehinde var der en stærk Bølgegang at se, inden for, eller rettere under samme, forblev Havet glat. I Havbugten ved Tarent har Hugi anstillet tilsvarende Forsøg efter en mere storartet Maalestok

og ofret hele Fade Olje til Neptun; han fandt, at Dønningen blev ophævet herved; ved Nattetid tilintetgjorde Oljen, i Parenthes bemærket, i øvrigt ogsaa Havets fosforescerende Skjær. Brødrene Weber, som mest rationelt have syslet med Bølgebevægelsen, undlode heller ikke at prøve Oljens Paavirkning; de fandt, at de mest forskjellige Oljer i Virkeligheden glatte Vandfladen, idet de rask sprede sig over samme og endog støde smaa Legemer bort. Et Forslag om at drage praktisk Nytte af denne Oljens „beroligende" Virkning og saaledes redde Skibe i Havsnød, er ganske vist hyppig dukket frem, men det vilde være taabeligt at diskutere samme for Alvor. Et Skib, som omtumles af Stormen, bliver ikke liggende paa én Plet, men netop revet videre, og det kan derfor sandelig kun lidet nytte, om nogle Hundrede Kvadratalen blive dækkede med en Oljehinde, helt bortset fra den Omstændighed, at til Dato har endnu Ingen studeret Oljens Virkning paa det aabne Oceans stormende Bølger.

8. Tidevandet.

To Gange i Døgnet vil det aabne Hav i Regelen langsomt hæve sig og atter drage sig tilbage; det første kaldes Flod, det sidste Ebbe, og den hele Fremtoning med ét Navn „Tidevandet". Naar man i Flod- eller Højvandetiden dvæler ved Stranden, vil man en Stund ikke lægge Mærke til nogen Forandring i Vandstandens Højde. Dog lidt efter lidt naa de uafladelig vexlende Bølger ikke nøjagtig frem til den yderste Pynt, de dog endnu for nogle Minutter siden beskyllede; Vandspejlet synker stadig mere og mere, Havets Bølger trække sig øjensynlig tilbage fra Strandbredden, og Havbunden bliver paa større eller mindre Strækninger lagt tør. Lidt efter lidt har Vandet paa denne Maade naaet sin laveste Stand, Ebben er indtraadt, og derpaa begynder Vandet igjen langsomt at stige. Den hele Fremtoning medtager en Tid af omtrent tolv Timer, i sex Timer falder Havet, og i sex Timer stiger det.

Der gives næppe noget Skue, der i højere Grad kan sætte Menneskeaanden, den rastløs granskende Forstand i Bevægelse end Synet af den vældige frembrusende Flod eller Vandspejlets Synken 30—50 Fod under dets nylige Stand. Man aner en hemmelighedsfuld,

mægtig Kraft, paa hvis Bud Oceanernes umaadelige Vandmasser lydig vige tilbage eller gaa frem.

De Gamle vare ingenlunde ukjendte med denne hele Fremtoning, og allerede Pytheas fra Massilia skal have udtalt, at Havet har sin Flodtid med tiltagende Maane, sin Ebbetid med aftagende. Det er nu rigtignok ikke rigtigt, men det er dog



Fig. 48. Efter Stormfloden 1834 paa Halligerne.

ligefuldt interessant at se, hvorledes denne gamle græske Rejsende allerede havde en Anelse om Tidevandets Forbindelse med Maanen. Phønicierne, disse Oldtidens Englændere, kunne ikke have været ubekjendte med den her omhandlede Fremtoning; thi da de maatte passere en stor Del af Vestevropa for at naa frem til Ravkysten, hvad enten man nu vil søge denne ved Vesterhavet eller mulig i Østersøen, ved det kurische og frische Haff, maa de paa deres

besværlige Farter ofte nok have kæmpet mod Ebbens og Flodens Virkning, og dette mægtige Naturfænomens lovbundne Regelmæssighed kan umulig være undgaaet deres Opmærksomhed. Dog Phøniciernes Erfaringer kom ingen anden Nation til gode; de beholdt ensidig deres egne Interesser for Øje, og saaledes hemmeligholdt dette driftige Kystfolk sine indsamlede Erfaringer for alle Naboer. Vi se derfor ogsaa Alexander den Stores Sømænd komme i den største Bestyrtelse, da Flaaden, som ved Højvande havde kastet Anker ved Indusflodens Munding, ved det paafølgende Lavvande kom til at ligge paa det Tørre. Den berømte Aristoteles, Alexander den Stores Lærer og Pytheas's Samtidige, kunde heller ikke udgranske Sammenhængen med de vexlende Strømninger i Euripos, det smalle Stræde, som skiller Øen Euböa fra det græske Fastland, og de følgende Slægter tyktes den samme Fremtoning saa uudgrundelig, at det Sagn kunde opstaa, at Aristoteles havde søgt Døden i Euripos med de Ord: „Kan jeg ikke forstaa dig, saa forstaa du nu mig!“ Middelalderen plagede sig naturligvis ikke med at finde Forklaringer paa Naturfremtoninger, og først hos Galilei og Kepler finde vi Forsøg paa at klare Aarsagerne til Tidevandet. Dog det er overflødigt her at gaa nærmere ind paa disse Forsøg, og vi ville derfor kun bemærke, at selv den geniale Kepler i den Grad tvivlede paa Muligheden af en mekanisk Forklaring af Tidevandet, at han i ramme Alvor udtalte, at Jorden var et med Fornuft begavet Udyr, hvis Aandedrag, Søvn og Opvaagnen fremkaldte Ebben og Floden. Først den store Newton udfandt den sande Grund til den hele saa hemmelighedsfulde Fremtoning, idet han paaviste, at Tidevandet var en nødvendig Følge af den almindelige Tiltrækningskraft. Før vi imidlertid gaa nærmere ind paa Theorien, maa vi først lidt nøjere betragte selve Fremtoningen.

Den Bevægelse i Havspejlet, vi betegne med Tidevandet, viser sig ved alle de Kyststrækninger, som umiddelbart berøres af Oceanerne. Ved de bratte Kyster synker Havspejlet i Ebbetiden, ved flade Kyster viger Søen tilbage, ja paa en meget flad Strand fjærner Vandet sig undertiden milevidt. Vandets Tilbagevigen foregaar i Begyndelsen langsomt, derpaa mere hastig og sluttelig igjen langsomt. Efter omtrent 6 Timers Forløb ophører Vandstandens Fald, Lavvandet er indtraadt, og omtrent et Kvarters

Tid er Vandspejlet nu uforandret. Derpaa stiger Havet igjen, i Begyndelsen langsomt, derpaa raskere, sluttelig igjen langsommere, til Højvandet er indtraadt, og med dette igjen en Hvilestund paa omtrent et Kvarter. Disse Pavser i Havets Bevægelser kaldes Stillevande.

Hvor Havspejlets Bevægelser ikke hemmes af Øer, Stræder eller Lignende, hvor altsaa Tidevandet kan fremtræde med den størst mulige Upaavirkethed, kan man skjelne tre forskjellige



Fig. 49. Baade ved Ebbetid.

Perioder, nemlig en daglig, en maanedlig og en aarlig. Den daglige Periode have vi allerede lært at kjende; den bestaar i den tvende Gange gjentagne Stigning og Fald af Vandspejlet. Disse tvende Omvexlinger omfatte dog et Tidsrum, som er noget længere end et Døgn; thi Ebbe og Flod vare tilsammen gjennemsnitlig 12 Timer, 24 Minutter, $22^1/_2$ Sekunder, de tvende daglige Bevægelser altsaa 24 Timer $48^3/_4$ Minut. Denne Varighed svarer nøjagtig til den Tid, som forløber fra Maanens Gang gjennem Meridianen til

den næste Gjennemgang. Floden følger en vis Tid, efter at Maanen har passeret Meridianen, Ebben, efter at den har staaet i Horizonten. Maanen passerer nu Meridianen daglig paa det nærmeste 49 Minutter senere, og netop lige saa meget kommer Tidevandet hvert Døgn bagud. Først naar Maanen har tilbagelagt et synodisk Omløb*), indtræffer Tidevandet hvert enkelt Sted atter til samme Time. Tidevandet indtræder tidligere ved østlige Kyster end ved vestlige;



Fig. 50.
Springfloden.

under højere Breddegrader, omtrent fra 65° nordlig og sydlig Bredde, altsaa nærmest i begge Ishavene, blive Ebbe og Flod næsten umærkelige.

---

*) Ved Maanens synodiske Omløb forstaar man Tidsvarigheden fra den ene Nymaane til den næste, og samme Periode beløber sig til 29 Dage, 12 Timer, 44 Minutter og 3 Sekunder.

Den maanedlige Periode i Tidevandet viser sig ved dettes foranderlige Størrelse; to Gange hver Maaned ere Ebben og Floden stærkest, to Gange svagest. Den største Flod indtræder omtrent halvandet Døgn efter Ny- og Fuldmaane (Syzygierne) og kaldes Springfloden; den svageste Flod kaldes Nipflod og indtræder omtrent halvandet Døgn efter Quadraturerne, det vil sige Maanens første og sidste Kvarter. Under Syzygierne staa Maanen og Solen samtidig i Meridianen, under Quadraturerne er deres Afstand derimod Fjerdedelen af en Cirkel eller en Bue paa 90°. Springfloderne ere heller ikke lige høje; men den, som indtræder ved Nymaanetid, er større end den, som følger paa Fuldmaanen. Under den maanedlige Periode er Springfloden størst, naar Maanen ved Nymaanetiden befinder sig i det Punkt af sin Bane, hvor den staar Jorden nærmest.

Tidevandets aarlige Periode fremtræder derigjennem, at ved Jævndøgnstiderne ere Springfloderne stærkere, Nipfloderne svagere, end de ellers vise sig, medens ved Solhvervstiderne Springfloderne ere svagere, Nipfloderne stærkere udprægede, og navnlig er dette Tilfældet ved Sommersolhverv; under for øvrigt lige Forhold ere Springfloderne størst i Januar, et halvt Aar senere derimod svagest; ved første Tidspunkt staar Jorden Solen nærmest, ved sidste Tidspunkt har den sin største Afstand fra samme. De størst mulige Flodtider indtræde, naar Sol og Maane ere i største Nærhed af Jorden, staa lodret over Jordens Æqvator og samtidig gaa gjennem Meridianen.

Denne korte Fremstilling af de rene Kjendsgjerninger vil allerede gjøre det indlysende, at Solen og Maanen maa spille en bestemt Rolle ved Tidevandets Fremkomst. Det var Newton forbeholdt at opdage, hvorledes denne Indvirkning gaar for sig, idet han udfandt, at den hele Fremtoning var en nødvendig Følge af de almene Love for Tiltrækningen. I Følge denne Lov tiltrække alle Legemer hverandre i Forhold til deres Masser, men i omvendt Forhold til Afstandenes Kvadrater; følgelig vil altsaa et Legeme af en dobbelt og af en tredobbelt Masse udøve en dobbelt saa stor, en tre Gange saa stor Tiltrækning paa et Legeme, naar Afstanden er den samme. Forandrer imidlertid det Legeme, som øver Tiltrækningen, sin Afstand fra det tiltrukne Legeme, ændres ogsaa samtidig Styrken af dets Tiltrækningskraft; antage vi saaledes, at

det rykkes bort til den dobbelte Afstand, vil dets Tiltrækningskraft kun være $^1/_4$ af den tidligere, i den tredobbelte Afstand vil Kraften kun være $^1/_9$, i den firdobbelte Afstand en $^1/_{16}$ o. s. v. Paa Grundlaget af denne almengyldige Lov om Massens Tiltrækningskraft er det ikke vanskeligt at gjøre sig Rede for Tidevandets Fremkomst; ja ved Hjælp af Newtons Theori vilde man endog have kunnet forudsige de nylig omtalte periodiske Forandringer i Ebben og Floden. At dette nu virkelig forholder sig saa, vil strax være indlysende, naar vi underkaste Maanens (og Solens) Indvirkning en noget nøjere Drøftelse.

Lad os foreløbig tænke os den kugleformige Jord fuldstændig dækket af et eneste Ocean; Tidevandet vilde da kunne gjøre sig gjældende, uhindret og upaavirket af Fastlandet. Lad (Fig. 51.) A B C D E forestille et Snit gjennem den faste Jord, med E som Midtpunktet, og F J G K forestille det omgivende Vandlag. I M staar Maanen. Tænker man sig dernæst en ret Linje dragen her fra til Jordens Midtpunkt E og forlænget til K, ville altsaa Punkterne J af Vandoverfladen og B af den faste Jord være Maanen nærmest, medens Punkterne K og D ville være de tilsvarende fjærneste Punkter. Vi ville nu først undersøge, hvilken Indflydelse Maanens Tiltrækning maa øve paa samtlige disse Punkter. J er det Punkt af Vandfladen, som er Maanen nærmest og altsaa maa blive mest tiltrukket af denne; hvis Jordens Tiltrækningskraft ikke var til Stede, vilde alt Vandet ved J strax løfte sig og styrte ned paa Maanen; men nu er dels Jordens Masse 80 Gange større end Maanens, dels er ethvert Punkt paa dens Overflade kun en Jordradius fjærnet fra Jordens Midtpunkt, medens det omtrent er 60 Gange saa langt borte fra Maanen, følgelig vil Jordklodens Tiltrækningskraft være mange Gange større end Maanens, og Maanen vil altsaa kun kunne svække Jordens Tiltrækningskraft noget i Punktet J. Herved er alligevel Ligevægten forstyrret, og for at gjenoprette denne strømmer nu Vand hen imod Punktet J, saa at Vandspejlet hæver sig til H, eller med andre Ord, der rejser sig her en Flodbølge.

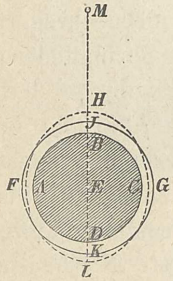


Fig. 51. Maanebølgen.

Betragte vi dernæst Punkt D af den faste Halvkugle, er det indlysende, at Maanens Tiltrækningskraft her forstærker Jordens, da de begge virke i samme Retning D E, og det samme Forhold finder Sted i Punktet K; man kunde saaledes fristes til at tro, at følgelig maatte Afstanden mellem D og K formindskes (ɔ: Vandlaget aftage); men ved nøjere Overvejelse vil man dog let indse, at tvært imod det Omvendte maa finde Sted, eller Afstanden forøges. Man maa nemlig mindes, at Tiltrækningskraften mindskes med det tiltrukne Legemes Afstand fra det tiltrækkende efter den Lov, som vi oven for anførte; følgelig bliver Punktet D stærkere tiltrukket end K og falder med samt hele den faste Jordkugle paa en vis Maade, om man saa tør udtrykke sig, mere hen mod Maanen end K. Følgen bliver altsaa, at der ogsaa vil opstaa en Vandsvulmen, en Flodbølge, over K. Flodbølgen L vil dog blive noget mindre end Bølgen H, da Maanens Afstand jo her er 2 hele Jordradier større end ved Punkterne J og B, følgelig dens Tiltrækningskraft noget mindre. Samtidig med de tvende Flodbølger ved K og J maa der indtræde Ebbe ved Punkterne F og G, allerede af den Grund, at Vandet her strømmer bort for at danne de tvende Flodbølger J og K. Floden er efter det Foregaaende altsaa ikke Andet end Vandmassernes fysisk-nødvendige Bestræbelse for at gjenoprette den Ligevægt, som er forstyrret ved Maanens Tiltrækning.

Denne Vandmassernes Formaal at gjenoprette Ligevægten bliver imidlertid aldrig naaet, da Maanen uafbrudt bevæger sig videre og uafbrudt staar lodret over andre Punkter af Jordens Overflade. Saaledes bliver Ebbe og Flod altsaa til en evig Svingning og Gyngning omkring en uopnaaelig Ligevægtstilstand i Vandet. Den af Maanen fremkaldte Vand-Elipsoide maa ganske naturlig følge Maanens Bevægelse omkring Jorden. Naar t. Ex. Maanen staar over Punktet B, vil det her dannede Bølgebjærg, i Overensstemmelse med Maanens tilsyneladende Bevægelse, rykke frem mod Vest; efter 6 Timers Forløb indtræffer den store Bølgedal, Ebben, over B, efter 6 andre Timer kommer det andet Bølgebjærg, dernæst den anden Ebbe, og sluttelig atter Floden, naar Maanen igjen har naaet B's Meridian.

Have vi saaledes lært Aarsagerne til Tidevandets daglige Periode at kjende, vil det ikke falde vanskeligt ogsaa at fatte den maanedlige Omvexling. Vi behøve her kun at minde om, at

Maanen ikke er det eneste Legeme, som paavirker Jorden ved sin Tiltrækningskraft, men at ogsaa Solen maa udøve en tilsvarende betydelig Indflydelse. Solens Tiltrækningskraft paa Jorden er overhovedet 180 Gange stærkere end Maanens, og hvis Tidevandet altsaa afhang direkte af Tiltrækningskraftens Styrke, maatte der under Solens Paavirkning fremkomme en Flod, som vilde gjøre en meget stor Del af Jorden ubeboelig. Dog Tidevandet opstaar, hvad man absolut maa fastholde, kun som en Følge af Forskjellen i Tiltrækningskraften paa de enkelte Punkter af Jordoverfladen, og disse Forskjelligheder ere for den saa nære Maane betydelig større end for den ganske vist langt mere masseagtige, men ogsaa saa langt fjærnere Sol. En simpel Regning viser, at den af Solen fremkaldte Flodbølge paa det Nærmeste er halv saa stor som den af Maanen fremkaldte. Naar derfor begge Himmellegemer virke i samme Retning, maa Floden forstærkes, virke de mod hinanden, bliver Floden svagere. Ved Nymaanetid staar Maanen (se Fig. 52) i M, Solen i samme Retning S, deres Virkninger maa følgelig forstærke hinanden, og i H og L vil der indtræde Springflod. Ved Fuldmaanetid staa Sol og Maane lige over for hinanden (se Fig. 53), ogsaa nu maa deres Virkninger forstærke hinanden, da hvert af de tvende Verdenslegemer for sig fremkalder en Flodbølge saa vel i H som i L. Floden i H vil dog nu ikke kunne blive saa betydelig som i foregaaende Tilfælde, da den Flodbølge, Solen fremkalder i H, efter hvad vi oven for, S. 139, have set, maa blive noget mindre end den, som under Solens Indflydelse opstaar ved L. Omvendt er Maanens Virkninger i L noget ringere end i H. Vi fortalte oven for, S. 137, at Springfloderne ved Nymaanetid ere højere end ved Fuldmaanen, og vi have saaledes nu lært Aarsagen hertil at kjende. Hvad der endelig

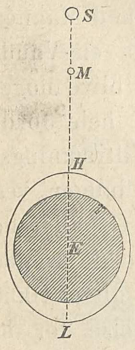


Fig. 52. Springflod ved Nymaane.

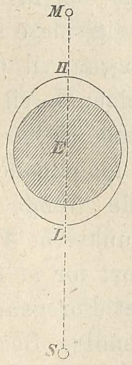


Fig. 53. Springflod ved Fuldmaane.

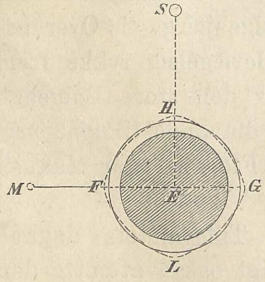


Fig. 54. Nipflod.

foranlediger Nipfloden ved første og sidste Kvarter, fremgaar af Fig. 54. Maanen, som staar i M, indvirker her saaledes paa Vandmassen, at der fremkaldes Flod i F og G, Ebbe i H og L, medens Solen omvendt søger at fremkalde Ebbe i F og G, Flod i H og L. Da Maanens Kraft imidlertid er lidt over den dobbelte af Solens, vil der under denne Omstændighed opstaa en svag Flod i F og G, en svag Ebbe i H og L. Fig. 55 giver os en samlet Fremstilling af Solens og Maanens forskjellige Stillinger til Jorden og de herved fremkaldte vexlende Flod- og Ebbe-Fremtoninger.

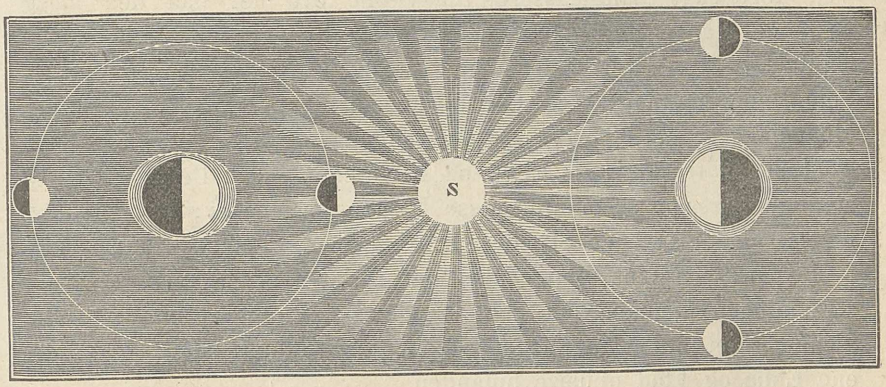


Fig. 55 Springflod med Fuldmaane og Nymaane.

Nipflod med første og sidste Kvarter.

Vi gaa nu over til den aarlige Periode. De stærkeste Virkninger indtræde, naar de paagjældende Himmellegemer staa lodret over Æqvator. Dette finder for Solens Vedkommende Sted ved Jævndøgnstiderne, altsaa ved Foraarets og Efteraarets Begyndelse, medens Solen staar længst fra Æqvator ved Solhvervstiderne, altsaa ved Begyndelsen af Sommeren og Vinteren. Springflodens større Højde i Januar i Sammenligning med den, som indtræffer et halvt Aar senere, finder sin Forklaring deri, at Solen i Januar staar Jorden nærmest, medens den et halvt Aar senere er længst fjærnet fra den. Ved hele den forestaaende Udvikling maa endelig endnu tages Hensyn til, at Vandet paa Grund af sin Inerti først lidt efter lidt giver efter for de ydre Paavirkninger; desaarsag finder en Forsinkning af Tidevandet Sted, saa at t. Ex. Springfloden først

indtræder omtrent 30 Timer efter Syzygierne. Denne Forsinkelse virker ogsaa svækkende paa Tidevandets Styrke.

Hidtil ere vi gaaede ud fra den Antagelse, at Jorden var dækket med et sammenhængende Ocean; kun under en saadan Antagelse er det nemlig muligt at give en Oversigt over Tidevandets lovbundne Fremkomst. I Virkeligheden bestaar Jordoverfladen af Hav og Land, og de forskjellige Landmasser have i høj Grad Indflydelse paa Flodbølgernes Retning. Kun i visse Dele af Oceanerne kan Ebbe og Flod nogenlunde til fulde gjøre sig gjældende; for det Meste standses, hemmes og afledes de fra deres Vej, kort sagt Landmasserne og Øerne øve her paa den mest vexlende Maade deres Indflydelse. Saaledes er ved Papeiti paa Tahiti Solbølgen større end Maanebølgen, og Højvandet følger mere Solen end Maanen; ved Courtown paa den irske Kyst svinder Maanebølgen helt bort, og kun Solbølgen bliver tilovers; ved Tonking indtræder kun Ebbe og Flod én Gang i Døgnet. Rent stedlige Aarsager fremkalde disse Uregelmæssigheder; ved Tonking findes saaledes tvende Stræder, hvorigjennem Floden strømmer ind i Havnen; Kystens Beliggenhed fører det nu med sig, at Indstrømningen gjennem det ene Stræde gaar tidligere for sig end gjennem det andet, og Tidsforskjellen er netop saaledes, at den ene Ebbe og Flod ophæve hinanden.

Vi have allerede sagt, at Floden følger Maanens tilsyneladende Gang og skrider frem fra Øst til Vest; men træffer den herved paa en spærrende Kyst, bliver intet Andet tilbage end at bøje af og vige bort, alt efter Kystens Retning; den kommer saaledes til at tilbagelægge en længere Vej end den Del af Flodbølgen, som ikke hemmes i sit Løb, og Tiden for Flodens Indtrædning og Retningen af dens Gang bliver herved i væsentlig Grad ændret. Det atlantiske Oceans Østkyst giver os et godt Exempel herpaa. Betragte vi her den fremspringende Halvdel af Afrika, omtrent ved Krebsens Vendekreds, er det indlysende, at her kan der da ikke finde nogen østvestlig Fremrykning af Floden Sted; den regelmæssige Flodbølge kan kun naa her hen enten ved at løbe mod Nord op langs den afrikanske Kyst eller ved at komme med sydgaaende Retning ned fra Evropa, og dette finder virkelig ogsaa Sted. Flodbølgen stryger forbi langs hele den skandinaviske Kyst og løber dernæst langs Skotlands og Englands Østkyst ned i Vesterhavet; men her kommer

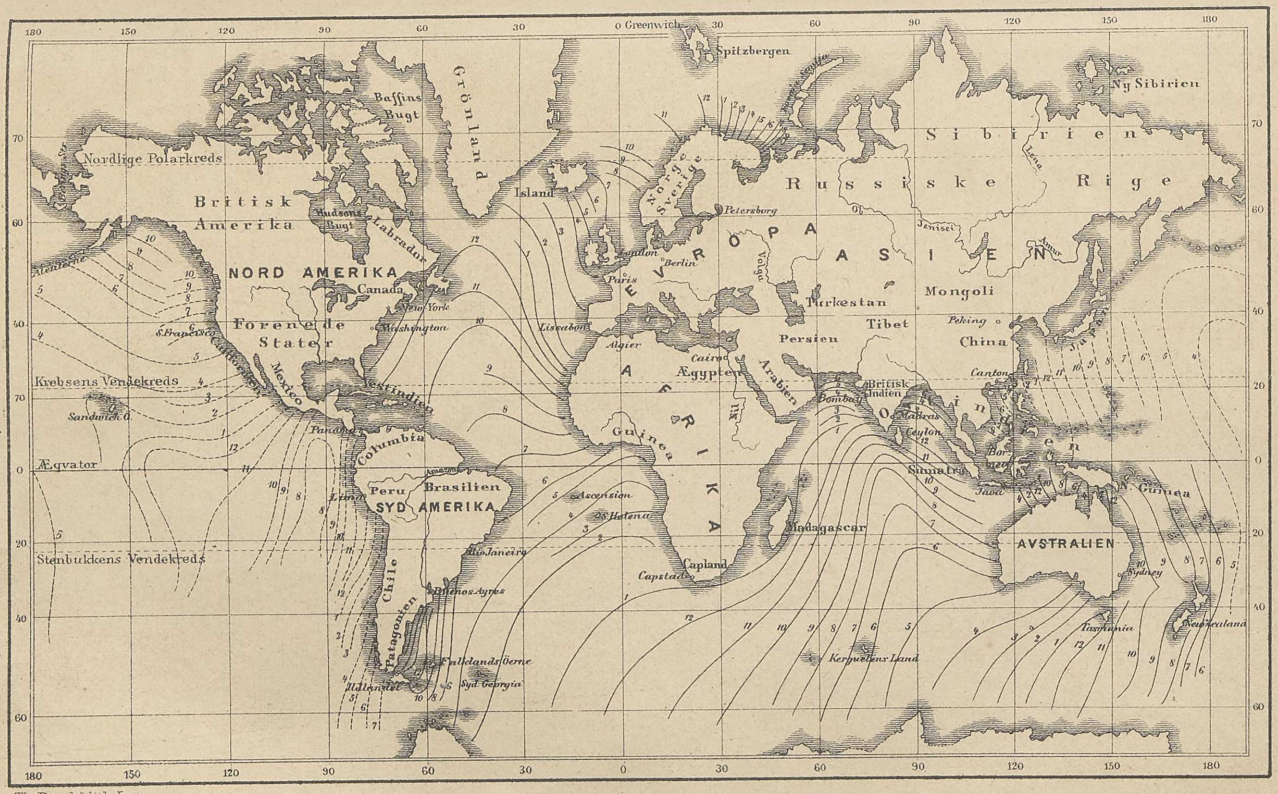


Fig. 56. Kort over samme Flodtider ved Ny- og Fuldmaane.

den ind i et lukket Vand; thi Vesterhavet har kun en smal Udgang gjennem Kanalen, og denne er allerede spærret for den sydgaaende Flodbølge; thi en anden Arm af den atlantiske Flodbølge strømmer allerede gjennem Kanalen mod Nordøst, og begge mødes nu i Vesterhavet, hvorved der til sine Tider opstaar de mest ødelæggende Floder, særlig i Hjørnet langs Hollands og Nordtysklands Kyster, fremfor alt naar Stormen jager de svulmende Flodmasser ind mod Stranden. Langs den afrikanske Kyst trænger Flodbølgen frem over Æqvator med overvejende nordlig Retning, ledes derpaa over mod Nordamerikas Østkyst og vender sig her om mod Nordøst.

Det er af dette Exempel indlysende, at man ikke ved sit Skrivebord kan afgjøre, naar Floden vil indtræde i hvilken som helst Havn, men at hertil udfordres nøjagtige Iagttagelser, hvoraf man kan skjønne, hvilken Indflydelse Kystens Beliggenhed og Beskaffenhed har paa den oprindelige Flodbølge. Et Steds Havnetid er Forskjellen mellem det Øjeblik, Floden indtræder, og den Tid, Maanen kulminerer (gaar gjennem Stedets Meridian) paa Ny- eller Fuldmaanedagen; denne Forskjel kan være meget betydelig, selv ved Havne, der ligge nær hverandre, og man maa kjende vedkommende Steds Havnetid, naar man vil udfinde Højvandetiden til en hvilken som helst anden Dag. Hvor stor Vigtighed det imidlertid har for Sømanden at kjende Højvandetiden, behøver ingen videre Drøftelse. Den bekjendte engelske Fysiker Whewell († 1866) faldt derfor paa den Tanke at forbinde alle de Stæder paa Verdenskortet, som havde samtidigt Højvande, altsaa f. Ex. Kl. 4, Kl. 5 o. s. v., med Linjer. Idet han i Aaret 1833 indførte sine saakaldte Isorachier (Cotidal lines), udtalte Whewell sig saaledes: „Linjerne for samme Højvandetid i de paa hverandre følgende Timer give os de efter hverandre følgende Beliggenheder af Flodbølgens Kam, og naar vi tænke os en Tilskuer saa langt borte fra Jorden, at han kan iagttage Ryggen af denne Bølge, vil han i det aabne Ocean kunne se den rejse Jorden rundt én Gang i 24 Timer, ledsaget af en anden Bølge med 12 Timers Afstand, medens begge udsende Forgreninger til de smallere Have; Maaden og Hurtigheden for alle disse Bevægelser angives ved Hjælp af et Kort med Linjer for samme Højvandetid“.

Denne Udsigt, der saaledes aabnede sig, var, som Hugo Lentz meget træffende bemærker, alt for lokkende til ikke strax at vække almindelig Interesse. De Huller, som Whewell havde ladet staa paa Grund af manglende eller uoverensstemmende Iagttagelser, gave tyske Lærde rig Lejlighed til i deres Studereværelser at udfylde efter eget Lune og Tykke, og disse Fantasier kan man endnu den Dag i Dag finde i mangfoldige tyske Skoleatlasser under Navn Isorachier (se Fig. 56). Allerede i 1848 kom dog Whewell selv til den Indsigt, „at alle Forsøg paa at tegne Isorachier tværs over et vidtstrakt Ocean gjennem Iagttagelser ved dets Kyster, maa være fuldkommen værdiløse". I det aabne Hav kan Ingen iagttage Flodbølgen, Ingen praktisk paavise dens Existens. Vi maa antage, at den er til, men vi se den kun, hvor den preller mod vore Kyster og trænger ind i vore Havne. For Kyststrækninger kunne Isorachikortene imidlertid have betydelig Værd, forudsat de ere grundede paa virkelige Iagttagelser (se Fig. 57). Efter Whewells og andre engelske Lærdes Iagttagelser kan man nu Time for Time følge Isorachierne omkring de britiske Øer fra det Øjeblik, da Flodbølgen udvikler sig ved Aabningen til Kanalen og til den irske Sø, fire Timer efter Maanens Kulmination, og indtil den Stigning, som nitten Timer senere finder Sted ved Sydsiden af Vesterhavet, hvor Floden nu søger at trænge ud gjennem Strædet ved Calais, men møder en anden Flodbølge, som kommer direkte gjennem Kanalen. Den almindelige Form af disse Buer viser paa en slaaende Maade, at Flodbølgens Hurtighed staar i nøje Forhold til Havenes Dybder; i Nærheden af Grunde, Skjær og den flade Strand ser man Floden sagtne sin Gang, ja ved en nøje Betragtning af disse Linjer vilde man næsten kunne udpege de Steder, hvor man vilde faa de dybeste Lodskud, i den Grad staa Havets Dybde og Flodens Gang i nøje Forhold til hinanden.

Den Omstændighed, at man, til for et Par Aar siden, udelukkende ved de engelske og franske Havne nøiagtig havde iagttaget Tidevandet, og det endda væsentlig kun af praktiske Hensyn i Skibsfartens Interesse, gav Anledning til en højst fejlagtig Opfattelse angaaende Sammenhængen med den hele Fremtoning. Man havde nemlig udfundet, at ved bemeldte Kyster kom den maanedlige højeste og laveste Flod (Spring- og Nipfloden) med tilsvarende Ebbe i det hele $2^1/_2$ Døgn bag efter de Maane-Konstellationer, med

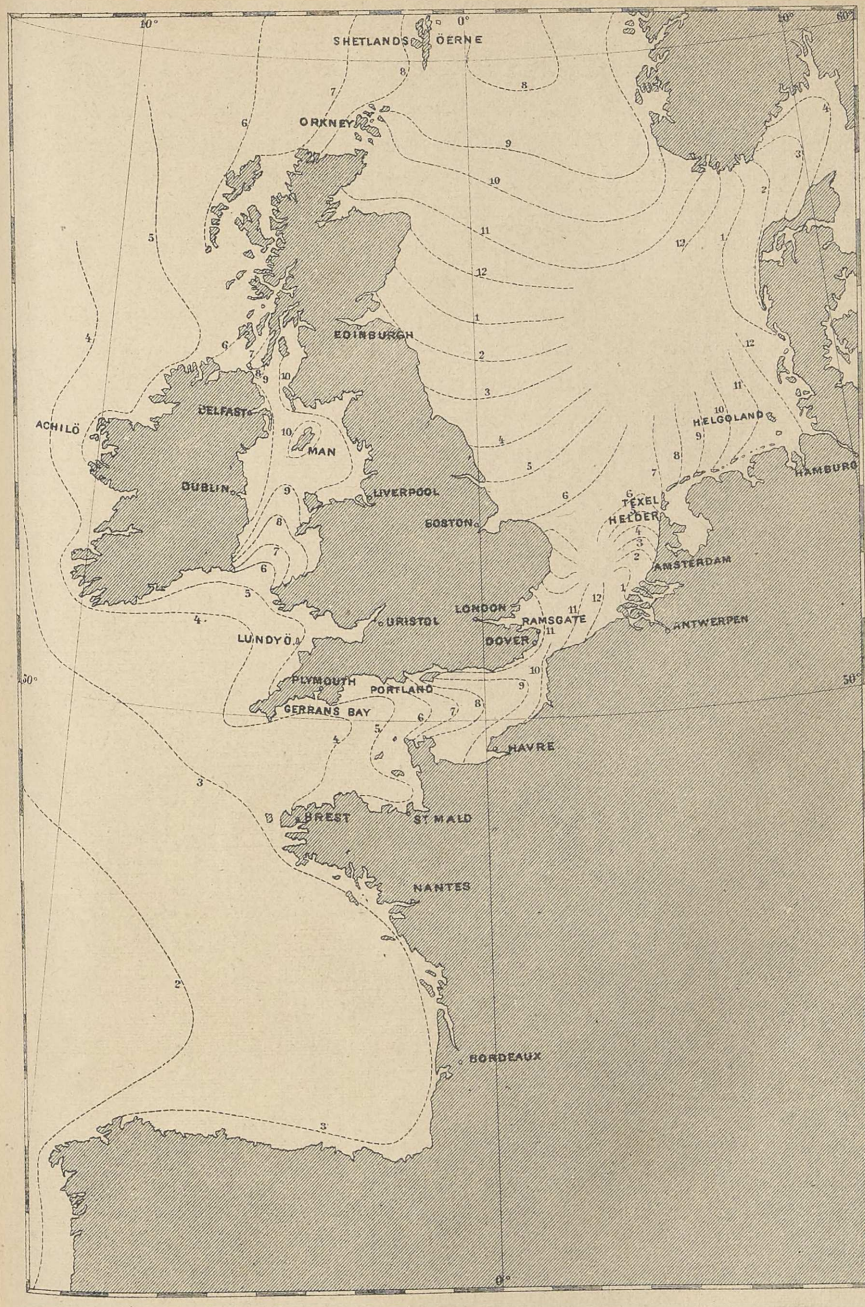


Fig. 57. Isorachier ved de engelske Kyster.

hvilke de efter Theorien dog skulde være samtidige. Heraf sluttede man nu, at Maanen ikke fremkaldte noget Tidevande eller dog kun et Tidevande af en ubetydelig Størrelse i selve det atlantiske Ocean, men at dens Virkning væsentlig indskrænkede sig til en, langt fra England og Frankrig liggende, Del af Oceanet, fra hvilken da den daglige Bevægelse senere gyngende forplantede sig paa en lignende Maade som de Bølger, der fremkaldes af en Sten, som kastes i en Dam. Forbindelsen mellem Oceanerne fremtvang nu den Antagelse, at Flodbølgen daglig forplantede sig gjennem hele Atlanterhavets Længde, efter at den forud havde maalt det indiske Ocean, hvor hen den igjen var trængt fra Øst, syd om Avstralien. Flodbølgen tog sit Udgangspunkt, mente man, fra den sydlige Del af det store Ocean; her var Tidevandets egentlige Arne. Den alt nævnte Fysiker Whewell søgte at paavise det flade Vandbjærgs Vej efter Havnetiderne, som han fandt dem givne ved mere eller mindre nøjagtige Skibsjournaler fra paagjældende Kyster. Dette vilde dog for mange Steder slet ikke lykkes uden den Antagelse, at Flodbølgen paa en enkelt Strækning uden synlig Grund skred meget langsomt frem, medens den paa andre pludselig ilede videre med utrolig Fart. Desuagtet havde den Whewellske Ide vundet almindelig Gyldighed.

Imod hele denne Opfattelse optraadte Schmick fra 1873 med sine Undersøgelser*). Han gik ud fra følgende Opfattelse: Hvis Maanen og Solen virkelig, hvad dog er uomtvisteligt, ere Aarsagen til Tidevandet, maa de fremkalde dette over alle Have, og ikke blot lokalt. Den Forsinkelse, man har iagttaget, maa altsaa finde Sted over hele Jorden og have en anden Aarsag, end den Whewell har forudsat. Begge Dele ville maaske oplyses, saafremt man for en længere Tidsfølge opmærksomt iagttager Tidevandets Gang i Nærheden af dets formodede Arne.

Schmick undersøgte derpaa for første Gang et helt Aars Flodkurver, som en selvregistrerende Vandstandsmaaler med ufejlbar Nøjagtighed optegnede for ham i Sydney; hans Undersøgelse bestod i en Sammenligning med de samtidige Maanestillinger.

Hvad var nu Resultatet, som paa denne Maade maatte fremgaa med stor Nøjagtighed? Man fandt, at den maanelige Spring- og

*) Das Flutphänomen. Lpz. 1874.

Nipflod, som opstaar i Østavstralien, altsaa i den umiddelbare Nærhed af Tidevandets formentlige eneste Arne, er lige saa langt bag efter de paagjældende Maanekonstellationer, som Tilfældet er ved Englands og Frankrigs Kyster.

De samme avstralske Kurver gave imidlertid ogsaa Oplysning om den almindelige og overalt gjældende Aarsag til disse Forsinkelser, efter at en storartet Naturtildragelse havde lært at tyde dem paa rigtig Maade. Denne Tildragelse var det oven for (S. 128) alt berørte store peruanske Jordskjælv i Avgust 1868. Dette Jordskjælv havde ogsaa truffet en meget betydelig Strækning af Havbunden og fremkaldt uhyre Stødbølger, disse Bølger havde spredt sig ringformig over det store Ocean, vare saaledes ogsaa naaede til Sydney og vare her blevne registrerede af det omtalte Apparat, nøjagtig efter deres Størrelse, Rækkefølge og Stilling til hverandre og — hvad der var det Vigtigste — til det sædvanlige Tidevande. Efter de saaledes leverede mekaniske Tegninger fandtes nu 1) at Jordskjælvsbølgerne ved den avstralske Kyst vare lejrede over den daglige Flod- og Ebbekurve nøjagtig, som Jordskjælvet ogsaa havde lagt dem paa den peruanske Kurve for Høj- og Lavvande, saaledes som denne let lod sig konstruere efter Flodtiden sammesteds; 2) at de med bestemte Tidsmellemrum gjentoges, om end svagere; 3) at de saaledes forstyrrede Havspejlet tre Dage i Træk og stadig igjen samme Sted af Tidevandsbølgen, som oprindelig havde baaret dem. Af den første Iagttagelse fulgte nu med Vished, at den daglige Flod ved Sydney sammensattes ikke blot af den stedlige Vandmasse, som Maanen dér hæver, men af en anden Bølge, som hidrører fra Sydamerikas Vestkyst. Af den anden Iagttagelse fremgaar, at alle Havets Bølger, altsaa ikke blot Tidevandet, reflekteres af de modsvarende Kyster; thi de ved Sydney gjentagne Stødbølger vare, som let kunde eftervises, tilbagekastede af New-Zealands Nordvestkyst. Den tredje Iagttagelse endelig viste, at Maanens daglige Flodbølge — lige saa godt som Stødbølgerne — omtrent behøver tre Døgn til Udjævning, og at i foreliggende Tilfælde løb begge Bølger lige hurtig.

Alle Maanens og Solens Flodbølger ere følgelig sammensatte af Havspejlets Bevægelser tre Dage igjennem, af de saakaldte primære Bølgebjærge, som ere fremkaldte samme Dag, og de fra den foregaaende og den næstforegaaende Dag, som ere tilbagekastede

et eller andet Steds og vende tilbage der fra; den højeste Flod vil følgelig ved sine Reflexionsbølger endnu tvende Dage forhøje de paafølgende mindre høje Flodbølger og skyde Maximumshøjden saa meget bag ud; den laveste Flod vil paa tilsvarende Maade kun yde de paafølgende højere Bølger det mindste Tilskud og følgelig forsinke Minimumshøjden.

Schmick har udførlig prøvet denne Sammenhæng med alle de højeste Flodbølgers Forsinkelse over for de paagjældende Maaneskifter, ikke blot ved denne Aarsoptegnelse af de avstralske Tidevande, men har ogsaa paavist den ved en lignende Række Iagttagelser fra San Francisco i Kalifornien og ved en Mængde kortere Optegnelser fra andre Lokaliteter ved det store, det indiske og det atlantiske Ocean samt Middelhavet, og har endelig kunnet godtgjøre denne sin Opfattelses Rigtighed derigjennem, at man ved samme let og simpelt kan hæve alle hidtil uløste Gaader ved Tidevandets Gang paa enkelte Steder.

Whewells Isorachi-Theori maa nu altsaa betegnes som et overvundet Standpunkt.

Slesvigs Vestkyst giver et sørgeligt Exempel paa Flodbølgernes mest storartede og ødelæggende Virkninger, særlig naar de optræde i Følge med Nordveststormene. Mellem Fastlandet og det aabne Hav strækker sig her en Vrimmel Smaaøer med farlige Sandgrunde og vidtstrakte Vader. Det er Levningerne af det gamle Nordfrisland, som engang udgjorde et sammenhængende, frugtbart og velbefolket Lavland, der kun skiltes fra det egentlige Fastland ved side Grøfter, men i Aarhundredernes Løb er blevet søndret og

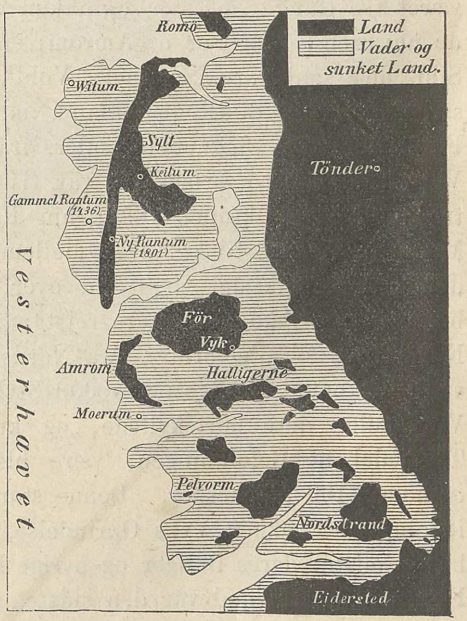


Fig. 58. De slesvigske Vesterhavsøer.

bortskyllet af Stormfloderne. Endnu den Dag i Dag blive de tilbageværende, uinddigede Smaaøer, Halligerne, aarlig oversvømmede af Floderne, hvorfor Agerdyrkningen er umulig og Indbyggerne ere henviste til Kvægavl og Søfart. Hvor hyppig de store Stormfloder — de smaa ænse Nordfriserne slet ikke — ere skyllede hen over disse Øer, kan man slutte deraf, at der fra det 11te Aarhundrede til Nutiden findes optegnede 150, altsaa en paa hvert sjette Aar. Fremfor alle ere Stormfloderne fra 1300, 1362 og 1634 sørgelig mindeværdige. Den første bortrev hele Vestkysten af Sylt (Sild), ikke en eneste af de tidligere gode Havne blev levnet, og hvor Skibene tidligere fandt sikkert Ly mod Uvejr, lurer nu idelig Faren for Stranding.

Hvad denne Stormflod havde levnet, gik under ved Stormfloden 1362; der var intet Landskab i hele Nordfrisland, hvor der hin Midnat (8.—9. September) ikke baade sank Kirker og Landsbyer. Sild, som nu ikkun er $1^1/_2$ □ M., maa før hin Tid mindst have været tre Gange saa stor og ikkun ved Vandløb været adskilt fra de nuværende Øer Før og Amrom; en mærkelig Oldtidslevning paa Sild, den saakaldte „Føringer Vold“ og „Ribersti“, syd for Dalstrøget mellem Sild og Listland, minder endnu om en Tid, da Færdselen, som Sagnet fortæller, fra Før til Ribe gik ad denne Vej. Endnu mere forfærdelig var vistnok den Katastrofe, som indtraf den 11te Oktober 1634; hin Rædselsdag skulle over 15000 Mennesker have tilsat Livet mellem Ribe og Hamburg. Ogsaa denne Gang gik det slemt ud over Sild, hvor de sydlige Diger bortreves og ikke senere ere rejste; men værst ramtes dog Øerne Nordstrand og Pelvorm. Paa Nordstrand skulle 6400 Mennesker være omkomne i Bølgerne, 50000 Stykker Kvæg, 1330 Huse og 30 Vindmøller være bortskyllede, og kun 2600 Mennesker, ikke en Tredjedel af Befolkningen, være blevne reddede; paa Pelvorm omkom 1100 Mennesker. Denne store Vandflod gav i øvrigt Anledning til Flækken Vyks Oprindelse, idet mange Halligboere, som havde mistet deres Boliger og øvrige Ejendom, nu nedsatte sig paa Før. Denne Havflod var den sidste, som i større Grad bidrog til at give Marsklandene deres nuværende Udseende; men en Sammenstilling af de Kort, man har udkastet over Landskabet ved Aar 1240, og Nutidens, viser da ogsaa, at omtrent Halvdelen af de frisiske Udlande (Sild, Før, Amrom, Nordstrand med Halligerne, Ejdersted,

Viding- og Bøking-Herreder), mellem 13—14 □ M., ere forsvundne i disse sex Aarhundreder.

Senere ere vel endnu mange Havfloder gaaede hen over den synderjyske Vestkyst; de have anrettet Skade, men det Land, som derved er gaaet tabt, overvejes dog langt af de store Strækninger, der i de tvende sidste Aarhundreder paa ny ere inddragne inden for Fastlandets Digelinje Ofte gjennembrød Havet Digerne

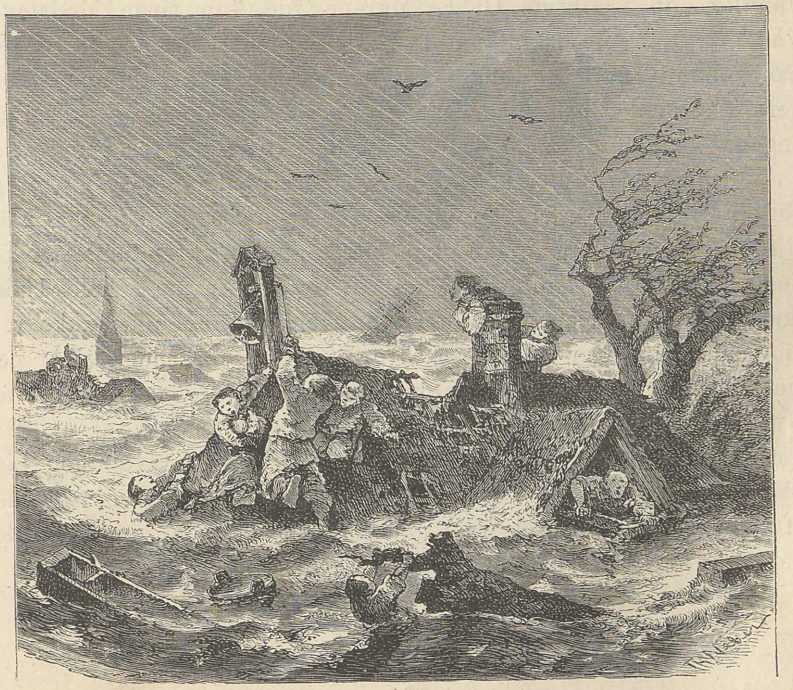


Fig. 59. Stormfloden 1834 paa Halligerne.

og fordærvede Jorden i Kogene (de inddigede Marsklande), men snart sejrede Landets naturlige Frugtbarhed, og atter var Marsken det samme rige Korn- og Græsland som tidligere. Af de senere Stormfloder, der vare forbundne med større Ødelæggelser, skulle vi derfor endnu kun nævne Vandfloderne Julenat 1717 og Natten mellem den 3dje og 4de Febr. 1825; ved den første skal Vandet endog have staaet en Alen højere i Husene end Aar 1634; mange

Mennesker omkom, men der bortskylledes dog ikke Land i nogen større Udstrækning. Ude paa Halligerne driver derimod Vandfloden sit gamle Spil; en Oktobernat i Aaret 1834 blev saaledes en Del af disse Smaaøer med Alt, hvad der fandtes paa samme, et Rov for Bølgerne. Ofte bryder Floden saa uventet og pludselig ind, at de sovende Beboere først vækkes ved Larmen af Bølgerne, som slaa mod Murene. Da er der ikke mere Tid til at bringe Kvæget i Sikkerhed, det gjælder blot at redde Livet. Fuld af Angest flygter Familien op i Husets Gavl, Murene yde kun ringe Modstand, Vandet river dem ned, kun de faa i Jorden nedrammede Stolper bære endnu Taget, og under sig kunne de Ulykkelige nu se Bølgerne larme og bruse, medens al deres Gods bortskylles. Ikke engang Redning ved en Baad er mulig, thi rundt omkring raser en saa frygtelig Brænding, at enhver, der vilde betro sig til et sligt Fartøj, vilde være Døden vis, og saaledes er Alt tabt, naar Bjælkerne give efter. Man skulde tro, at der ikke kunde tænkes noget mere Rædselsfuldt end en slig Nat, hvor man hele Timer igjennem ser Døden truende for sine Øjne, hvor Manden ikke véd, om hans Hustru er i Live, og hvor Moderen jamrende kalder paa sine Børn, uden at hendes Skrig besvares. Og dog voxer vor Gysen, naar vi høre, hvad man fra Midten af forrige Aarhundrede fortæller om Gröde Hallig: „Den Gang skyllede en Vandflod Ligkisterne ud af Gravene, de sloge mod Husets Vægge og slyngedes af Bølgerne ind i Værelserne; under Stormens Hylen kom saaledes de Døde og kaldte paa de Levende".

Hvor Tidevandsbølgerne trænge ind i Flodmundingerne, og Flodsengen hurtig indsnævres, opstaa de mest storartede og frygtelige Naturfremtoninger. Med Rædsel ser da Tilskueren en mægtig Vandmur hæve sig, med stor Fart trænge op mod Strømmen og tilintetgjøre Alt, hvad den møder paa sin Vej. En af de mest imponerende Fremtoninger af denne Art er Amazonstrømmens Pororoca, som La Condamine først har beskrevet. Denne Kæmpeflod udgyder gjennem sin brede, trompetlignende Munding en umaadelig Vandmasse i Atlanterhavet, og det i en Retning, der næsten er Tidevandsbølgen diametralt modsat. Med en mægtig

Strømning styrter Flodernes Konge sig ud i Oceanet og trænger dets Bølger til Side, indtil Tidevandsbølgen ude paa Havet ruller frem og kaster sig mod Ferskvandsbølgerne. I Begyndelsen synes disse at skulle sejre; men den usynlige Magt, Tidevandet lystrer, formaa heller ikke de at modstaa. Mere og mere samle Havbølgerne sig, rejse sig, overvælde Strømmens Modstand og trænge brølende ind i Flodmundingen. Naar de to Himmellegemers Konstellation er saaledes, at Tidevandet er stærkest, hæver der sig ved

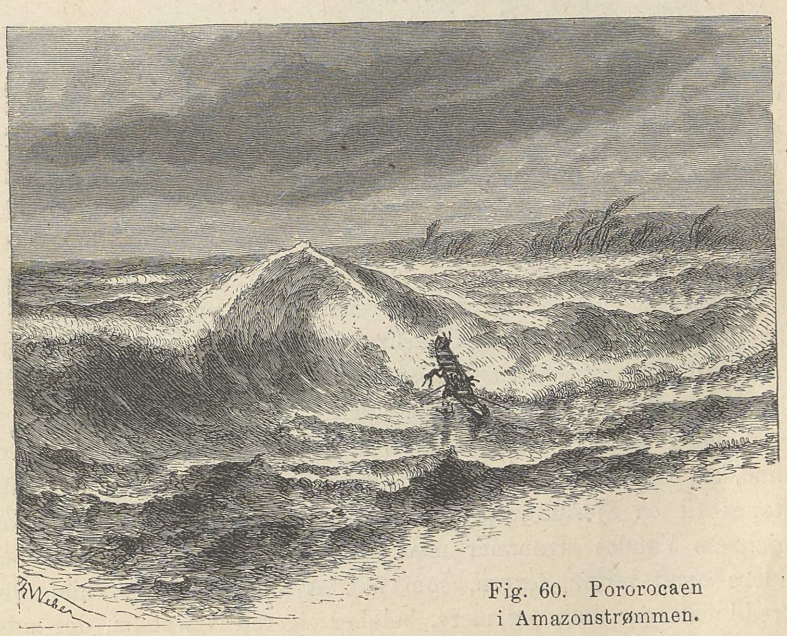


Fig. 60. Pororocaen i Amazonstrømmen.

den sydlige Munding af Amazonstrømmen (egentlig ved Rio Paras Munding) en 30 Fod høj Vandmur; tordnende som et Kæmpe-Vandfald skrider Muren frem med Pilens Fart, vælter, styrter og knuser Alt, hvad der findes paa dens Vej, og faar Klipperne til at bæve i deres Grundvold. Kun hvor Floden er usædvanlig dyb, sænker Bølgen sig, ja forsvinder vel endog helt og holdent, for paa ny atter at dukke op af Vandet og ødelæggende skride videre. De Steder, hvor Pororocaen forsvinder, kaldes Esperas eller

Ventesteder, fordi Sømændene her afvente den frygtelige Fremtonings Forbifart.

En Flodbølge med en lignende hærgende Kraft er „Boren“ i Gangesflodens Munding. Ogsaa her hæver Havet sig under Springfloden til en Højde af 20 Fod og trænger med uhyre Fart op mod Strømmen, medens det rullende Vandbjærg stiger i Højde, alt som Flodsengen indsnævres. En ganske lignende Fremtoning optræder endnu mægtigere i Mundingen af Thientangfloden; Kineserne kalde den „Torden“, og dens Hastighed kan sammenlignes, om end ikke med Lynet, saa dog med vore Iltog.

Vende vi os nu til Evropa, kunne aldeles tilsvarende Fremtoninger iagttages ved flere af vor Verdensdels større Floder som Gironde, Severn, Seine. Neden for Bordeaux, hvor Dordogne og Garonne forene sig til Gironde, hændes det undertiden med stærk Vestenvind, at hele Tidevandsbølgen sammenpresses i den førstnævnte Flod, og med ødelæggende Magt strømme nu Vandmasserne med 4 Mils Fart i Timen op ad Dordogne; dog varer den hele Fremtoning, som Beboerne kalde „le mascaret“, ikke ret længe. Et lignende Fænomen, „Boreren“, fremtræder ved Severns Udløb i Bristolkanalen. Denne Bugt har ved sin Indgang ved Lundy-Island en Bredde af omtrent 10 danske Mil, men indsnævres lidt efter lidt til en $^1/_2$ Mil ved det 20 Mile fjærne Severn-Lodge. Ved dette Sted plejer man at sætte Severns Munding, thi ved Lavvande forminskes Bugtens eller Flodens Bredde her ved Stenrevet English-Stones til en Fjerdingvej, saa at der opstaar en Snævring, hvorigjennem Vandet strømmer med uhyre Fart. Fra English-Stones videre opad bliver Severn, som har et stærkt Fald, grund, dens Bredde aftager mere og mere, beløber sig ved Newnham, det sidste Punkt, som her kommer i Betragtning, i Højvandetiden kun til 2000 Fod. Springflodens Højde udgjør ved Lundy-Island 27 Fod og voxer uafbrudt her fra og til Kingsroad ved Avons Munding, idet Bølgekammen hæver sig, Bølgens Fod sænker sig; med Størrelsen voxer ogsaa Bølgens Hurtighed og stiger fra 7 til 10 Mil i Timen. De særlige Aarsager, der saaledes komme for Dagen ved Flodens tiltagende Højde og Bølgekammens voxende Fart, maa rimeligvis søges i Bugtens Tragtform og dens jævnt stigende Grunde; den fremtrængende Tidevandsbølge sætter store Vandmasser i Bevægelse ude paa den bredere Del af Bugten, og dette er tilstrækkeligt ikke

alene til at forhøje Bølgerne, men ogsaa til at paaskynde deres Udvikling i en kortere Tid. Efter at den 40 Fod høje Bølge har passeret Kingsroad, støder den ved Severn-Lodge paa sin første Hindring, English-Stones, og møder videre frem paa sin Vej i Steden for en dyb Havarm kun en grundet Flod med stærkt Fald. Virkningen af disse Hindringer viser sig strax; thi om end Bølgekammen vedbliver at hæve sig, kan dog Bølgens Dybde ikke mere voxe, men dens Fod ligger ved Sharpness allerede omtrent 14 Fod

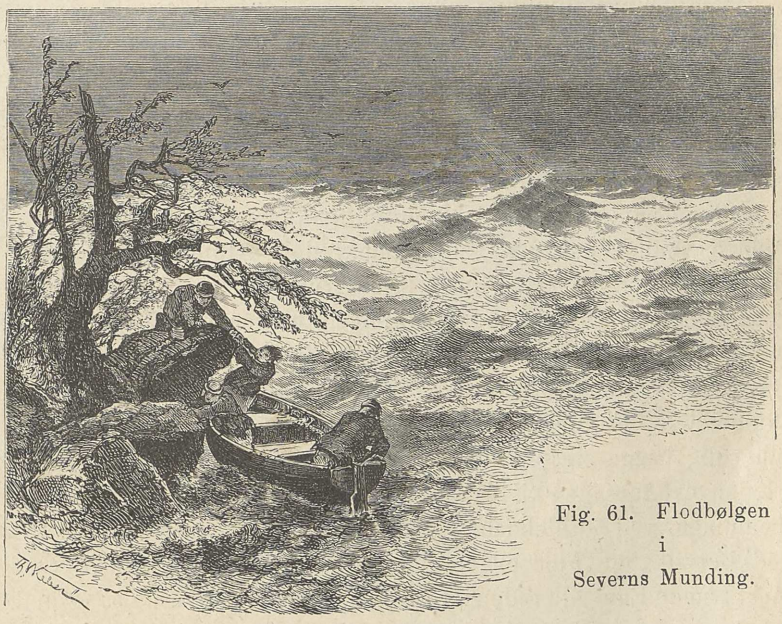


Fig. 61. Flodbølgen i Severns Munding.

højere end ved Kingsroad, og ved Newnham igjen 14 Fod højere end ved Sharpness. Flodbølgen er ved Sharpness aftagen til 29 Fod, ved Newnham til 16 Fod, og dens Hurtighed er først formindsket til 5 og ved Newnham til 2 Mil i Timen. Disse mægtige Ændringer kan Tidevandsbølgen ikke undergaa uden ligesom at lide Skade; i det stenede Flodleje finder Bølgen ikke tilstrækkeligt Vand til at dannes. Den øvrige Del af Bølgen presser paa, skyder op over den formindskede Fod, og i Steden for at haste frem som jævn skraanende Flade begynder Bølgen nu med en skummende Vandmasse

paa 2—4 Fods Højde brølende at ile frem paa Strækningen fra Sharpness til Newnham og videre op ad. Alt i det Fjærne hører man den sig nærmende „Borers“ Brusen, der fra Sekund til Sekund stiger til et mægtigt Vandfalds Larm; endelig ser man en hvid Masse brede sig over hele Floden, nærme sig, og faa Minutter senere er det hidtil saa rolige Vandspejl forvandlet til et vildt, oprørt Hav. Fra nu af stiger Havet med stor Fart, efter faa Minutters Forløb taber den fremrykkende „Borers“ Larm sig i det Fjærne, og Tidevandet udvikler sig nu paa regelmæssig Vis.

Ved Seines Munding stiger Havet i Flodtiden ikke i nogen mærkelig Grad, men ved Quilleboeuf ser man ved Højvande strax den første Bølge bevæge sig frem som et mægtigt Fald, der indtager hele Flodens Bredde og undertiden er 10 Fod højt; paa denne Bølge følge andre, de saakaldte „éteules“, som med uhyre Heftighed slaa mod hverandre. Det er et Chaos, som bevæger sig fremad og truer med at sluge Alt. Med en galopperende Hests Fart jage Flodens Vande baglængs; de opankrede Fartøjer ere fortabte, de tilgrænsende Enge rives bort, Sandgrundene ere i Bevægelse saa godt som selve Havet, og Flodsengen bølger en Fjerdingvej eller mere frem og tilbage mellem de høje Flodbredder. En lys og klar Dag, midt under Naturens Stilhed, afgive disse skrækkelige, skummende Flodbølger, der bevæges af en usynlig Magt og pludselig lægge sig, et højst sælsomt Skue. Det grunde Farvand i Floden er Aarsagen til det Hele. Som Følge af de vældige Kystdæmninger ved Quilleboeuf, der fortsættes over la Roque til Pynten ved Berville, er Flodsengen alt fordybet 3 Fod og en Del af de mest truede Egne allerede mere sikret; men Traverserne ɔ: Grundene, ere kun vegne tilbage for Digerne, og førte man disse videre, vilde Grundene nærme sig for meget til Le Havre, hvor Strømningerne allerede have ændret sig meget.

Den Hurtighed, hvormed Tidevandsbølgen gjennemløber Oceanet, er forskjellig efter de Hindringer, den møder i sine Bevægelser. Hvis Jorden var dækket af et sammenhængende og lige dybt Ocean, vilde Flodbølgens Ryg under Æqvator bevæge sig med en Hurtighed af $5\frac{40}{24}$ geogr. Mil i Timen, altsaa 225 geogr. Mil ($221\frac{1}{3}$ dansk Mil),



Fig. 62. Jævndøgnsfloden ved Le Havre.

saaledes som vi alt oven for have udviklet; men denne Maximums-Hurtighed naas rigtignok ingensteds.

I det atlantiske Ocean mellem Æqvator og den 20° n. Br. skal Flodbølgen tilbagelægge 600 Sømil i Timen; i det stille Ocean under 60° s. Br. anslaas Hastigheden til 450 Sømil i Timen. I Nærheden af Kysten bliver Bevægelsen imidlertid langsommere; mellem det sydligste Punkt af Irland og Skotlands Nordspids beløber saaledes Hastigheden sig kun til 52 Sømil. Gjennemsnitlig ere de bredeste Flodbølger ogsaa de hurtigste, og Bredden beror igjen dels paa Bølgens uhindrede Gang, dels paa Havdybden.

Flodbølgens Hurtighed vexler i øvrigt ikke blot fra Sted til Sted, men ogsaa fra Moment til Moment, og vi savne endnu i alt for høj Grad virkelig paalidelige Maalinger i saa Henseende. For Cuxhafen ved Elbmundingen har H. Lentz anstillet omhyggelige Undersøgelser, hvoraf fremgaar, at Flodbølgen her skrider frem med en Fart af 13 Sømil i Timen. Efter Lentz's Beskrivelse gaar det Hele for sig paa følgende Maade: Ved Lavvandet gaar en stærk Strøm nedad mod Havet og stopper først op halvanden Time senere, medens Vandet alt er steget næsten 3 Fod. Nu vexler Strømmen, den kæntrer, og Flodbølgen sætter ind, tiltager i Styrke og naar sin største Fart, halvanden Time før Højvandet, med 220 Fod i Minutten. Derpaa bliver den opadgaaende Strøm svagere, men holder dog ved endnu efter Højvandet, og først efter at Vandet er faldet $1^1/_2$ Fod, indtræder Stillevande. Ebben begynder nu igjen, voxer vedvarende i Styrke og løber 6 Timer efter Højvandet hurtigst, nemlig 360 Fod i Minutten; 51 Minutter senere indtræder Lavvandet, og det samme Kredsløb gjentager sig paa ny, men dog med mangfoldige Vexlinger i de enkelte Tilfælde.

De mathematiske Undersøgelser, som navnlig den berømte franske Astronom og Mathematiker Laplace († 1827) har anstillet over Tidevandet, vise, at i rum Sø maa den Højde, Floden kan naa, under i øvrigt lige Forhold være afhængig af Havets Dybde. Paa en Havdybde af en geografisk Mil vilde Flodbølgens Maximumshøjde være $34^1/_2$ Pariserfod, paa den dobbelte Dybde derimod kun 6 Fod. Jo dybere Havet er, desto ringere bliver Flodbølgen, indtil dens Minimum bliver 3 Fod, den Højde, som vilde finde Sted, hvis Havfladen hvert Øjeblik kunde gjenvinde den til Ligevægten svarende Form. Iagttagelser have ogsaa givet, at Flodbølgen ved St. Helena

udgjør 3 Fod, og noget Lignende gjælder ogsaa om det store Ocean, for saa vidt da Bølgen ikke hemmes af talrige Øer. I Atlanterhavet voxer Flodens Højde omtrent til 50° n. Br. og tager derpaa igjen af. Ved den portugisiske Kyst stiger Floden 11—12 Fod, ved den vestfranske Kyst 15—18 Fod, ved den irske og skotske 18 Fod; hvor Strømmen presses sammen, optaarne Bølgerne sig naturligvis langt højere, saaledes 45 Fod ved St. Malo.

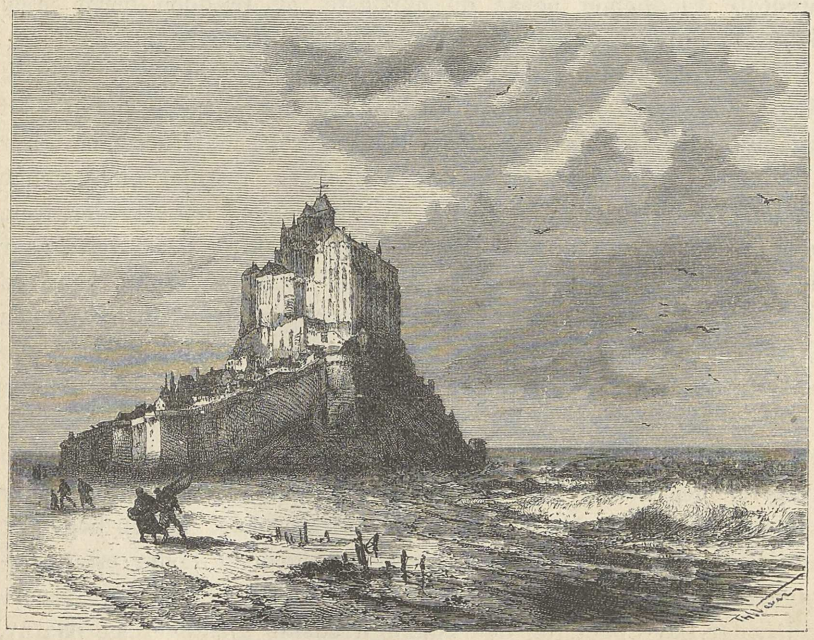


Fig. 63. Flodbølgen i St. Michel-Bugten.

„Ved Evropas Kyst", bemærker Reclus, „er det navnlig St. Michel-Bugten (mellem Bretagne og Normandiet), hvor den stigende Flod yder det mest storartede Skue. Midt i Bugten hæver sig her en sort Granitklippe, som bærer en Samling mørke Bygninger, samtidig baade Abbedi, Kloster, Fæstning og Fængsel, der med sine bratte Fjeldvægge og titanagtige Opdyngninger af Klippe paa Klippe, desto værre i Aarhundrede paa Aarhundrede ogsaa af Fængsel paa Fængsel, danner en alvorlig Modsætning til den vidtstrakte

Sandflade. Ved Ebbetid ligner den hele, mellem 4—5 □ M. store Slette en Askeflade; men naar Floden hurtigere end en galopperende Hest kommer brusende op over den næsten umærkelig skraanende Flade, udfordres kun faa Timer til at forvandle hele Bugten til en smudsig Vandørk, hvis Bølger trænge langt op i Flodmundingerne til Foden af Bulværkerne i Avranches og Pontorson. Ved Ebbetid trækker Havet sig igjen med samme Hastighed mere end en Mil bort fra Kysten og lægger den vidtstrakte Sandflade tør, hvor nu Bækkene flyde med underjordiske Deltaer og hist og her danne forræderske Pletter med Kvægsand og Dynd, hvor Vandringsmanden løber Fare for at synke ned". Ved Springfloden anslaar man den Vandmasse, som trænger ind i Bugten, til 9500 Millioner danske Tønder, og selv ved laveste Nipflod beløber den Vandmasse, som tvende Gange i Løbet af 24 Timer overskyller Stranden, sig dog til ikke mindre end 5000 Millioner Tønder.

Ved Nordkap er endnu kun Springfloderne med 2—3 Fods Højde mærkelige, ved Jyllands Nordøstkyst naar Middelspringfloden ved Hals, Frederikshavn og Skagen kun 1 Fod, er altsaa ikke synderlig betydelig, hvorimod Springfloden voxer langs Halvøens Vestside, er saaledes 2 Fod ved Nyminde, 6 Fod ved Blaavandshuk (Jyllands vestligste Fremspring) og ved Nordby paa Fanø, og endnu større Højder naas ved de nordfrisiske Øer og Kyststrækninger, saaledes ved Øen Sylts Nordkyst 7 Fod, ved Helgoland 10, ved Pelvorm 12 Fod. Ved Elbmundingen (Cuxhafen) er Middelforskjellen mellem højeste og laveste Vandstand 10—12 Fod; men det er allerede oven for S. 143 berørt, hvorledes vestlige Storme kunne stuve Vandet op i dette sydøstlige Hjørne af Vesterhavet. Har Vinden saaledes her blæst to til tre Dage stærkt fra Syd og slaar derpaa om i Sydvest, svulmer Floden til 20 Fod; følger nu en Storm fra Nordvest, kan den endnu stige 6—8 Fod. Springer en vedvarende Vestenstorm netop med den begyndende Flod om til Nordvest, holder den altid ud mindst 6, hyppig 10—12 Timer, og Vandmasserne, som ere svulmede 30 Fod, true og overskylle Elbens Bredder og Diger.

I Indhave bliver Maanens og Solens Indflydelse paa Havfladen lidet betydelig. I Middelhavet stiger Floden ved Toulon og Neapel kun til 1 Fod, i Antiums Havn, efter Trevelyan's Iagttagelser, til 14 Tommer.

Noget anderledes stiller Forholdet sig i Adriaterhavet, som vel kun er en Bugt af Middelhavet, men hvor Tidevandet dog bliver langt tydeligere paa Grund af Bugtens langstrakte Form. Ved Triest naar Springfloden over $2^1/_2$ Fod, ved Toaldo endog 3—$3^1/_2$ Fod, hvorimod Nipfloderne henholdsvis kun ere 8—9 Tommer og $1^1/_3$ Fod. Østersøen, hvis Flade jo ogsaa er meget mindre end Middelhavets, kan kun opvise et meget ringe Tidevande, saa man mange Steder kun kan skjelne det efter aarlange Iagttagelser. Ved de danske Øer er Springfloden vel endnu en halv Snes Tommer, men ved de tyske Kyster bliver den aldeles ubetydelig, saaledes i Wismars Havn $3^1/_2$ Tomme, og svinder derhos mere og mere mod Øst indtil 4—5 Linjer.

Ved Atlanterhavets Vestkyst stiger Floden hist og her meget højt; fremfor alt er Fundybugten bekjendt, hvor Vandet i Flodtid kan stige til 50 Fod. Ved St. John i Ny-Brunsvig ser man ved Ebbetiden i Havnens Baggrund et Vandfald bruse ned; men Floden kommer og slaar mod Strandbredden, Vandfaldet aftager mere og mere i Højde og forsvinder sluttelig under de salte Bølger, og disse trænge videre frem til den øverste Terrasse og tilstede Fartøjerne at lægge ind i det naturlige Bassin, som ligger oven over Faldet. Den betydeligste Springflodshøjde angives at være ved Ungava i Hudsonsbugten, hvor den beløber sig til 67 Fod, og man tilføjer, at Kaptejnen paa et Dampskib engang her lagde sig for Anker paa 6 Favne Vand og nogle Timer senere til sin største Forbavselse kunde spasere tørskoet omkring sit Fartøj.

Ogsaa ved Kysterne af det indiske Ocean viser der sig høje Flodbølger, saaledes stiger Springfloden i Martabanbugten 23 Fod, i Cambaybugten endog 36 Fod; men denne mægtige Stigning betinges dog kun af Kystforholdene, thi i den sydlige Del af Oceanet, ved Rodriguezøerne, naar Flodbølgen kun 6 Fod.

Helt aflukkede Søbækkener kunne ikke opvise noget tydeligt Tidevande; men Grunden hertil maa aabenbart søges i den Omstændighed, at der ikke kan udvikle sig nogen Flodbølge paa disse indskrænkede Flader; smaa Gyngninger forekomme imidlertid vistnok ogsaa her, men der udkræves meget nøjagtige og langvarige Iagttagelser for at paavise dem. Tydeligst lægge de sig for Dagen i Michigansøen (i Nordamerika), ved hvis Vestkyst man har opstillet selvregistrerende Vandstandsmaalere, i Milwaukee og Chicago. Ved sidstnævnte By udgjør Springfloden dog kun

3 Tommer, og Højvandet indtræder her en halv Time tidligere end i Milwaukee.

Til at fremkalde Ebben og Floden udkræves en Kraft, som efter menneskelig Maalestok er aldeles uhyre. For ikke at vove os for vidt, ville vi kun sætte Flodens Højde gjennemsnitlig til 1 Fod og faa saaledes det Resultat, at en Vandmasse paa 120 Kubikmil daglig flyttes omkring Jorden. Dette er en Arbejdspræstation af en ligefrem svimlende Størrelse. For om muligt at fatte dette Tal en Kjende ville vi her anføre, hvad Oppolzer siger: „Naar man betænker, at Menneskenes vældigste Bygningsværk, den store ægyptiske Pyramide, omtrent udgjør en Milliondedel af én Kubikmil, vil man vistnok indrømme, at den Beregning næppe er for vovet, hvorved man faar ud, at Menneskeslægten fra sin Bestaaen til Dato hverken ved egne, ved Husdyrenes eller de kunstige Motorers Kræfter tilsammen endnu har flyttet en Kubikmil Materiale Jorden rundt".

Solens og Maanens Tiltrækningskraft yder os altsaa i Tidevandsbølgen en Kraft til alle mulige Præstationer, der langt overgaar alle de Arbejdskilder, som i øvrigt staa til vor Raadighed. Paa Civilisationens nuværende Trin gjøre vi dog saa godt som slet ikke nogen Brug af denne Arbejdskilde. Nasmyth og Carpenter udtrykke sig omtrent paa følgende Maade om dette Æmne: „Vore Kulminer, som ere saa rige paa Grund af svundne Tiders Lys, levere os nu til Dags et saa stort Forraad af Materiale, der kan omsættes til Kraft, at vi, i vor Iver efter at forbruge dette Forraad til alle mulige Øjemed, rent overse mange andre værdifulde Arbejdskilder, og derunder da navnlig den Kraft, som leveres os ved Havets Stigen og Falden. Vi kunne ved Hjælp af Flodmøller omsætte denne Kraft til en mekanisk Kraft af hvilken som helst Form; hist og her gives der muligvis slige Møller, men sædvanligvis ere disse dog for Tiden fortrængte fra den almindelige Anvendelse ved Dampmaskinen med alle dens Bekvemmeligheder, og hine Maskiner have derfor ikke kunnet høste nogen Fordel af den menneskelige Opfindsomhed, der, siden Dampen er kommen til Anvendelse, har udvirket saa store Vidundere i mekanisk Retning. Vi bør imidlertid ikke forglemme, at vi ved vort ødsle Kulforbrug stadig tage Kapitaler ud af en Bank, hvor der Intet sættes ind. Vi opbruge et Forraad, der kan udtømmes, og der maa komme

en Tid, hvor vi nødvendigvis maa se os om efter andre Kræfter, og da kommer man maaske ogsaa tilbage til den Tanke at anvende Tidevandet som Arbejdskraft i mekaniske Øjemed*). For Beboerne af de britiske Øer vilde dette Problem være af særlig Vigtighed, naar man henser til deres Kysters store Udstrækning og de mange Floder, i hvilke Flodbølgen trænger op, og da en Ingeniørs Opgave bestaar i at omsætte Naturens Kræfter, er der her aabnet en vid Mark for hans Opfindsomhed; en Dag maa han tage fat paa den Opgave at gjøre Maanens Tiltrækningskraft, som den fremtræder i Tidevandet, anvendelig i Mekaniken".

Tidevandsfænomenet spiller endnu en vigtig Rolle i Jordklodens Fysik, og hvorpaa man ikke tidligere har tænkt; den forsinker nemlig Jordens Omdrejningshastighed. Allerede den store tyske Filosof Kant troede, at Jordens Rotation i Tidernes Løb maatte aftage, eller med andre Ord, at Døgnets Længde maatte voxe; men først Robert Mayer gjorde 1838 opmærksom paa, at man havde en Aarsag hertil, nemlig Flodbølgen, som altid ligger øst for Maanens Meridian. Lad os tænke os Maanen staa stille, medens Jorden drejer sig om sin Axe fra Vest til Øst. Et Bjærg vest for Maanen (som staar i Meridianen) vil paa Grund af dennes Tiltrækningskraft fremskynde Rotationen, har det imidlertid passeret Meridianen, fremkalder det af samme Grund en lige saa stor Forsinkelse. Et Bjærg derimod, som altid holdt sig øst for Maanens Meridian, vilde gjennem Maanens Paavirkning søge at forsinke Jordrotationen; men Floden er at betragte som et sligt Bjærg, der stadig holder sig øst for Maanens Meridian, og ved Maanens Indvirkning paa samme maa altsaa Jordens Omdrejning med Tiden forsinkes. Denne Forsinkelse er i øvrigt, praktisk talt, kun meget ringe; Døgnet er i Løbet af flere Hundrede Tusende Aar næppe blevet ét Sekund længere (se oven for S. 40). Ret interessant er det i øvrigt, at Floden ogsaa — i det Mindste theoretisk — giver Mennesket et Middel til at øve Indflydelse paa Jordens Axedrejning. Hvis nemlig Flodens Kraft blev benyttet i største Maalestok til at drive Maskiner, og dette i tilstrækkelig lang Tid gik for sig langs vidtstrakte Havkyster, vilde der, som Mekaniken

*) For omtrent 100 Aar siden blev London nærmest forsynet med Vand ved Flodpumper, som vare opstillede ved London Bridge.

lærer, herved lidt efter lidt fremkaldes en Forsinkelse af Jordens Axedrejning.

9. Havstrømningerne.

Havet har sine Strømninger som Fastlandet; mægtige Floder krydse Oceanet og føre uhyre Vandmasser Hundreder af Mile bort. I tydelig begrænsede Lejer strømmer der i Oceanet Bølger, som med Hensyn til Vandmængde lade Fastlandets mest vandrige Floder langt bag sig, og som snart føre Varme fra Æqvatoregnene til de nordligere Bredder, snart føre Polarlandskabernes Kulde til de solrige Egne, som ligge Æqvatorialbæltet nærmere. Strømmene fremvise ved Havets Overflade undertiden saa skarpt afgrænsede Bredder, at man tydelig kan se, hvorledes den ene Halvdel af et Skib pløjer Strømmens bølgende Vande, den anden Halvdel de rolige Vande ved dens Bred.

Man har først i den nyere Tid naaet en fuldstændig Kundskab om den mægtige Indflydelse, de store Havstrømme udøve paa hele Landes meteorologiske Forhold og derigjennem ogsaa paa deres Plante- og Dyreverden, og har saaledes med Studsen fundet, at f. Ex. Evropas Kulturudvikling, for saa vidt samme jo betinges af Verdensdelens Temperaturforhold, i en ikke ringe Grad afhænger af Retningen af Havstrømmene i det atlantiske Ocean. Og stige vi fra Jordens Overflade ned til Oceanets Grund, finde vi ogsaa her mægtige Strømninger og indse snart efter de afsatte Lags mineralogiske Karakter, at de have stor Indflydelse paa Dyrelivets Dannelse i det dybe Hav. Allerede Carpenter sammenlignede nordlige Dyreformers Optræden paa Havbunden i Egne, hvor Havfladen udviser en høj Varmegrad, med Alpeplanternes Forekomst paa de højeste Bjærgtoppe under de tropiske Egne. Hvis vort nordatlantiske Hav engang blev lagt tørt, og dets Lag kunde blive Gjenstand for en Geologs Undersøgelser, kunde han paa visse Steder finde, at de bestaa af en Sandsten, der er fattig paa Forsteninger, men indeslutter Brudstykker af ældre Stenarter, hvis sparsomme Dyreverden mest bærer et nordisk Præg. Denne Omstændighed vilde vor Geolog ogsaa uden Vanskelighed kunne klare under rimelige Antagelser, som vilde komme Sandheden temmelig nær. Gik han nu imidlertid nogle Skridt videre, vilde han lejlighedsvis

støde paa en Kridtformation, som er meget rig paa lavere Sødyr, der samtlige hentyde paa varmere Temperaturforhold. Denne Kontrast i samme Dybde og i Egne, som umiddelbart grænse til hinanden, vilde det falde vor Gransker vanskeligere at tyde, ja han vilde maaske tænke paa storartede klimatiske Omvæltninger, naar han ikke huskede paa, at den Jordbund, han undersøger, engang beskylledes af undersøiske Strømninger af meget forskjellig Temperatur, og at det var disse Strømninger, som havde bragt saa ulige Bælters karakteristiske Former lige op til hinanden. Saaledes finde vi Havstrømmenes mægtige, dybt gribende Indflydelse paa Jordens Overflade som paa Havets Bund, og vi komme til den Erkjendelse, at denne Indflydelse baade geologisk, meteorologisk og kulturhistorisk er af største Betydning.

Ved Havstrømningerne skjelner man mellem Overfladestrømme og Bundstrømme, alt efter som den strømmende Vandmasse blot naar fra Overfladen og til en ringe Dybde, eller den optræder paa Havbunden. Overfladestrømme og Bundstrømme gaa hyppig i modsatte Retninger, ligesom der ogsaa findes Overstrømme, der ligge tæt ved hinanden og dog gaa i modsatte Retninger. Man opkalder Strømningerne efter det Verdenshjørne, hen imod hvilket de gaa, medens man, som bekjendt, betegner Vindretningen efter det Hjørne, hvor fra det blæser. Efter Temperaturen skjelner man mellem varme og kolde Strømninger, efter Varigheden mellem stadige og vexlende; den sidste Art er hyppig periodiske, d. v. s., de indtræde under visse Omstændigheder, som stadig gjentage sig. Strømninger, som udelukkende vise sig helt oppe i Havfladen, kaldes Driftstrømme.

Kun rent undtagelsesvis kan Sømanden fra sit Skib ligefrem iagttage en Strømnings Forekomst; i de fleste Tilfælde maa han søge at hjælpe sig paa indirekte Maade. De Midler, han har til at udforske Havstrømningernes Existens, Løb og Retning, bestaa i en Sammenligning af Skibets Plads, som den er bestemt ved astronomiske Iagttagelser og ved Logninger, fremdeles ved Anvendelsen af Thermometret, som udviser Temperaturforskjellen mellem det uregelmæssig og det regelmæssig bevægede Hav, d. v. s. mellem Havstrømningen og det øvrige Hav. Logflynderen er et Stykke Træ, dannet som en Cirkelqvadrant og forsynet med Bly langs Cirkelbuen. Til Flynderens tre Hjørner ere fæstnede tynde Liner;

paa en af disse er fastgjort et Hylster af Træ (b), medens Enderne af de tvende andre Liner ved en Tol (a) ere stukne ind i dette Hylster.

Saa snart Logflynderen kastes ud i Vandet, indtager den, som Fig. 64 udviser, en bestemt Stilling og bliver svømmende paa sin

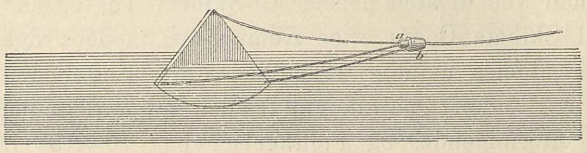


Fig. 64. Logflynderen.

Plads, fordi Loglinen let løber ud, medens Skibet fortsætter sin Vej. Loglinen er ved Knob inddelt i Længder paa 7 Favne, begyndende i en Afstand af omtrent Skibets Længde fra Logflynderen; det Punkt, hvor fra Inddelingen begynder, er almindelig mærket ved en Lap Klæde. Naar Logflynderen nu er udkastet, trækkes Linen ud ved Skibets Fart, og i det Øjeblik Klædet kommer til Rælingen, vendes et Logglas, et Sandur, som løber ud i 28 Sekunder. Efter dette Tidsrums Forløb trækker man ved et kraftigt Ryk Tollen ud af Hylsteret, saa at Logflynderen lægger sig horizontalt paa Vandet (se Fig. 65), undersøger, hvor mange Knob der er udløbet, og udfinder saaledes Skibets Hurtighed.

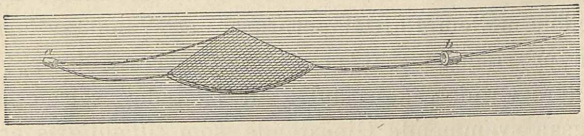


Fig. 65. Logningen.

Ved Kompasset bestemmes Skibets Retning, ved Logningen har man udfundet Skibets Hastighed, og herved har nu Sømanden faaet de Hjælpemidler, hvorefter han gjør sit „Bestik", det vil sige udfinder, hvor langt han er ført frem over Havets Overflade; men man indser let, hvor stor Usikkerheden maa blive for Skibets saaledes beregnede Plads paa Havet; thi ikke alene forudsætter den hele

Fremgangsmaade, at Skibets Bevægelse gaar ganske regelmæssig for sig (ellers kunde man jo fra et Skibs Bevægelse i $^1/_2$ Minut ikke slutte Noget om den hele Bevægelse i en Dag); men Havstrømningerne, om hvis Udforskning der i foreliggende Tilfælde netop er Tale, ere direkte Aarsag til, at den sejlede Distance kan blive vurderet ganske urigtig. Dernæst er det en yderligere Mislighed, at man ved Bestemmelsen af Skibets Vej ogsaa maa tage Hensyn til Skibets Cours efter Kompasset, medens det gjennemgaaende er aldeles umuligt at holde Coursen efter den bestemte Kompasstreg. Endelig gaa alle Fejl fra den tidligere Stedbestemmelse over i de efterfølgende, og Fejltagelser paa 10—15 Grader med Hensyn til Bestemmelsen af Skibets Sted ere derfor ingenlunde uhørte, og det blot ved Ophobning af uundgaalige Fejl og helt bortset fra enhver Strømforsætning. Ved astronomiske Iagttagelser udfinder Sømanden dernæst, hvor han i Virkeligheden er kommen hen, og Sammenligningen mellem dette Resultat og „Bestikket" viser ham altsaa, hvor meget han er kommen bort fra sin Vej; men denne Forsætning behøver altsaa ingenlunde ene at skyldes en Havstrøm, men kan ogsaa for en væsentlig Del hidrøre fra de ovenangivne Fejl, som nødvendigvis maa være knyttede til Beregningen efter Bestikket, og man vil herefter let kunne indse Grunden til, at Havstrømningernes Retninger endnu stadig ere saa ufuldkomment kjendte, selv i de Dele af Oceanet, som mest befares.

Franklin gjorde i 1775 først eftertrykkelig opmærksom paa Vigtigheden af Iagttagelser af Havtemperaturen for at skjelne Havstrømmene. Jonathan Williams fandt gjennem talrige Iagttagelser, at Forskjellen mellem Lufttemperaturen og Vandets Varme i Havfladen kun er ringe, og at man derfor overalt, hvor Forskjellen stiger til flere Grader, kan slutte til Tilstedeværelsen af en Havstrøm. Ogsaa svømmende Gjenstande, som tilfældigvis ere faldne i Vandet, kunne give værdifulde Fingerpeg angaaende Strømningernes Retning. Endnu bedre Resultater faar man i denne Henseende ved Flasker, som forsynes med en Angivelse af Sted og Tid og derpaa udkastes; dog ere disse Flaskeposter behæftede med den Ulempe, at de kun angive Rejsens Begyndelses- og Endepunkt, ikke derimod Mellemstationerne.

Aarsagerne til Havstrømninger ere, hvad man let forstaar, overordentlig mangfoldige, idet alle de Kræfter, som paa et eller andet

Sted forstyrre Oceanets Ligevægt, nødvendigvis maa fremkalde en udjævnende Strømning. Hovedaarsagen maa imidlertid søges i den ulige Opvarmning af Havets forskjellige Egne. I de tropiske Egne finder den største Opvarmning Sted, og følgelig maa ogsaa Fordampningen her være betydeligst. Hvor stor denne er, lader sig ikke bestemme med Sikkerhed, men i hvert Fald kan man med Maury antage, at den mellem Vendekredsene i Aarets Løb mindst maa beløbe sig til 12 Fod. Gaar man ud fra denne ringeste Antagelse, lader det sig beregne, at der alene fra det tropiske Bælte af det atlantiske Ocean aarlig tilføres Atmosfæren 400 Billioner Kubikalen Vand i Dampform. Denne Vandmasse udgjør et Volumen af over 300 Kubikmil, altsaa omtrent sex Gange saa meget Vand, som alle Jordens Floder samtidig føre ud i Oceanet.

En stor, ja vel endog den største Del af de opstigende Vanddampe, vender nu sikkert nok under Form af Regn igjen tilbage til Æqvatoregnene; men en betydelig Del kommer dog fjærnere Egne til gode, idet den føres hen over Kontinenterne og her fra naar ud i andre Dele af Oceanet. Dette Vandtab, som saaledes gaar ud over Oceanets Æqvatoregne, maa i Følge den hydrostatiske Ligevægts Lov gjenerstattes, og dette sker gjennem Strømninger fra Polerne hen imod Æqvator. For i denne Henseende at naa en ret tydelig Opfattelse ville vi atter gaa ud fra den hypothetiske Forestilling, at hele Jorden er dækket med et fuldstændigt Vandlag. Under denne Forudsætning vilde den stærkeste Fordampning finde Sted inden for et ringformigt Bælte paa begge Steder af Æqvator; disse Dampmasser vilde dernæst af Luftstrømningerne føres hen mod Polaregnene og paa denne Vej lidt efter lidt udgyde sig som Regn. Ved Solens opvarmende Kraft blive altsaa betydelige Vandmasser hævede op af Æqvatorhavene og lidt efter lidt transporterede hen mod Oceanets Polaregne; men den saaledes fremkaldte Ophævelse af Ligevægten kan ikke vedblive at bestaa, Jordens Tiltrækningskraft gjør sig strax gjældende for at udjævne denne Forstyrrelse, og følgelig sætte de polare Vandmasser sig i Bevægelse og strømme mod Æqvatoregnene.

Hvis Jorden nu ikke havde nogen Bevægelse omkring sin Axe, vilde Havets Strømninger gaa i Retning af Meridianerne, og vi vilde altsaa paa den nordlige Halvkugle faa en Søndenstrøm, paa den sydlige derimod en Nordenstrøm. Lad os nu betragte, hvorledes

Sagen maa stille sig, naar Jorden — som det jo er Tilfældet — drejer sig om sin Axe i Retning fra Vest til Øst. I dette Tilfælde komme altsaa de Vande, som strømme mod Æqvator, aabenbart efterhaanden fra de mindre Breddecirkler til de større; men disse sidste have en længere Vej at tilbagelægge under Jordens Omdrejning og maa følgelig have en større Hastighed, medens Vandmasserne fra Nord indtræffe med en mindre Drejningshastighed; de maa altsaa blive noget tilbage i Retningen fra Vest til Øst, det vil med andre Ord sige, Vandmasserne antage en øst-vestlig Strømning; men Vandmasserne havde jo allerede forud en Retning mod Æqvator, og disse tvende Bevægelsers Samvirkning giver som Resultat, at Vandmasserne paa den nordlige Halvkugle faa en sydvestlig Retning, paa den sydlige derimod en nordvestlig Retning*). Hvor begge Strømninger træffe paa hinanden, maa de gaa op i en samlet Strøm, som gaar fra Øst mod Vest. Under de saaledes antagne Forudsætninger vilde der altsaa i Æqvatoregnene gaa en mægtig Strømning rundt omkring Jorden i en Retning, som er modsat Jordens under dens Axedrejning.

De Forudsætninger, hvorfra vi i det Foregaaende gik ud, slaa nu i Virkeligheden ikke til; thi Jordens uregelmæssig formede Kontinenter afbryde paa mange Maader Sammenhænget mellem Oceanets forskjellige Dele. Kun tør vi paa Forhaand nogenlunde gjøre Regning paa at finde de saaledes theoretisk bestemte Strømninger igjen i de Dele af Jordens virkelige Overflade, hvor Oceanet i største Udstrækning dækker Jordkuglen, medens det samtidig i saa ringe Grad som muligt hemmes af omfangsrige Øer. Dette finder nu Sted i det store Ocean, og her træffe vi da virkelig ogsaa en mægtig Strøm, som gaar fra Øst mod Vest og altsaa svarer til den, hvis nødvendige Fremtræden vi oven for have eftervist.

*) Til yderligere Forstaaelse af ovenstaaende, noget vanskelige Udvikling maa vore Læsere mindes den saakaldte Inertiens (Træghedens) Lov, i Følge hvilken et Legeme, som har faaet en bestemt Retning og Fart, beholder denne Retning og Fart, indtil ydre Hindringer komme til; det er denne Inertiens Lov vi t. Ex. lettelig blive mindede om paa en ubehagelig Maade, naar vi springe ned fra en kjørende Vogn; man skal springe med samme, men springer i Regelen lige ned og falder. I ovenstaaende Tilfælde have Strømningerne en Retning mod Æqvator, komme saaledes efterhaanden hen over Egne, der have en større og større Fart end de selv, de kunne ikke følge med og skifte saaledes tilsyneladende Retning.

I det Foregaaende have vi kun haft en enkelt Faktor for Øje og ladet denne alene være Aarsag til Havstrømningerne; men der udkræves kun en ringe Eftertanke for at fatte, at der endnu er andre Omstændigheder for Haanden, som dels fremkalde Strømninger, dels kraftig støtte de alt for Haanden værende. I denne Henseende har man allerede tidligere henpeget paa Passatvindene, ja mange Geografer troede endog i disse regelmæssige Luftstrømninger at have Hovedaarsagen til de tilsvarende Havstrømninger, medens andre overhovedet bestrede en slig Aarsagsforbindelse, navnlig under Henvisning til, at den store Æqvatorialstrømning gaar ned til en temmelig betydelig Dybde; men tør man antage, at Vindens ene paa Overfladen virkende Drivkraft virkelig kan sætte Oceanet i en Strømbevægelse til Dybder paa 3—4000 Fod?

Et Spørgsmaal som ovenstaaende kan aabenbart ikke løses gjennem et blot Raisonnement; det udkræver en indgaaende Drøftelse, som maa støttes af et nøje Kjendskab til de fysiske Forhold ved Vædskers Gnidning. En saadan Undersøgelse er i den seneste Tid given af Zöppritz, og den er af største Betydning for Theorien om Havstrømningerne. Zöppritz afkræfter nu den ovenantydede, tilsyneladende vægtige Indvending mod Vindtheorien, nemlig at Vinden kun kan fremkalde rent overfladiske Strømninger, og at overhovedet ikkun konstante Vinde kunne fremkalde konstante Strømninger. Han beviser nemlig, at det kun er et Tidsspørgsmaal, til hvilken Dybde en Impuls, som virker konstant paa Overfladen af en Vædske, kan naa ned, med andre Ord de øvre Lag meddele ved Gnidning de lavere en Del af deres Bevægelse. Naar gjennem uendelig lang Tid Overfladelaget er blevet holdt i en uforanderlig Hastighed, befinder hele Vandmassen sig i en uforanderlig (stationær) Bevægelsestilstand*). Hurtigheden er kun afhængig af Dybden og aftager med samme efter en arithmetisk Proportion, til den ved Bunden bliver lig Nul. Heraf følger altsaa, at den ved Passatvindene fremkaldte Driftstrømning kan række ned til Oceanets Bund.

---

*) Et 12000 Fod dybt Ocean, som tidligere var i fuldstændig Ro, vilde efter 100000 Aar allerede temmelig stærkt have nærmet sig en stationær Bevægelsestilstand, efter 200000 Aars Forløb vilde samme næsten fuldstændig være indtraadt.

Zöppritz's Undersøgelser have fremdeles ført til den vigtige Oplysning, at naar en Overflade er underkastet Paavirkning af Kræfter, som tidvis vexle, forplante disse Forandringer sig overordentlig langsomt og med rask aftagende Virkning ned i Dybet, saa at Hovedmængden af det strømmende Vand kun bestemmes af Overfladens Mellemhastighed og Mellemretning, medens de periodiske og uperiodiske Forandringer kun gjøre sig gjældende i et tyndt Overfladelag*). Heraf fremgaar, at uden for de tropiske Egne, hvor Vindene ikke blæse saa konstant fra samme Retning, kunne Driftstrømmene meget vel allerede i en forholdsvis ringe Dybde have en konstant Retning, som er betinget af Vindens Mellemretning. Over hele den mellemste og østlige Del af det nordlige Atlanterhav er Vindens Mellemretning sydvestlig, og Driftstrømmen vil derfor i nogen Dybde konstant følge denne Retning, selv om der til Tider fremtræder andre Vinde paa Overfladen.

Oceanets nuværende Bevægelse skyldes tildels den opsummerede Virkning af et Arbejde, Vindene have præsteret gjennem utalte Aartusender. Saa snart Havet engang har naaet den uforanderlige Bevægelsestilstand — hvad vel nu er Tilfældet —, en Bevægelsestilstand, som svarer til Vindenes Mellemretning, have Vindene kun at erstatte det uafbrudte, men kun ringe Tab i Bevægelseshastigheden, som Vandet maa undergaa ved ydre Gnidning.

Efter foranstaaende Udvikling kunne vi nu gjøre videnskabelig Rede for de almindelige Aarsager, som fremkalde Strømningerne paa Havets Overflade; men hvorledes forholder det sig med Dybvandsstrømmene, de submarine Strømninger? Hvad er det for en Aarsag, som i Oceanets Dybder driver det kolde Polarvand hen imod Æqvator? Witte, som har anstillet nøjagtige Studier over Havstrømningerne, lægger Vægten paa Temperaturforskjellen. Det Vand, siger han, som opvarmes af Solen, udvider og hæver sig op over sin oprindelige Stand (Niveau); der maa følgelig indtræde en Cirkulation af den Art, at Vandet paa Overfladen strømmer fra Æqvator mod Polerne, i Dybet derimod fra Polerne mod Æqvator. Dog saa simpelt, som det her fremstilles, synes Forholdet ikke at

*) En aarlig Periode i Vinden (altsaa ogsaa i den rent overfladiske Driftstrøm) vil paa 30 Fods Dybde allerede være aftagen til $^1/_{13}$, og paa 300 Fods Dybde være saa godt som umærkelig.

være. Fordampningen fra Havoverfladen spiller, som vi alt have set, i Virkeligheden en betydelig Rolle; men det Samme maa ogsaa gjælde om den ulige Saltholdighed, som netop har sin Aarsag i Fordampningen. Lad os antage, at der fra en Ottendedel af det atlantiske Oceans Overflade fordampes et Vandlag blot paa en Tomme, tilføres der altsaa paagjældende Del af Oceanet 200 Mill. Centner Salt, og denne Salttilførsel kommer væsentlig de øvre Lag til gode. Den Rolle, som denne større Saltholdighed spiller, maa altsaa ingenlunde overses. Paa Oceanernes Overflade aftager Vandets Saltmægtighed hen imod Polerne og dermed ogsaa Vægtfylden; men da samtidig ogsaa Temperaturen synker, stiger Vægtfylden igjen, og det lod sig jo saaledes tænke, at disse to modsatte Indflydelser kunde ophæve hinanden; men dette slaar ingenlunde til, som Hann har paavist*), idet Saltmægtigheden i Polarhavene tiltager med Dybden, medens den under Æqvatoregnene aftager med den voxende Dybde. Senere har Buchanan gjort det atlantiske Havs Saltholdighed til Gjenstand for en indgaaende Undersøgelse, og Resultatet heraf er, at i Retning fra Syd til Nord findes det saltholdige Vand stadig dybere og dybere under Havfladen. Det tungere Polarvand i Dybet maa derfor have en Tendens til at strømme hen imod Æqvator, og heri maa vi muligvis søge Aarsagen til de kolde submarine Strømninger.

10. Strømningerne i det store og det indiske Ocean.

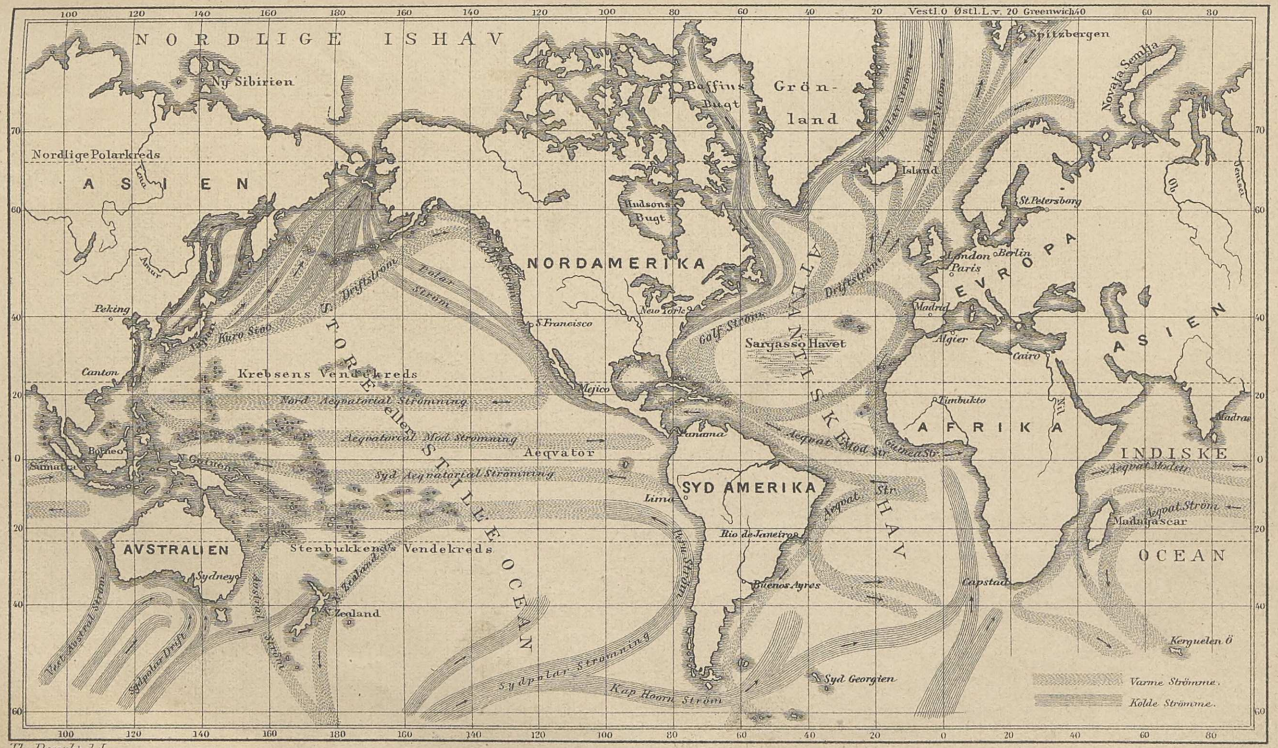
Vi have allerede i det Foregaaende udviklet, hvorfor der i det aabne Ocean nødvendigvis maa optræde en æqvatorial Strøm; vi ville nu gaa over til at lære Enkelthederne ved denne Strømning noget nøjere at kjende. Renest gjør den sig gjældende i det store Ocean, hvor den af Hollænderne nævnes „Dienung“; undertiden fører den ogsaa Navnet Æqvinoctialstrømmen (Jævndøgnstrømmen), fordi den træder stærkest frem mellem Vendekredsene, medens Humboldt foreslog at kalde den Rotationsstrømmen, for at antyde, at Jordrotationen øver en væsentlig Indflydelse paa

*) Se Allgemeine Erdkunde von J. Hann, F. v. Hochstetter und A. Packorny. 3te Auflage. Prag 1881, p. 142 og flg.

dens Fremkomst. Æqvatorialstrømmen falder i det store Ocean i tvende, tydelig adskilte Dele, en bredere Masse, som bølger frem syd for Æqvator, og en nordlig smallere Strøm; begge adskilles ved en æqvatorial Modstrøm, hvis Axe ligger under 5° n. Br., og som gaar fra Vest til Øst. I hvor høj Grad Jordens Rotation betinger Æqvatorialstrømmen, indlyser klarest af den Omstændighed, at baade dens nordlige og sydlige Halvdel paa 60 Længdegrader — en Sjettedel af Jordens Omkreds — ligge saa godt som parallele med Æqvator. Efter Duperrey's Undersøgelser indtager denne uhyre Strøm i Bredden et Rum af næsten 750 geografiske Mil, og dens Middelhurtighed anslaas til 4 geografiske Mil i Døgnet. Hvilken Dybde Strømmen naar, er endnu ikke tilstrækkelig klaret; men pletvis skulle Vandmasserne i mere end 5000 Fods Dybde endnu deltage i Overfladens strømmende Bevægelser. Hvorledes man derimod skal klare sig Tilværelsen af den æqvatoriale Modstrøm, som tillægges næsten samme Fart, men i modsat Retning, er vel ingenlunde afgjort; men rimeligvis fremgaar den dog som Resultat af begge de tvende, vældige Æqvatorialstrømmes Tilbageslag fra de vestlige Fastlandsmasser.

Uden at lide nogen væsentligere Paavirkning af den avstralske Øverden flyder den store Æqvatorialstrøm hen mod de avstralske og asiatiske Kyster og de foran samme liggende store Øer. Først nu begynder den at vige af fra sin normale Bane, og denne Afvigelse finder her, som for øvrigt overalt i Oceanerne, Sted efter en Regel, vi senere ville møde igjen ved Luftoceanets Bevægelser. Paa den nordlige Halvkugle strømmer nemlig Vandet med den Tendens at dreje sig i samme Retning som Urviseren, paa den sydlige Halvkugle derimod i den modsatte Retning.

Overensstemmende med denne Regel se vi først den sydlige Arm af Æqvatorialstrømmen udsende en Gren, der øst for New-Zealand løber hen imod Sydpolen; derpaa bøjer en anden Gren ligeledes af i samme Retning mellem Avstralfastlandet og New-Zealand; Resten af Hovedstrømmen gaar gjennem Torresstrædet og taber efterhaanden sit ensartede Præg. Vende vi nu vort Blik mod Sydamerikas Vestkyst, finde vi — svarende til den oven angivne Regel — at der her indtræffer en stærk Strøm fra Sydvest, og da denne Strøm kommer fra Polaregnene, maa den naturligvis føre koldt Vand op mod Nord langs Kysten. Denne



Th. Berghs l.l.

Fig. 66. Kort over Havströmningerne.

Sydpolarstrøm forbliver dog kun med en Del af sine Vande, den saakaldte Perustrøm, i det store Ocean, Resten gaar som Kap-Hoornstrømmmen om Amerikas Sydspids op i det atlantiske Ocean. Den kolde peruanske Strøm, som først blev opdaget af Humboldt i Aaret 1802, øver en meget betydelig Indflydelse paa de klimatiske Forhold i Sydamerikas Kystegne, idet den mildner den glødende Hede i disse, til Dels regnløse Egne. Midt under Troperne fandt Humboldt, at denne kolde Oceanstrøm til visse Aarstider kun havde en Temperatur af 15,6° C., medens de rolige Vande uden for Strømmen viste en Varme af 27,5° og 28,7° C. Der, hvor Sydamerikas Kyst springer mest frem mod Vest, drejer Strømmen af i samme Retning fra Landet, saa at Sømanden, som gaar længere op mod Nord, pludselig kommer fra det kolde ind i varmt Vand. Denne peruanske Strøm, som daglig løber 3—4 geografiske Mil, har i øvrigt ogsaa stor Betydning for Kystfarten; den benyttes derfor af alle nordgaaende Sømænd, medens Strømmen i den modsatte Retning fra Ækvator mod Magalhäesstrædet er meget besværlig, og Sejlskibe endogsaa bruge Maaneder om at kæmpe sig den samme Strækning frem mod Strømmen, som de kun behøve Uger for at tilbagelægge med samme.

Mellem Perustrømmen og den sydlige Ækvatorialstrøm ligger den af Maury saakaldte „øde Region“ i Sydhavet. „Man har bemærket“, sagde Maury, „at denne Del af Oceanet kun sjælden besøges af Hvalfangerne. Hvorfor de sky denne Region, er endnu ikke oplyst, men Kjendsgjerningen staar fast. Tidligere saae man i denne Region kun sjælden et Skibs hvide Sejl, sjælden oplivedes den af Mennesket, som dog ellers vil være allesteds nærværende paa Jordens Overflade; hverken Søfartens industrielle Øjemed eller Handelens Hovedveje kaldte Mennesket her hid; kun af og til pløjede en omstrejfende Krydser eller en driftig Hvalfanger denne Vej, men for andre Søfarere var og blev det en aldrig besøgt Del af Oceanet, indtil Avstraliens Guldegne og Perus Guanoøer pludselig forvandlede denne Oceanets „øde Region“ til en Alfarvej. Nu krydses den af alle Skibe, som gaa fra Avstralien til Sydamerika, og i flere Skibsjournaler skildres den som en Region, hvor der fattes næsten ethvert Tegn paa Liv i Hav som i Luft. I det store Oceans sydlige Del slutte Søfuglene sig ofte til Skibene og holde sig hele Uger igjennem til samme som tro Fæller i Storm og

Stille; selv slige Arter som Albatrossen og Kapduen, som holde af de stormfulde Regioner ved Kap Hoorn og det ugjæstmilde Klima i Nærheden af den sydlige Polarkreds, ledsage ikke sjælden Skibene helt op til Vendekredsenes bestandige Sommer; men de Søfugle, som komme til et Skib, der sejler om Avstralien, skulle kun følge samme til den her omtalte Egn og her forsvinde. Selv Stormfuglenes Skrig hører man her ikke mere, og Havet er, efter hvad man fortæller, paafaldende fattigt paa Skabninger, der leve og færdes sammesteds".

Betragte vi nu den nordlige Arm af det store Oceans Æqvatorialstrøm, lægge vi først og fremmest Mærke til, at den strømmer 20 Længdegrader videre mod Vest, før den tvinges til nogen Afvigelse ved de mødende Kontinentalmasser og Øer. Herpaa bøjer Hovedmassen af Havstrømmen først mod Nord, derpaa mod Nordøst og løber nu under Navnet Kuro-Sivo langs den japanske Østkyst. Ved hele Formen af det store Oceans nordlige Kyststrækninger, ved det nordøstlige Asiens store og med de højere Breddegrader trinvis paafølgende Tilnærmelse til Amerikas nordvestlige Egne bliver den varme japanesiske Strøm tvungen til i en stor Bue at bøje over mod Californien og fra de højere Breddegrader igjen at stige ned til de lavere. Her øver nu Jordens Omdrejning i Forening med den ved samme Aarsag modificerede Passatvind sin bekjendte, mægtige Indflydelse paa Retningen af de strømmende Vande, og syd for Krebsens Vendekreds mellem Havaii og den mejicanske Kyst forene disse Vande sig (nu som den californiske Strøm) atter med den nordlige Æqvatorialstrøm, hvor fra de oprindelig forgrenede sig langt vester paa mellem Marianernes Gruppe og Øen Formosa. I det Hele taget beskriver Kuro-Sivo altsaa med sin østlige Forlængelse, den saakaldte nordlige Pacifik-Strøm, en halv elliptisk Bue, som ligger i det store Ocean mellem Krebsens Vendekreds og den 50° n. Br. Den varme Strøm skiller sig i det nordlige store Ocean ved sin ejendommelige Farve fra det tilgrænsende, ikke regelmæssig strømmende Havvand; det er denne mørkeblaa Farve, som har foranlediget Japaneserne til at give Strømmen Navnet den „sorte Strøm", Kuro-Sivo.

Denne Strøm forgrener sig, som bemærket, øst for Formosa fra den nordlige aqvatoriale Strøm, men periodisk, naar Solen staar nord for Æqvator, modtager den endnu et betydeligt Tilskud fra

Monsunstrømmen, som da fremtræder ved Carolinerne, og i det Hele taget synes Sydvestmonsunen i det kineske Hav at udøve en betydelig Indflydelse paa Kuro-Sivostrømmens Styrke.

Næsten lige ved Krebsens Vendekreds, altsaa kun lidt sydligere end Golfstrømmen, har den japanesiske Strøm sit smalleste Sted. Her fra strømmer den mod Nord langs Øen Formosa, slaar derpaa ind i en nordøstlig Retning og beskyller med tiltagende Bredde Nippons Nordøstkyst. En Del af det samme Vand, som strømmer hid fra Formosa, gaar gjennem Koreastrædet ind i det japanske Hav, forlader dette gjennem Tsugarustrædet (mellem Nippon og Jesso) eller La-Pérousestrædet (mellem Jesso og Sakalin) og forener sig igjen med Hovedarmen. Paa denne Maade omsluttes det japanesiske Ørige paa alle Kanter af varme Havstrømme, og denne Varmetilførsel er stor nok til over Nipponøen at tvinge Januar-Isothermlinjen et betydeligt Stykke mod Nord, lige som herigjennem det Faktum forklares, at man ikke støder paa Is i det japanske Hav mellem Nippon og Halvøen Korea, medens den vestligere Petsjilibugt, der ligger under selv samme Breddegrad, udviser Is ved Vintertide.

Ved sin videre Fremtrængning mod Nord kommer Kuro-Sivo i Kast med den kolde Polarstrøm, som spalter den i tvende Dele; dette Mødested karakteriseres ved stadige og tætte Taager. Den vestlige Del af Strømmen vender sig lige lukt mod Beringsstrædet, passerer samme med en Fart af 1—3 Knob (1—3 Kvart Sømil) i Timen og flyder langs den amerikanske Kyst. At Strømmen mod Nord fortrinsvis vender sig mod denne og ikke mod den asiatiske Side, er allerede theoretisk meget sandsynligt og bevises derhos yderligere ved den Kjendsgjerning, at man paa hin amerikanske Kyst hyppig træffer paa opskyllede Træstammer, hvad kun i en ringe Grad eller slet ikke finder Sted paa den asiatiske Kyst. Syd for St. Lorenzøen (i Beringshavet) udskiller sig igjen en Gren, som vender sig mod Øst, derpaa mod Syd og endelig mod Sydvest, idet den under sin Vej forsyner den nordlige Kyst af Alëuterne med Drivtømmer.

Lad os nu atter vende tilbage til Kuro-Sivostrømmens Hovedarm. Samme antager fra den 45° n. Br. en ren østlig Retning, bliver under 180° vestl. L. for Greenwich angreben i Flanken af den kolde Strøm, som kommer ned fra Beringsstrædet, og tvinges

noget mod Syd, men gjenvinder dog snart sin nordlige Position og strømmer under 50° n. Br. og 150° vestl. L. for Greenwich mod Sydøst. Baade i Omegnen af Kurilerne og Alëuterne, hvor den store japanske Strøm mødes med de kolde Polarstrømme, dukke disse under og gaa med et submarint Løb mod Syd. Ved Kuro-Sivos nordvestlige Grænse, hvor samme omfattes af de kolde Strømme, der hidrøre fra det okotske Hav, bebudes Overgangen fra den ene til den anden Strøm ved et hurtigt Fald paa 9°—11° C. i Havets Temperatur, og de Grænser, hvor Havets Varme voxer, udvise heftige Hvirvler, som ofte ligne Brændingerne mod Rev og Skjær.

De nyeste Undersøgelser angaaende Kuro-Sivostrømmen har Kaptejn Belknap anstillet under Tuskaroraexpeditionen, og han er kommen til følgende Resultater: Kuro-Sivo naar under sit østlige Løb helt frem til den amerikanske Kyst, idet dens nordlige Grænse næsten naar Sydkysten af Vancouvers Ø; her fra vender Kuro-Sivo sig mod Syd og gaar over i den Strøm, man unøjagtig har kaldet den „kolde California-Strøm“. Under den sætter en Understrøm mod Nordvest, naar paa den 50° n. Br. op til Havets Overflade og løber derpaa mod Nord langs Kysten af Britisk-Amerika og de foran liggende Øer; senere vender denne sidste Strøm lidt efter lidt mod Vest, idet dens Retning paavirkes af Kystretningen; ved Øen Sitka har den en Fart af en Knob i Timen.

Vi kunne naturligvis ikke gaa alt for meget i Enkelthederne og dvæle ved alle de mindre dels kolde, dels varme Strømme, som træffes i de vestlige Dele af det store Ocean. Med Hensyn til det okotske Hav skulle vi derfor kun fremhæve, at dette Hav, der ikke uden Grund betegnes som det store Oceans „Ishav“, sender flere kolde Strømme — de kunne til Dels skjelnes paa Kortet over Havstrømningerne — mod Syd ned i det japanske Hav og saaledes giver den russiske Ø Sakalin det raa og barske Klima, der er et Særpræg for samme i Modsætning til de lige over for liggende Dele af Fastlandet. Med Hensyn til Strømningerne i det sydkinesiske Hav (Nan-haj) skulle vi kun bemærke, at de ere meget variable og rene Driftstrømme, som betinges af og vexle med Monsunvindene, der i Maanederne Oktober til April blæse fra Nordøst, i den øvrige Tid fra Sydvest.

Vi vende os nu til det indiske Ocean. Her træffe vi igjen Æqvatorialstrømmen, men kun paa 10°s. Br., medens Modstrømmen fremtræder under Æqvator. Paa sin vestlige Retning ad Afrika til støder Æqvatorialstrømmen mod den mægtige Ø Madagaskar, hvorved den spaltes i to ulige Arme; den mindre østlige bøjer af mod Syd, den mægtigere vestlige passerer derimod med en daglig Fart af 5—6 geografiske Mil som Mosambikstrømmen gjennem Strædet af samme Navn og vender sig sydligere mod den lille Øgruppe Krozet (vest før Kerguelen). Tidligere antog man, at denne varme Strøm trofast fulgte Afrikas Kyst i en elegant Bue og bøjede om det gode Haabs Forbjærg ind i det atlantiske Hav. En antagelig Grund for et sligt, fuldstændig uregelmæssigt Forhold lod sig ikke anføre, man kunde kun fremhæve, at man her virkelig møder en mægtig, varm Strøm, Agulhasstrømmen. De nøjagtigere Undersøgelser, „Challenger“ har anstillet, have imidlertid godtgjort, at den mægtige Agulhasstrøm, som med sin Varme naar ned til Vandlag af 2500 Fods Dybde og udøver en væsentlig Indflydelse paa Kaplandets Klima, overhovedet ikke træder ind i det atlantiske Ocean, men holder sig i Havet syd for det gode Haabs Forbjærg; her kommer den varme Strøm i Kast med en kold, der kommer fra det atlantiske Ocean, og trænges tilbage mod Øst, hvor de tvende fjendtlige Vandmasser lidt efter lidt smelte sammen med hinanden. Grænserne for de tvende stridende Strømme ere imidlertid alt andet end uforanderlige, men vakle meget mere frem og tilbage, hvorved Vindens Indflydelse spiller en betydelig Rolle.

11. Det atlantiske Oceans Strømninger.

I det atlantiske Ocean danne Havstrømningerne et indviklet System for sig, der kun for saa vidt staar i en meget løs Forbindelse med det store Oceans Strømninger, som Kap Hoornstrømmen omkring dette Forbjærg trænger ind i det atlantiske Hav. Den berømte Lærde Athanasius Kircher († 1680) synes at have været den første, som udkastede et Kort over de atlantiske Strømninger; man skjelner paa samme Kort Æqvatorialstrømmen og ser, hvorledes den ved Brasiliens fremspringende Spidse deler sig i en nordvestlig og sydvestlig Gren. Begge Dele finder i Virkeligheden

Sted; men den egentlige Æqvatorialstrømning ligger i det atlantiske Ocean ikke parallelt med Æqvator, men skærer samme under en temmelig spids Vinkel. Efter Robert Scotts Undersøgelser begynder Æqvatorialstrømmen ved den afrikanske Kyst og strækker sig mod Nord til 3° n. Br.; under de første Meridianer har den en Hurtighed af 3—4 Mil. Fra sin nordlige Grænse paa 3° n. Br. beholder den sit vestlige Løb paa over 330 Mil, men dens Hastighed vexler fra 6—3 Mil i Døgnet. I Nærheden af Brasiliens Kyst faar Strømmen en Tendens mod Nordvest, og allerede næsten 160 Mil fra Kysten viser Strømmens Retning sig paavirket af Landet. Ved den brasilianske Kyst tilbagelægger Strømmen næsten 15 Mil, ved Guyanas Kyst 7—5 Mil i Døgnet. Under 50° v. L. træffer den sammen med den vestlige Driftstrømning.

Denne Veststrømning trænger mellem de vestindiske Øer ind i det caribiske Hav, nord for Trinidad, med en Hurtighed af 8—10 Mil i Døgnet; ved Mellemamerikas Kyst tvinges den af mod Nordvest, passerer Yucatankanalen med en Mellemhastighed af 7 Mil og løber derpaa ind i den mejicanske Bugt, hvor fra den mellem Florida og Cuba som Golfstrømmen atter træder ud i det aabne Atlanterhav. En betydelig Del af den vestlige Strøm holder sig dog stadig uden for det caribiske og mejicanske Hav, idet den strækker sig øst for de vestindiske Øer op mod Nordamerikas Kyst og her dukker ned under den varmere, egentlige Golfstrøm.

Man maa imidlertid ikke overse, at de her givne Retninger, Beliggenheder og Hastigheder kun repræsentere visse Gjennemsnitsværdier, og at Strømningerne selv ikke blot periodisk forskyde sig fra Maaned til Maaned, men i de forskjellige Aar endog have en noget forskjellig Beliggenhed. Koldeweys Undersøgelser have sat dette uden for al Tvivl.

I Vinklen mellem Æqvatorialstrømmen, den vestlige Driftstrøm og den afrikanske Kyst optræder en mægtig, østgaaende Strømning, som fører Navnet Guineastrømmen. Denne er først nogenlunde rigtig fremstillet af den berømte amerikanske Hydrograf Maury († 1873), som imidlertid førte den mod Syd ud over Æqvator, endog helt ned til Kap, en Retning, som er stik mod alt Tilsvarende fra andre Strømninger. Man behøver nemlig kun at kaste et Blik paa vort Kort over Havstrømningerne, for strax at erkjende, at langs med Vestkysten af alle Fastlandsmasser paa den sydlige

Halvkugle optræde kun nordgaaende Strømme, ligesom Havstrømningerne i Regelen ikke føre Vand fra den ene Halvdel af Jorden til den anden, men holde sig til et Kredsløb paa samme Halvkugle. Denne Guineastrømningens uregelrette Løb, hvorpaa Maury troede, finder da i Virkeligheden heller ikke Sted, hvad allerede Findlay har udviklet; senere har Koldewey nøjere undersøgt den Strømning, og endelig har Krümmel systematisk bearbejdet det indsamlede Materiale. Herefter finder der umiskjendelig en aarlig Vexling Sted med Hensyn til Guineastrømningens Udstrækning; den naar Maximum af sin Udvikling i Avgust og September, idet den da kan spores ud over 40° vestl. L. for Greenwich; derimod har den i Marts trukket sig mest sammen og begynder da først ved den 25° vestl. L. for Greenwich. Guineastrømmen er endnu nogle Grader varmere end de atlantiske Æqvatorialstrømninger, ja med Hensyn til Temperaturen kappes den med de hedeste Egne af Golfstrømmen. Disse Forhold afspejle sig, som Maury bemærker, ret smukt i de klimatiske Forhold paa de fire Øer, som ligge i Guineabugten. „Den sydligste Ø (Annobon) ligger hele Aaret igjennem i den kølige, vestgaaende Polarforøgelse af Æqvatorialstrømmen; de tvende nordligste Øer (Fernando Poo og Prinsens Ø) ombølges uafbrudt af den varme, østgaaende Guineastrøm, men den mellemste Ø (San Thomé) bliver afvexlende paavirket af begge de modstridende Strømme; under Solens nordlige Stand bøjer den sydlige Strøm nord paa, ved Solens sydlige Stand derimod den nordlige Strøm syd paa. Herved betinges en Vexlen i Klimaet".

Idet vi forbeholde os en udførligere Behandling af Nordatlanterhavets varme Strømme, have vi i denne Oversigt over Havstrømningerne i det atlantiske Hav endnu at dvæle lidt ved den Nordpolar-Strøm, som langs Amerika-Siden gaar imod Syd. Nøjere om den Art og Maade, hvorpaa denne Strøms forskjellige Arme forholde sig under deres Konflikt med den varme Golfstrøms Vande, skulle vi senere lære at kjende; her skulle vi indskrænke os til den Bemærkning, at denne store Polarstrøm fører Vande fra de vestlige Dele af Asiens Nordkyst over til Østkysten af Nordamerika. Allerede i 1852 udtalte Petermann, at Drivtømmer fra de sibiriske Floder førtes ikke blot til Spitzbergen, men ogsaa helt over til Grønland. Lamont, som i 1859 traf slige Træmasser i stor Mængde i det sydøstlige Spitzbergen, erklærede dem bestemt

for Naaletræ fra Sibirien. De talrige Prøver af Drivtømmer, som de svenske Expeditioner bragte tilbage fra Spitzbergen, ere af I. G. Agardh underkastede en nøjere Undersøgelse, og han har med Sikkerhed godtgjort, at ikke et eneste Stykke deraf tilhører nogen anden Art Træ end det sibiriske Lærketræ, en Art Naaletræ, som i uhyre Mængder voxer paa det evropæiske og asiatiske Ruslands Sletter. Hermed er det altsaa godtgjort, at det ikke er Golfstrømmen, som bringer dette Drivtømmer fra sydlige Egne til hine Kyster, men at den nordlige Polarstrøm fører det over fra Sibirien. Denne Kjendsgjerning tillader imidlertid atter yderligere Slutninger. „Ligesom Columbus", bemærker Oscar Peschel, „fra det fremmedagtige Drivtømmer, som kastedes i Land paa de canariske Øer, sluttede sig til et Land i Vest, kunne vi fra de sibiriske Træstammer ved Spitzbergens Kyster slutte os til et aabent sibirisk Ishav. Nord for Sibirien og øst for Spitzbergen maa Havet om Sommeren være aabent, siden det Drivtømmer, Floderne Ob, Jenissei og Lena føre ud i Ishavet, kan naa over til Spitzbergen".

Polarstrømmene have ingenlunde deres største Mægtighed om Vinteren, men tvært imod om Sommeren. I den kolde Aarstid ligger Ishavet stille og har trukket sine Isstrømme tilbage. Ved denne Tid er Drivisen fuldstændig borte fra New-Foundland, medens Havet i Sommermaanederne vrimler deraf og frembyder Synet af et Ishav. „New-Foundlands Sømænd", bemærker Reclus, „vogte sig vel for at komme disse Ismasser nærmere end paa en halv Fjerdingvej og holde sig i Nærheden af samme stadig under Vinden. Omgivne af Taager, som fremkaldes ved Forskjellen mellem deres Temperatur og de varme, fra Syd kommende Vande, røbe disse gigantiske Ruiner af Isbræer kun deres Forekomst ved et sælsomt, hvidligt Gjenskin, hyppig ogsaa ved en pludselig Nedgang i den omgivende Atmosfæres Temperatur. Dog kun alt for ofte sker det, at naar man lægger Mærke til disse Kjendetegn, er det allerede for sent at undgaa Faren. Hundreder af Skibe med deres hele Mandskab ere saaledes ved Sammenstød med Isbjærge forsvundne i Oceanets kolde Bølger. Til andre Tider møder man selv ved klart Vejr hele Flaader af Isbjærge og maa hele Dage igjennem lavere med den største Forsigtighed for at undgaa dem. I Aaret 1824 blev saaledes den engelske Brig Anna paa Højden af Kap Race overrasket af Isbjærge, og først efter at den i hele

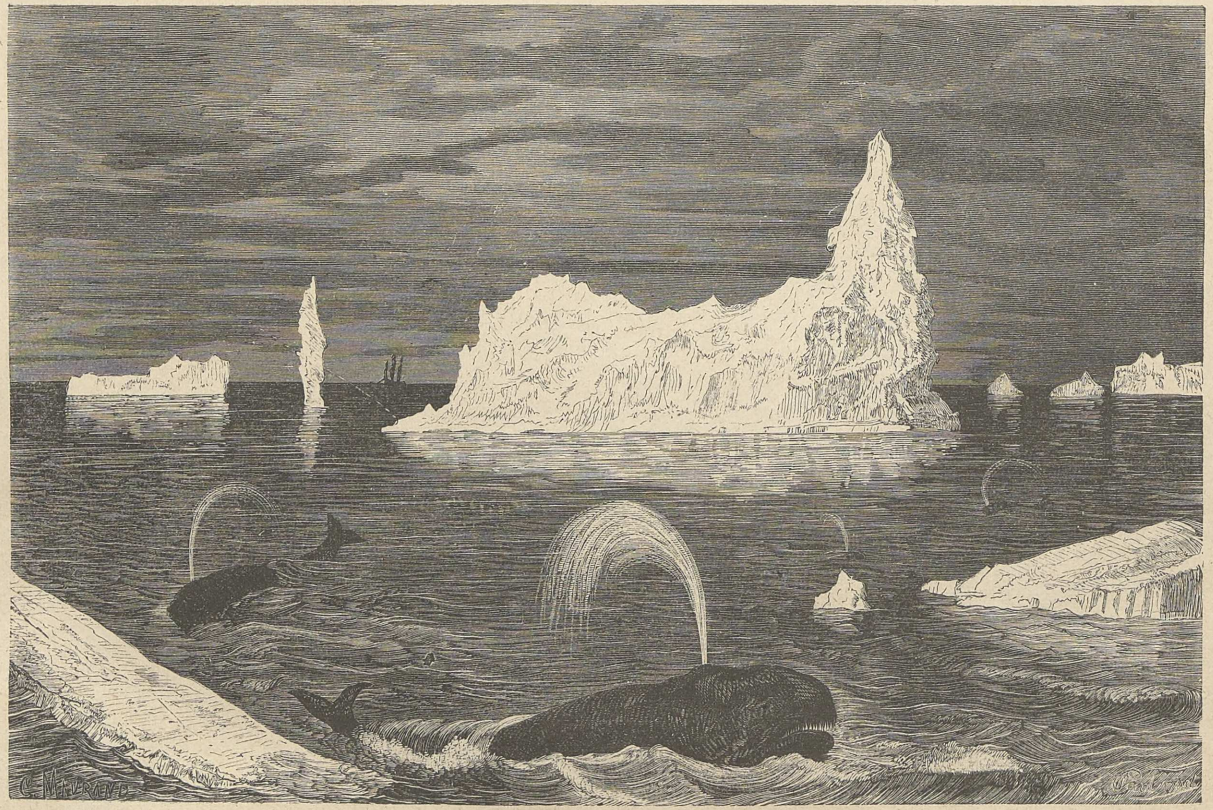


Fig. 67. Isbjærge ved New-Foundlands Bankerne.

29 Dage havde været omringet af truende Taarne og Naale, lykkedes det atter at vinde aabent Vande". Golfstrømmen bereder i øvrigt disse fantastiske Iskolosser et brat Endeligt, og kun sjælden forvilder en enkelt sig mod Syd ud over den 40de nordlige Breddegrad.

Vi maa endnu anføre nogle Bemærkninger om disse Polarhavenes Isstrømme. Al den Is, som findes i svømmende Tilstand i Polaregnene, maa, hvad dens Bevægelse angaar, adlyde de samme Love som Vandet og Havet, hvoraf følger, at Vand- og Luftstrømmene ere Isens drivende Kræfter. Paa Grund af Vindenes Foranderlighed have Luftstrømmene dog i Regelen kun en ren lokal og periodisk Indflydelse, og Havstrømningerne maa derfor anses for de sande Regulatorer af Isforholdene i de forskjellige Dele af Polaromraadet.

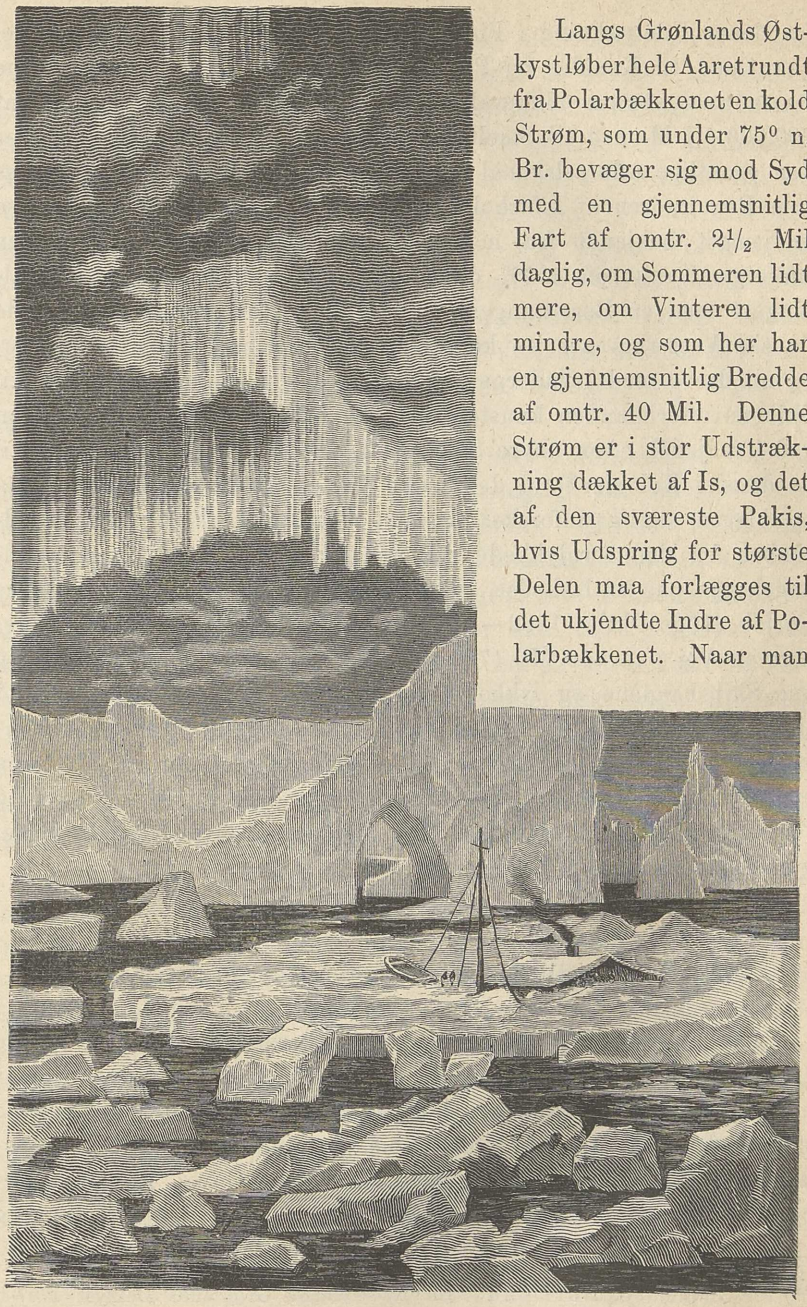
Disse Strømninger ere absolut nødvendige til Opretholdelsen af Temperaturforholdene paa vor Klode. Inden for Polarkredsene maa der overalt, hvor Aarets Middeltemperatur ligger under Frysepunktet, om Vinteren frembringes mere Is, end der kan smeltes bort om Sommeren. Hvis nu Polaregnene ikke enten fik tilført Varme gjennem varme Strømninger, eller gjennem de kolde Strømninger skaffede sit Overflod paa Is bort til Egne, som have Overskud paa Varme, maatte vi forudse en længere fremadskridende Tilisning af begge Poler. Blev der hver Vinter blot produceret en eneste Ismark mere, end der bliver bortskaffet om Sommeren, maatte vort Klima endnu i historisk Tid være undergaaet tydelige Forandringer til det Værre, men dette er ingenlunde Tilfældet; mange Grunde tale snarere for en Tilbagevigen end en Fremskriden af Isen. Heraf følger igjen, at der i Polarhavene kun kan frembringes visse Kvantiteter Is, der maa staa i bestemt Forhold til Bortførelsen.

I det sydlige Polaromraade, som ligger aabent til alle Sider, gaar denne Bortførsel for sig ved Isens Fremrykning paa alle Hold hen imod Æqvator. Helt anderledes stiller derimod Forholdet sig i det nordlige Polaromraade; her træde næsten overalt store Landmasser hindrende i Vejen og afspærre det indre Polarbækken mod Syd.

Dette Bækken staar derfor kun gjennem smalle Aabninger i Forbindelse med Oceanerne, nemlig gjennem Beringsstrædet, Baffinsbugten og Havet mellem Grønland og Norge. De tvende første kunne imidlertid næppe komme paa Tale som Afførselskanaler for Isen. Beringsstrædet er for snævert og grundt, og der finder gjennem samme kun en regelmæssig Afgang og Tilgang Sted af koldt og varmt Vand. Baffinsbugten afspærres mod Nord og Vest ved en Øvrimmel, der danner en næsten uigjennemtrængelig Skranke for Isen fra det egentlige nordlige Bækken; nogle Ismarker bane sig ganske vist Vej gjennem den Række Stræder, som under Navnet „Nordvest-Passagen" føre ud i Baffinsbugten, men de fleste Ismasser, som fra denne Bugt passere Davisstrædet og bevæge sig mod Syd langs Amerika-Siden, hidrøre ene og alene fra Baffinsbugtens egne Øer. Denne Labradorstrøm er i den sidste Tid bleven særlig bekjendt ved den uhyggelige Rejse, en Del af Mandskabet fra den amerikanske Expeditions Skib „Polaris" maatte tilbagelægge paa en Isflade, en Rejse, som tog sin Begyndelse 15de Oktbr. 1872 under $77^1/_2{}^0$ n. Br. og først endte den 30te April 1873 under 53^0 n. Br., en Vej paa næsten 450 Mil.

Som Udførselsvej for det aarlige Overskud af Is fra hele det nordlige Polarbækken have vi saaledes kun tilbage Havet mellem Grønland og Norge, hvor der som Følge heraf ogsaa fremtræder et i Sandhed beundringsværdigt Strømsystem. Under sin Rejse 1871 havde Weyprecht*) oftere Lejlighed til at lære sammes Kraft at kjende. Paa Grund af dette Havs store Udstrækning ere disse Strømningers Forløb ude i rum Sø meget rolige og jævne; men deres Mægtighed træder overalt for Dagen, hvor Uregelmæssigheder i Havbunden oven eller under Vande lægge dem Hindringer i Vejen, og her opstaa da fuldstændige Strømme. Saaledes t. Ex. under Sydkap paa Spitzbergen, hvor Weyprecht i tolv Dage forgjæves anstrængte sig for at komme omkring Øst ind i Storfjorden, eller under Hope-Øen, hvor „Isbjørnen" ikke kunde lægge bi, men af den heftige Strøm blev tvungen til at lette Anker. Her maalte Weyprecht Strømmen til $^3/_4$ Mil i Timen; noget Lignende er Tilfældet under Novaja-Semlja.

*) Expeditionen paa „Isbjørnen" til Spitzbergen og Novaja-Semlja.



Langs Grønlands Østkyst løber hele Aaret rundt fra Polarbækkenet en kold Strøm, som under 75° n. Br. bevæger sig mod Syd med en gjennemsnitlig Fart af omtr. $2^1/_2$ Mil daglig, om Sommeren lidt mere, om Vinteren lidt mindre, og som her har en gjennemsnitlig Bredde af omtr. 40 Mil. Denne Strøm er i stor Udstrækning dækket af Is, og det af den sværeste Pakis, hvis Udspring for største Delen maa forlægges til det ukjendte Indre af Polarbækkenet. Naar man

Fig. 68. Hansa-Expeditionen.

fra denne Udstrækning i Flademaalet drager en Tredjedel, som vel gaar med til Kanaler og Pletter med aabent Vande, fører denne Grønlandsstrøm alligevel aarlig en sluttet Ismasse af omtrent 200,000 □ M. ned til Smeltningsprocessen i Syd. Denne Strøm er den egentlige Afførselskanal fra det nordlige Ishav og maa betragtes som Regulatoren af Isforholdene i dette Bækken. Dens Bevægelse er længst bekjendt fra mange ældre Iagttagelser, især fra den sørgelige Katastrofe 1777, da 10 hollandske og hamburgske Hvalfangere med en Besætning af 460 Mand — for en stor Del fra de danske Vesterhavsøer — kom i Besæt mellem 74° og 75° n. Br. og nu dreve med Isfladerne syd paa gjennem Danmarksstrædet, til Skibene efterhaanden knustes. Af Mandskabet reddede sig kun en god Tredjedel efter uhyre Savn og Lidelser syd om Grønland til de danske Kolonier*). I den nyere Tid er Grønlandsstrømmen paa ny bleven særlig udforsket ved den bedrøvelige Fart, Skibsmandskabet fra den forulykkede tyske Polarfarer „Hansa" maatte tilbagelægge paa en Isskodse, til det endelig efter to Hundrede Dages Forløb (19de Oktbr. 1869—7de Maj 1870) og efter at have tilbagelagt en Vej paa 240 Mil (70° 52′—61° 12′ n. Br.) kunde redde sig paa Skibsbaadene og lykkelig naaede om Grønlands Sydspids ind til de danske Kolonier. Denne vældige Isstrøm bøjer om Grønlands Sydspidse et Stykke op i Davisstrædet, forener sig med den oven for omtalte Labradorstrøm, og begge føre nu deres Pakis og Isbjærge ned til Egnene ved New-Foundland, hvor Golfstrømmen gjør Ende paa deres Tilværelse.

12. Det nordlige Atlanterhavs varme Strømme.

Det nordlige Atlanterhavs varme Strømme ere den sande Livets Kilde for det civiliserede Evropa, idet deres varme Bølger muliggjør Kulturbestræbelser i Egne af vor Verdensdel, der ligge i samme Afstand fra Nordpolen som de øde Egne ved Hudsonsbugten. Herodot kaldte Ægypten for Nilens Gave; Englands Beboere turde med ikke mindre Ret paastaa, at deres Kultur og

*) Jfr. Kaptejn C. Normann: En Rejse langs Grønlands Østkyst 1777 i „Dansk geogr. Tidsskrift" II, 49—63.

Storbritanniens Verdensstilling er en Gave af Atlanterhavets varme Strømme. Hele denne uhyre Fremtrængen af varme Vandmasser mod Evropasiden betinger de mærkværdigste klimatiske Modsætninger mellem det atlantiske Oceans evropæiske og nordamerikanske Kyster. Man finder saaledes, at Nain i Labrador har en gjennemsnitlig Januartemperatur af mere end 17° C. Kulde, medens den norske Stad Bergen, som dog ligger Polen fulde 50 Mil nærmere, i Januar har en Gjennemsnitsvarme af næsten 2° C.

Denne Forskjel fremkaldes af Atlanterhavets varme Vande, der som en tyk Kaabe omhylle Evropas Vestside, medens Nordens Isstrømme, som vi nylig saae S. 185—86, trænges over mod den amerikanske Side.

Polarvandenes Havdyr indespærres ved Golfstrømmen som af en Mur, og Maury bemærker, at de mægtige Bardehvaler bæve tilbage for dens Vande som for et Ildhav. Medens Hvalrosser komme med Drivisen lige ned til New-Foundlands Kyster, og man dér — under samme geografiske Breddegrad som Mellemtyskland — organiserer Jagter paa Isbjørne, kjender man intet Exempel paa, at disse Polarhavets Tigere nogen Sinde ere drevne i Land ved de britiske Kyster, ja selv Skandinavien kjender ikke noget til Besøg af Hvidbjørnen, skjønt den har sin Tumleplads paa Spitzbergen og Novaja-Semlja; hvis Golfstrømmen ikke dannede en uoverstigelig Mur for hine Dyr, kunde man ikke se nogen Grund til, at de ikke hyppig skulde aflægge et uvelkomment Besøg hos vore norske Frænder.

Vi have her et Par Gange nævnt Golfstrømmen som enstydig med Nordatlanterhavets varme Strømme; men egentlig gjemmer sig bag dette Navn en Sammenblanding af forskjellige Strømninger, en Sammenblanding, som har givet Anledning til stor Forvirring og Misforstaaelse og t. Ex. kommer frem i den kolossale amerikanske Overdrivelse, at det stakkels Evropa har Amerika alene at takke for sin Smule Varme, og at de vældige amerikanske Fristater blot ved et Spadestik (Gjennemgravningen af Panamatangen) kunde ødelægge de gamle Moderlande. Vi ville derfor her strax fremhæve, at der gives tre forskjellige Strømninger, hvis delvise Sammenarbejden betinger de ovenberørte, for Evropa saa overordentlig gunstige Betingelser, nemlig Golfstrømmen, den tilbagevendende Æqvatorialstrøm og Atlanterhavets nordgaaende Driftstrøm.

Vi omtalte S. 178, hvorledes en Del af Æqvatorialstrømmen trængte ind i det caribiske og mejicanske Hav og forlod dette sidste gjennem Kanalen mellem Øen Cuba og Halvøen Florida som Golfstrømmen*). Denne Florida-Kanal danner mellem Floridas Syd- og Østkyst paa den ene og Cubas Nordvestrand samt Bahamabankerne paa den anden Side de saakaldte „Snævringer" (Narrows), ved hvis Begyndelse Strømningen har en Bredde af 10 Mil, en Dybde af 1150 Fod og en Fart af 8 Mil i Døgnet, medens den længere frem aftager baade i Bredde og Dybde, hvorimod Farten øges til $^1/_2$ Mil i Timen i Gjennemsnit, størst om Vinteren, mindst om Foraaret. Denne Hastighed har dog kun Strømmens Overflade; thi en kold Understrøm, som trænger frem i den modsatte Retning, hemmer og standser de nedre Vandlags Fart. Naar man altsaa tidligere anslog Golfstrømmens rivende Fart til 3—5 Sømil (over en dansk Mil) i Timen, beregnede Mængden af den gjennemstrømmende Vandmasse til 135 Millioner Kubikalen i Sekundet og herefter vilde forklare sig Golfstrømmens mægtige og vidtrækkende Indflydelse lige til de fjærneste Have nordvest og nord for Evropa, har man her gjort sig skyldig i en betydelig Overdrivelse; den gjennemstrømmende Vandmasse er saaledes i Virkeligheden kun 75 Millioner Kubikalen, eller noget over Halvdelen af den tidligere angivne Størrelse.

Den Første, som opdagede Golfstrømmen, var Spanieren Ponce de Leon, som i Aaret 1513 fire Gange krydsede samme netop i de oven beskrevne Snævringer. Den egentlige Opdager af Golfstrømmen ude i Havet er dog Hernando Cortez's Overstyrmand Alaminos, som den 26de Juli 1519 afgik fra Vera Cruz, passerede Snævringerne og, idet han holdt sig mod Nord og lod sig føre øster paa af Strømningen, efter to Maaneder naaede Spanien og saaledes med denne for hin Tid uhørt korte Frist bragte Meldingen om Mejicos Opdagelse. Saa vigtig er i det Hele taget denne Havstrøm for vor Verdensdels Forbindelse med den nye Verden, at man tør paastaa, at Golfstrømmen har en mægtig Del i Nordamerikas raske Kultivering. Hvis denne Strøm ikke havde været

*) Se især Petermann: Geografische Mittheilungen. 1870, S. 201—24. Findlay: Memoir of the Atlantic North Ocean, S. 369—405 (3dje Udg. 1873).

til, vilde Columbus ikke have kunnet opstille flere af de vigtigste Beviser, han anførte for Tilværelsen af vestlige Lande; men paa Grund af de varme Vandes Kredsløb i det nordatlantiske Ocean var der flere Gange drevet Stammer af ukjendte Træer i Land ved Azorerne, fremdeles udskaarne Træstykker, ja endog Lig med fremmede Ansigtstræk. Derhos erfarede Columbus selv af Nybyggerne paa Azorerne, at man paa Farter mod Vest var truffen paa Barker, som førte fremmedagtige Mænd. Man behøver her ikke absolut at tænke paa amerikanske Urindbyggere, som af Vinden vare forslaaede af deres Kaas; men det er en Kjendsgjerning, at der gjentagne Gange er kommet Grønlændere over til Evropas nordvestlige Kyster, og de kunne kun være komne herover ved Golfstrømmen og Nordvestvinden. Allerede Plinius véd at fortælle om saadannne mørkt farvede Mennesker, som Qv. Metellus Celer under sit Proconsulat i Gallien fik forærende af Boiernes eller Svevernes Konge, og som vare indstrandede i det nordvestlige Tyskland. Ligesaa høre vi under Kejser Frederik Barbarossa tale om „Indere“, der vare forslaaede til samme Kyst, ja Kardinal Bembo beretter endog, at i Aaret 1508 blev en Kano med syv Mand af lille Vext og et fremmed Ydre kapret af et fransk Skib. Ingen forstod disse Folks Sprog; deres Klædning var sammensyet af Fiskeskind, de aad raat Kjød og drak Blod som Vin. Sex af disse Mænd døde paa Rejsen; den syvende, en Yngling, blev forestillet for Kongen, som opholdt sig i Orléans. Den Beskrivelse, vi erholde om disse ukjendte Menneskers Udseende og Adfærd, passer ganske paa Eskimoerne. Meget hyppige ere dernæst de amerikanske Planter, som Golfstrømmen skyller op paa de evropæiske Øer. Ved Islands og Færøernes Kyster findes Mimosefrø („Vettenyrer“), ja tidligere opskylledes Drivtømmer af amerikanske Træsorter i saadan Mængde, at det afgav tilstrækkeligt Bygningstømmer og Brændsel, altsaa ganske tilsvarende Forhold, vi alt have lært at kjende ved Alëuterne, hvor der ikke voxer noget Træ, og hvis Beboere med Hensyn til deres Bygningstømmer og Baadebygning udelukkende ere henviste til Drivtømmeret.

Golfstrømmen traadte paa en Maade ud af Forglemmelsen, da den berømte Benjamin Franklin i Aaret 1775 opdagede, at den blotte Sænkning af et Thermometer i Atlanterhavets Bølger er tilstrækkelig til at godtgjøre, om et Skib befinder sig i Golfstrømmen

eller ikke. Saa skarp kan paa sine Steder Golfstrømmens Begrænsning være, at f. Ex. den engelske Admiral Milne under en Fart fra Halifax til Bermuda i Maj 1861 maalte en Temperatur af 21° C. i sit Skibs Forstavn, ved Bagstavnen derimod kun $4^1/_2$, altsaa en Forskjel af $16^1/_2{}^0$ C. paa en Skibslængde. Franklins Opdagelse er af stor Betydning for den atlantiske Skibsfart; thi for Farten fra Amerika til Evropa er Golfstrømmens drivende Kraft, som vi alt saae fra Alaminos's Rejse, af væsentlig Betydning, medens Sømanden omvendt, saa vidt mulig, undgaar denne modgaaende Strømning, naar han er paa Fart mod Vest. I det Hele er Golfstrømmen, og ikke med urette, berygtet for sin Taage, Storm og Uvejr, som med Forkjærlighed optræde i dens Omraade, og hvorved den om Vinteren allerede paa lang Afstand bebuder sin Tilværelse; Amerikanerne kalde den derfor ogsaa „Stormkongen" eller „Stormenes Fader". Aarsagen til denne Atmosfærens Uro maa søges i Golfstrømmens større Varme i Sammenligning med de tilgrænsende Halvdele, hvorved der fremkaldes en Art atmosfæriske Golfstrømme over Havstrømningen, noget, vi senere skulle komme tilbage til.

Vi omtalte oven for (S. 188) Golfstrømmens Udløb gjennem Snævringen ved Beminiøerne, et Par af de vestligste Bahamaøer. Vi angave den Vandmængde, som her strømmer ud i det aabne Atlanterhav, til 75 Millioner Kubikalen i Sekundet, en Vandmasse, om hvis Størrelse vi tilnærmelsesvis faa et Begreb, naar vi høre, at den er 30 Gange større end hele den samlede Vandmasse, som alle Jordens Floder i samme Tidsafsnit føre ud i Oceanet. Havstrømningens mekaniske Kraft er samtidig saare betydelig; men naar Maury faar ud, at denne Kraft vilde være tilstrækkelig til at transportere en Byrde af 90 000 Millioner Tons med en Fart af 3 Mil i Timen op ad et Skraaplan med 3 Tommers Stigning pr. Mil — fraset Gnidningsmodstanden — er denne Angivelse dog i høj Grad overdreven og beror paa de ældre Overvurderinger af Strømmens Vandmasse. I øvrigt naar Golfstrømmen under sit videre Løb ingensteds ned til Havbunden, men hviler gjennemsnitlig i et, flere Tusende Alen dybt, Leje af koldt Vand. I dette kolde Vandleje har Strømmen lige som hulet sig en Flodseng, men flytter dog samme periodisk i Aarets Løb; Golfstrømmen svajer efter Maurys Udtryk som en uhyre Vimpel frem og tilbage i det atlantiske Hav.

Vi skulle senere komme lidt nærmere ind paa selve Golfstrømmens Varmeforhold, men ville her kun modsige de ældre overdrevne Anskuelser om denne Strømnings Indflydelse paa Evropas Klima. Allerede den berømte engelske Hydrograf Findlay paastod, at Golfstrømmen var aldeles utilstrækkelig til at naa Evropas Kyster og at udøve en mærkelig Indflydelse paa sammes Klima, og ogsaa andre Avtoriteter, som Carpenter og Blunt, have udtalt sig i samme Retning. Man har nemlig helt villet overse den egentlige Æqvatorialstrøm, der, som vi saae S. 178, holder sig øst for Antillerne og tvinges af dem op mod Nord. Hen over denne Strømning flyder den varme Golfstrøm i et Lag, hvis Mægtighed vel næppe nogensteds overskrider 600 Fod. Alt som Æqvatorialstrømmen imidlertid kommer længere op under de højere Breddegrader, antager den efterhaanden en mere og mere østlig Retning og flyder altsaa omtrent under den 40° n. Br. tilbage igjen mod den gamle Verdens Vestkyst, hvor en Del af dens Vande langs Portugals og Nordafrikas Kyst bøjer mod Syd for senere at gaa over i den vestlige Driftstrøm og begynde et nyt Kredsløb.

Æqvatorialstrømmens varmere Vande naa altsaa langt over til Evropasiden; men dette Faktum er paa langt nær tilstrækkeligt til at klare Evropas saa overordentlig begunstigede Stilling i klimatisk Henseende. Her faa de sydvestlige Vinde, som en stor Del af Aaret blæse over Atlanterhavet, en afgjørende Betydning. Vi have tidligere paavist (se S. 170), hvorledes slige fremherskende Vinde, skjønt de ej ere konstante, dog meget vel kunne frembringe Driftstrømme, og dette er netop Tilfældet i det nordlige Atlanterhav. Sydvestvindene frembringe altsaa her en Driftstrøm, som fører Atlanterhavets varme Overfladevand langs Evropasiden helt op i Ishavet. Hertil kommer endnu den Betydning, som maa tillægges de oven for S. 92 berørte undersøiske Terrasser og Grunde, som omtrentlig afspærre Ishavet fra den nordlige Del af Atlanterhavet. Alle de britiske Øer, Shetland iberegnet, ligge paa en udstrakt Banke, som ingensteds ligger under 100 Favnes Dybde; en Del af denne Banke optages af Vesterhavet, som er meget grundt og kun i sin nordlige Del (fra Skotland til Norge) opviser Dybder mellem 50—100 Favne. Færøerne ligge ligeledes paa en temmelig udstrakt Banke, og fra denne Øgruppe fører en sammenhængende og bred undersøisk Ryg, som gjennemsnitlig kun ligger 250 Favne under

Havfladen, over til Island. Endelig afspærres ogsaa Danmarksstrædet ved en undersøisk Ryg, som med højst 300 Favnes Dybde fører fra det nordvestlige Island over mod Grønlands Østkyst. Kun tvende Steder skyde større Havdybder sig fra Ishavet ned i det nordlige Atlanterhav. Saaledes gaar en temmelig snæver Rende, som dog kun naar omtrentlig 600 Favnes Dybde, ind mellem Færøerne og Shetland, men afspærres ved den britiske Banke fra al yderligere Forbindelse med Evropa. En anden, forholdsvis dyb Rende, den norske (med Dybder indtil 400 Favne), gaar fra Stat langs den norske Kyst helt til inderst i Skagerak og afgrænser saaledes Norges Fjælde fra dets nærmeste Broderlande mod Syd og Vest. Dog heller ikke denne Rende kommer i umiddelbar Berøring med Evropa; fra Norge afskæres den ved en Banke, som ligger mellem Kysten og den norske Rende, og paa Vest- og Sydsiden begrænses den af Vesterhavsbankerne.

Denne nøjagtigere Kundskab til det nordlige Atlanterhavs Bundrelief, som skyldes de norske og danske Opmaalings-Expeditioner, og hvis Betydning først er fremhævet af Professor H. Mohn i Kristiania*), giver os den sidste Forklaring til Vestevropas saa gunstige klimatiske Stilling. I hele det nordlige Atlanterhav findes ingensteds iskoldt Vand, det vil sige Vand under 0°, Bundtemperaturen er mellem 2 til 3° C., og dette er selv Tilfældet helt oppe ved Island og paa den sydlige Side af de oven for beskrevne undersøiske Rygge. Hvis disse Tværrygge ikke fandtes, vilde iskoldt Bundvand (Vand, hvis Temperatur ligger under 0°) strømme ned i Atlanterhavets Dyb og her vise sin afkølende Virkning op ad**). Nu standses det iskolde Vand af Tværryggene, stuves lidt op over Voldens Overkant, men over Volden kommer ikke en Draabe iskoldt Vand, den varme Atlanterhavsstrøm river med sin Underflade de øverste Lag af det kolde Dybvand med sig og fører dem tilbage til Ishavet***), fra hvis isfyldte Egne det oprindelig

*) Dybde- og Varmeforholdene i Havet mellem Nordvest-Evropa og Grønland. Geogr. Tidsskrift I, 81—87.

**) I Færø-Shetlands-Renden flyder saaledes virkelig iskoldt Vand, hvis Temperatur gaar fra 0° til ÷ $1^2/_3$ C.

***) „Intet iskoldt Bundvand passerer hverken ved Sommer- eller Vintertid den undersøiske Ryg mellem Island og Færøerne", se Kapt. A Mourier:

er kommet, og til hvis Dyb det er sunket paa Grund af sin lave Temperatur og deraf følgende større Vægtfylde. Det varme Vand, som saaledes fra Atlanterhavet uafbrudt strømmer ind i Ishavsbækkenet, kan naturligvis ikke uafbrudt flyde saaledes, uden at en tilsvarende Mængde Vand ad andre Veje føres ud fra Ishavet. Vi have set, at dette ikke sker gjennem nogen Understrøm, thi de saa meget omtalte Banker og Tværrygge hindre dette. De eneste Udløb, som altsaa staa tilbage, blive de oven for, S. 184—86, omtalte Strømme fra Baffinsbugten og Danmarksstrædet, særlig da den sidste. Mægtige Overfladestrømme med iskoldt Vand, Pakis og uhyre Isbjærge bevæge sig her stadig mod Syd, og vi skulle snart se, hvilken uheldig Indflydelse disse Strømme maa øve paa Amerikas Østkyst.

Af det nu Udviklede vil det forhaabentlig fremgaa, at den egentlige Golfstrøm kun i en meget underordnet Grad spiller nogen Rolle over for Evropa; men at det er en hel Række andre Omstændigheder, som tilsammen øve en saa heldbringende Indflydelse paa denne Verdensdels Vestkyst. I den senere Tid har man ogsaa faaet Øje herfor, man begynder at ville kalde den egentlige Golfstrøm for Floridastrømmen og vil overføre Golfstrømmens Navn paa den tilbagevendende Æqvatorialstrøm, som man jo tidligere slog sammen med Golfstrømmen og betragtede som dens umiddelbare Fortsættelse. Der synes dog ikke at være nogen Grund til denne Forandring i Benævnelsen, da Æqvatorialstrømmen jo Intet har med den mejicanske Golf at bestille. Man har ogsaa villet indføre Navnet „Golf-Driftstrømmen“ for den tilbagevendende Æqvatorialstrøm og særlig for den nordøstgaaende Driftstrøm; men der synes egentlig ingen Grund til at indføre dette nye Navn, som jo dels vækker urigtige Forestillinger om en Forbindelse med Mejico-Golfen, dels stadig endnu hviler paa en Overvurdering af den egentlige Golfstrøms Betydning.

Ingolfs Expedition i Danmarksstrædet, geogr. Tidsskrift IV, 48. — „Polarhavets iskolde Bundvand overskrider rimeligvis slet ikke, eller i alt Fald kun i meget ringe Mængde, Ryggen i Danmarksstrædet; Polarstrømmen løber nemlig, efter at have passeret denne Ryg, videre paa et Bundlag af forholdsvis varmt Vand“; jfr. samme Afhandling Side 59.

Den egentlige Golfstrøm slap vi oven for ved Bemini-Snævringen. Efter at have forladt denne breder Strømmen sig mere og mere over det atlantiske Ocean, men taber samtidig ogsaa forholdsvis i Dybde, og medens det kolde Vand, der ligesom danner Strømmens Bredder, viger til Siderne og saaledes tillader Golfstrømmen at udvide sit Omraade, trænge ogsaa de kolde, fra Polarhavene hidrørende Vandlag, som danne Golfstrømmens Leje, sig mere og mere op mod Overfladen. Golfstrømmen, som ved Beminiøerne kun har en Bredde af 10 Mil, er allerede ud for Charleston 18 Mil, og ud for Kap Hatteras (35° n. Br.) 30 Mil; den er saaledes efter 150 Mils Forløb voxet til den tredobbelte Bredde*), men Dybden er her ogsaa højst 100 Favne. Strømmens Retning er desuden nu allerede bleven mere nordøstlig, og denne østlige Tendens voxer, dels paa Grund af Jordens Axedrejning, dels som Følge af Kystretningen; Strømmens indre eller vestlige Side, som presser mod den sydgaaende, kolde Strøm, har en betydelig større Fart end dens østlige, mod Oceanet vendende Rand, og i det Hele er Strømmens Hastighed langt ringere end i „Snævringerne". Syd for Nantucket-Bankerne, i Højde med New-York og Kap Cod, altsaa nord for den 40de Breddegrad, bøjer Golfstrømmen efterhaanden om mod Øst; de nordlige Sandbanker og Grunde bidrage til denne Afvigelse; her er den nu voxet til 75 Mils Bredde (med tvende mellemliggende koldere Striber); men Dybden er samtidig kun 150 Fod og Hurtigheden $1^1/_2$ Fjerdingvej i Timen eller 9 Mil i Døgnet, og jo længere den naar frem mod Øst, desto ringere bliver Farten. Øst for Nantucketbankerne gaar Golfstrømmen endnu 300 Mil længere ud i Oceanet, strejfer Sydkanten af den store New-Foundlandsbanke og løber nord for den 40° n. Br. med stedse aftagende Fart til den 40° v. L. for Greenwich; Sydranden naar vel en 50 Mil længere frem, men den egentlige Golfstrøm er her ophørt, den er gaaet over i den tilbagevendende Æqvatorialstrøm og Atlanterhavets Driftstrøm. I de fleste Bøger og Kort kaldes denne Fortsættelse, som oven anført, dog endnu Golf-Driftstrømmen.

---

*) Rigtignok med en mellemliggende Stribe af koldere Vand, se neden for S. 196. Man kan ogsaa angive hele Bredden paa dette Sted til 60 Mil, men saa bestaar Strømmen af tre varmere og to mellemliggende koldere Striber.

Mellem den 43de og 47de Breddegrad, i Nærheden af New-Foundlandsbankerne, støder den sidste Del af den egentlige Golfstrøm med sin Nordrand og i Havets Overflade sammen med de kolde Polarstrømme, hvis Oprindelse vi alt kjende. Grænselinjen for disse store Havstrømninger ligger dog ikke uforanderlig paa samme Sted; ved Vintertid trænge de kolde Polarstrømme mod Syd, i den varme Aarstid faar Golfstrømmen Overtaget, den „bølger — efter Maurys Udtryk — frem og tilbage som en Vimpel for Vinden". Faldet i Temperaturen er derfor fra Golfstrømmen til Kysterne af Nova-Scotia (Ny-Skotland) og New-Foundland meget stort, baade om Sommeren og Vinteren; paa denne 85 Mil store Strækning beløber Forskjellen sig i Juli Maaned til 15°, i Januar endog til 25° C.

New-Foundlandsbankerne have vistnok de tvende Strømningers Sammenstød at takke for deres Fremkomst. Hver Foraarstid — især i April og Maj — trænge kæmpemæssige Isbjærge og store Masser Drivis frem fra Nord, undertiden lige til den 36° n. Br., altsaa i Højde med Gibraltar og Malta; i Golfstrømmens varme Vand ligesom explodere de og forsvinde med fabelagtig Hurtighed; men de Sten og det Grus, de have ført med sig, synke til Bunds og danne Bankerne. Polarstrømmene medbringe ogsaa som Foraarsgaver baade Hvalrosser og Isbjørne ned til New-Foundlands Kyster, altsaa til Breddegrader, som svare til Mainz, Paris, Cherbourg og Brest, og medens her paa Evropasiden alt vaagner til nyt Liv, trives og grønnes, og medens Nattergalen slaar sine Triller i Lundene.

Efter sit Sammenstød med Golfstrømmen hører Polarstrømmen for en stor Del op at flyde paa Overfladen, dens kolde Vande synke ned i Dybet og danne den mægtige kolde Understrøm, hvis Tilværelse under Golfstrømmen man har paavist ved Temperaturrækker. Disse Temperaturmaalinger have vi i det Hele at takke for vort nøje Kjendskab til Golfstrømmens Beskaffenhed, dens sande Udstrækning og dens Grænser; de have fremdeles paavist Tilværelsen af en kold Overfladestrøm, som ikke røber sig ved nogen Bevægelse, men kun ved sin lavere Temperatur, og som ligeledes maa være en Fortsættelse af de nordlige kolde Strømme. Dette forholdsvis kolde Vand, den saakaldte „kolde Mur" eller „kolde Vold", strækker sig langs Kysten af de forenede Stater inden for

Golfstrømmen; dens Temperatur aftager stærkt under det af Lufttemperaturen opvarmede Overfladelag; allerede paa 20 Favnes Dybde har den „kolde Mur“ en Temperatur af kun 15,6°, paa 100 Favne af 8,3° og i 400 Favnes Dybde af 2,8—4° C., medens man uden for den „kolde Mur“ i de tilsvarende Dybder af Golfstrømmen finder 25°, 19,4° og 12,8°, altsaa stadig 10 Grader højere eller endog mere. Den lavere Temperatur gjør sig for øvrigt ogsaa gjældende helt oppe i Overfladen; ved Sandy-Hook (en lille Ø med et Fyrtaarn ved Indløbet til New-York) er Havets Temperatur ved Sommertid 21°, medens man 70 Mil længere ude i Golfstrømmens Midte vilde have 28,3° eller over syv Grader mere. Den „kolde Vold“ fortsættes langt ned mod Syd, med stedse aftagende Bredde, men bevarende sin lave Temperatur; man kan spore den helt nede i Floridastrædet, hvor den paa en Dybde af 100 Favne er ikke mindre end 14 Grader lavere end de tilsvarende Lag af Golfstrømmen; det var denne kolde Understrøm, hvis Tilværelse vi oven for, S. 188, berørte.

En yderligere Ejendommelighed ved Golfstrømmen er dens Spaltning i vexlende Striber af koldt og varmt Vand. Aarsagen hertil maa søges i Floridakanalens Bundrelief, hvis terrasseformige Hævning tvinger det koldere Vand fra Dybet nærmere op til Overfladen; man kan altsaa her fra Vandets Temperatur i en vis Dybde til Dels slutte sig til Havbundens Configuration. Længere mod Nord tiltage disse Striber af koldere Vand i Bredde, alt som selve Golfstrømmen udvider sig. Ved Sandy-Hook træffe vi saaledes først den „kolde Mur“ i 60 Mils Bredde, derpaa følger den egentlige Golfstrøm med 15 Mils Bredde, en ny kold Stribe af samme Bredde og en ydre varm Stribe paa 12 Mil; denne Modsætning mellem koldere og varmere Vand viser sig dog først paa Dybder af mere end 30 Favne, hvor Sol og Luft ikke mere have nogen Indflydelse. I større Dybder tabe Forskjellighederne sig atter, her gjør Havets kolde Bundvand sig uhindret gjældende.

Det vil nu vistnok være indlysende, hvor overdreven den Betydning er, man har villet tillægge Golfstrømmen; den kan i Virkeligheden kun opfattes som en skarp begrænset Flod med overhedet Vand, hvis Dybde ude i Havet ingensteds overstiger 100 Favne, og der ender i forskjellige mindre Arme som i en Slags Delta. Til yderligere Oplysning meddeles her et Gjennemsnitsbillede (Fig. 69)

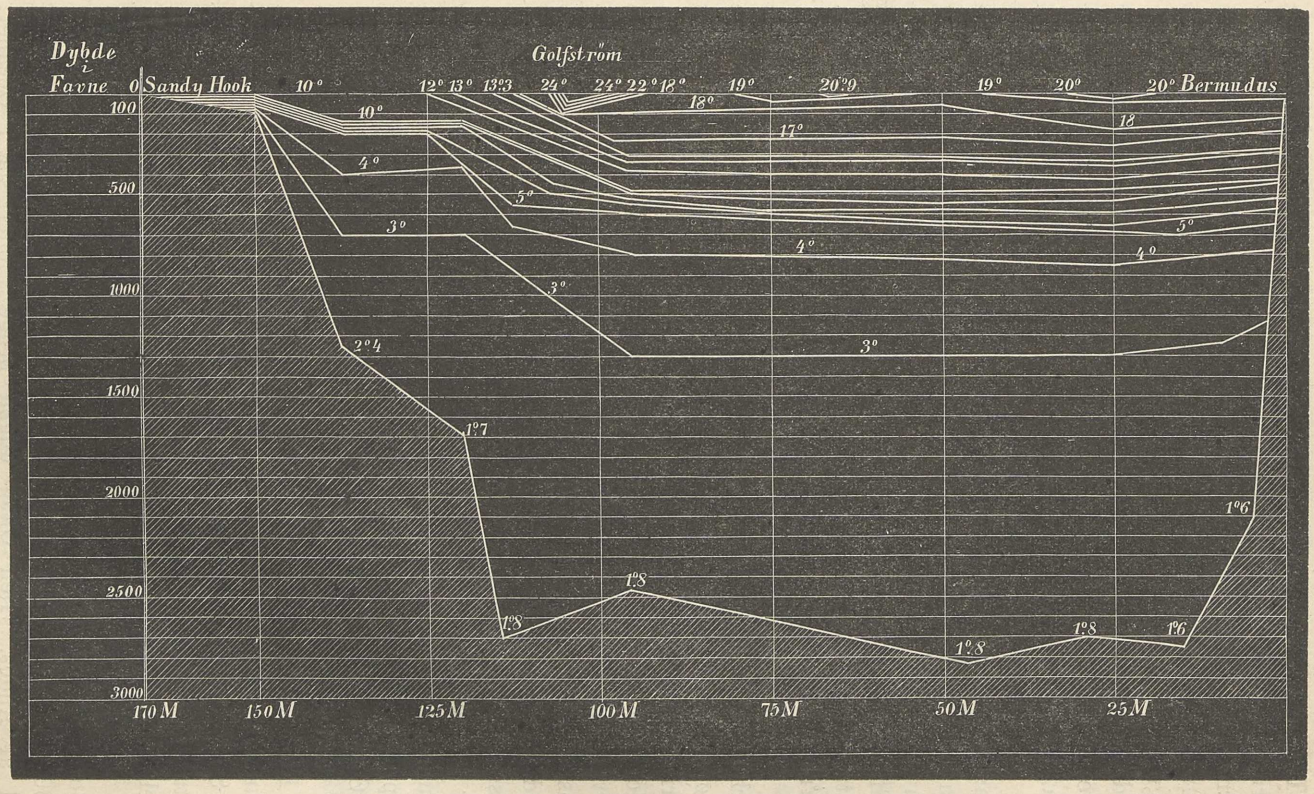


Fig. 69. Gjennemsnitsbillede af Havet mellem Sandy-Hook og Bermudas.

af Temperaturforholdene mellem Sandy-Hook og den lille Øgruppe Bermudas, der ligger omtrent 150 Mil sydøst for denne Ø. Dybderne ere angivne i Favne, og Længderne, som findes afsatte paa Tegningens nederste Del, i Mile. Golfstrømmen findes let paa Tegningen, hvor den er angiven ved de tæt sammenpakkede Linjer med Temperatur af 20°—24°. Et Blik paa denne Tegning viser tydelig nok, hvor ringe Golfstrømmens Masser ere i Forhold til den øvrige Del af Atlanterhavets varme Vand.

Golfstrømmens Farve er fra den mejicanske Bugt og til Carolinas Kyster indigoblaa, og Grænsen mellem Atlanterhavets øvrige Vande og Golfstrømmen tegner sig saa tydelig, at man kan følge den med Øjet; ofte ser man den ene Halvdel af Skibet svømme i Golfstrømmen, medens den anden befinder sig i det almindelige Saltvand. Denne smukke blaa Farve hænger sammen med Vandets større Saltholdighed.

Vi have nu lært Golfstrømmen i dens almindelige fysiografiske Forhold at kjende; inden vi imidlertid forlade denne interessante Strøm, ville vi endnu ofre et Par Ord paa Spørgsmaalet om dens Oprindelse. Den ældste Forklaring gik ud paa, at Mississippi, „Flodernes Fader", ogsaa var Golfstrømmens Fader; man betænkte herved ikke, at Mississippi kun fører Ferskvand ud i den mejicanske Bugt, medens Golfstrømmen derimod fører stærkt saltholdigt Vand; men derhos er jo selv Mississippis mægtige Vandmasser aldeles forsvindende ved Siden af Golfstrømmens Bølger, der føre en 30 Gange saa stor Vandmasse som alle Jordens Floder gjennem Bemini-Snævringerne. Hermed skulde man tro hele denne Hypothese redningsløs falden, men den er dog fremdragen paa ny af Catlin og udpyntet paa det Fornøjeligste.

Efter denne Forfatter løber der nemlig under Klippebjærgene en Flod af ulige større Mægtighed end Mississippi; i sit Løb skal denne hemmelighedsfulde Flod optage Mejicos forsvindende Floder og Søer og derpaa falde ud i den mejicanske Bugt med et stort Antal undersøiske Mundinger. Andesbjærgene skulle efter Catlin ligeledes eje en tilsvarende Flod, som under 20° n. Br. falder i det caribiske Hav. Antillerne, som nu til Dags delvis ere begravede i Bølgerne, danne en Kjæde, der efter Catlins Paastand endnu for 6000 Aar siden i sin hele Storartethed ragede op af Havet som en Del af Andes. Den Gang udgød begge Floder sig i Oceanet;

deres Udskylninger og heftige vulkanske Udbrud ere Skyld i Antilkjædens delvise Forsvinden; men Mindet om denne Begivenhed skal efter Catlin endnu leve i Indianernes Traditioner. Den Gang skal Halvøen Yucatan ogsaa være sunken, men senere igjen til Dels have hævet sig. Det Hele er naturligvis ikke andet end et rent Fantasteri, og Catlin glemmer fuldstændig, at hans hemmelighedsfulde Flod maatte være adskillige Tusende Gange vandrigere end Mississippi for at kunne levere den Vandmasse, som strømmer om Floridaspidsen.

Den første Anelse om den rette Sammenhæng synes Franklin at have haft; thi efter hans Opfattelse er Golfstrømmen ikke Andet end Udløbet af de Vandmasser, Passatvindene drive ind i det caribiske Hav, og Vindenes Tryk paa Vandfladen i dette Hav skal lige frem være Oprindelsen til denne Strøm.

Maury troede at kunne godtgjøre denne Theoris Uholdbarhed ved at gjøre opmærksom paa, at efter samme maatte altsaa Vandstanden i det caribiske Hav og den mejicanske Bugt være højere end i det aabne atlantiske Hav, siden Vandet jo skulde stuve sig op sammesteds. Imidlertid er der ingen sikker Kjendsgjerning for Haanden, som kan bevise, at hin Opstuvning og højere Vandstand ikke virkelig ogsaa finder Sted. Med Hensyn til det store Ocean er den endog paavist ved direkte Maalinger; thi disse have godtgjort, at Havspejlet i den mejicanske Bugt staar noget højere end i det stille Hav. Trykket er altsaa faktisk tilstede eller rettere den Kraft, som kan udøve det Tryk, der presser det varme Vand gjennem Floridakanalen, og Franklins Theori har kun den Ufuldkommenhed, at den alt for ensidig fremhæver Passatvindene som Golfstrømmens Kilde, medens disse Vinde, hvad vi oven for have set, ikke ere den eneste Aarsag, som betinger den æqvatoriale Havstrømning, der er Golfstrømmens direkte Kilde.

Vi have tidligere omtalt, at det nordlige Atlanterhav er langt varmere end den sydlige Del. Varmen ved Havbunden ligger næsten overalt mellem 2—3° C., og vi have paavist, hvorledes dette skyldes Bundrelieffet, som ikke tilsteder Polarhavets iskolde Vande at trænge ind paa Atlanterhavets Omraade. Samtidig er

Varmen i Overfladen betydelig; vi have paavist, at den skyldes den tilbagevendende Æqvatorialstrøm, og at de herskende sydvestlige Vinde drive en betydelig Del af dennes Vande som en Driftstrøm over langs Evropas Vestside. Vi have fremdeles udtalt, at Vestevropas milde Klima vistnok maa tilskrives denne varme Driftstrøm, som derhos ikke svækkes ved det kolde Bundvands afkølende Indvirkning. Vi skylde imidlertid endnu Beviset for, at denne Driftstrømmens Virkning virkelig kan være saa betydelig, og maa derfor dvæle lidt nøjere ved selve Havets Temperaturforhold.

I Februar er Atlanterhavet varmest i Æqvatorialegnene mellem Afrika og Amerika; den højeste Varme finde vi i Guineabugten og ved Kap St. Roque paa Brasilien. Vandet i det nordlige Atlanterhav er paa denne Tid af Aaret betydelig varmere end Luften. Aarsvarmelinjen (Isothermen) for 10° C. naar saaledes sit nordligste Punkt noget vest for Irland, hvis Middeltemperatur for denne Maaned er 5° lavere. Aarsvarmelinjen for 5° C. strækker sig fra den amerikanske Kyst i Højde med det nordlige Portugal næsten helt op til den nordlige Polarkreds midtvejs mellem Island og Norge, men gaar her fra lige mod Syd ned til den hollandske Kyst. Endnu stærkere bugter Varmelinjen sig for den 0te Grad. Den udgaar lidt syd for New-Foundland mod Nordøst, naar lidt nord om Island i en Spids helt op til Spitzbergen og bøjer her fra skarpt mod Syd og Sydøst, saaledes at den omslutter det nordligste Norge indtil Varangerfjorden. Norden for denne Linje er Havets Varmegrad under Frysepunktet. Om Sommeren (i Avgust) naa Varmelinjerne naturligvis en Del længere mod Nord; Nul-Isothermen ligger nu langt op i Ishavet. At en saadan Isothermlinje i øvrigt kan findes i Havet, skjønt Luftens Temperatur ved denne Tid paa hele den nordlige Halvkugle er højere end Frysepunktet, skyldes den evige Polaris.

Gaa vi nu over til en nærmere Betragtning af de enkelte Landes Varmeforhold, vil man næppe kunne betvivle Havets Indflydelse. Den milde Temperatur paa de britiske Øer er bekjendt nok. Januar Maaneds Middeltemperatur er i London og Edinburgh 3° C., i Dublin næsten 5°, medens den samtidig i Kjøbenhavn (i Bredde med Edinburgh) omtrent er lig 0°. Jo længere man ved Vintertid gaar fra Øst til Vest eller fra Syd til Nord, saa at man kommer under Havets Paavirkning, desto højere stiger Temperaturen.

Paa Unst, den nordligste af Shetlandsøerne, 140 Mil nord for London, er Januar Maaneds Temperatur den samme som Dublins, medens Havet endog er en hel Grad varmere.

Det er saaledes klart nok, at det er Havet, som er varmere end Luften, at det er Vandet, som tempererer Luften, og ikke omvendt. Den største Kulde, man har iagttaget i London, er ÷ 20°, i Penzance paa Sydvestsiden (i Cornwall) ÷ $4^1/_2$°, i Sandwik paa

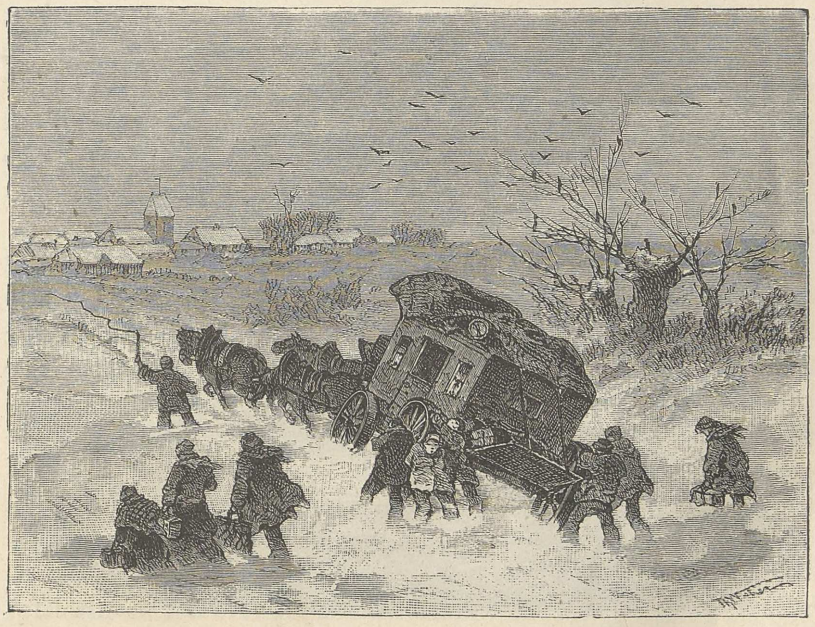


Fig. 70. En Januardag i Tyskland.

Ørknøerne ÷ 9°, og i Bressay paa Shetlandsøerne ÷ $9^1/_2$° C. I Madrid har man derimod haft ÷ 10° C., ja selv i Algier, der i Januar forsyner Evropa med Blomkaal, endnu ÷ $2^1/_2$°. Morgenen den 8de Februar 1870 meldte Telegrafen fra Ratibor (i preussisk Schlesien) ÷ 32° C., nordvest derfor i Breslau ÷ 25°, i Berlin ÷ 18°, i Kiel ÷ 12° og i Kristianssand paa Norges Sydkyst, 120 Mil nord for Ratibor, næppe ÷ 1° C. En saa høj Varmegrad vilde være umulig i Norge, Vinden vilde ikke være i Stand til at hidføre en

slig Temperatur, saafremt den ikke først havde laant sin Varme af det varme Hav vest for den skandinaviske Halvø.

Medens man ved Vintertid i Tyskland altsaa maa døje Kuldegrader paa 30° C., holder man samtidig Høst i Norge i Nærheden af Polargrænsen. Det er nu rigtignok ikke Markerne, man slaar, man søger sin Høst i Atlanterhavets varme Bølger. Det er Sildefiskeriet langs Norges Sydvestkyst, især ud for Karmøen, vi sigte til. I Januar er Fiskeriet her i fuld Gang, 10 000 Mennesker ere



Fig. 71. En Januardag ved Norges Kyst. (Sildefiskeri).

i travl Virksomhed, Udbyttet kan stige til 1 Million Tønder, og heraf udføres mellem fem til sex Hundrede Tusende til omtrent 15 Millioner Kroners Værdi.

Den samme Modsætning gjør sig ogsaa gjældende mellem Amerika- og Evropasiden. Medens den store Halvø Labrador, hvis Beliggenhed omtrent svarer til de britiske Øer, er et øde, ulykkeligt Land, hvor der, som de første Opdagere udtrykke sig, Intet er at faa Fingre i, driver man paa Norges Kyst, 150—200 Mil

nærmere Polen, endnu et ret levende Agerbrug. Hvede dyrker man til Inderøen under 64° n. Br., Byg til Alten under 70° n. Br., hvor man sædvanligvis saar ved St. Hansdagstid og i den korte Frist af 8 Uger (mellem 20de—30de Avgust) høster gjennemsnitlig sex til syv Fold. Kartoflen giver sammesteds syv til otte Fold, i gunstige Aar endog tolv til femten Fold; den trives endog længere mod Øst, lige til Vardø ved den russiske Grænse. I Alten under 70° n. Br. avler man, selv i lidet gunstige Sommere, endnu ret velsmagende Blomkaal. Paa Amerikasiden ligger under denne Breddegrad kun enkelte uselige Eskimohytter, og i disse Udørkener gik Franklin-Expeditionen til Grunde; paa Evropasiden ligger under $70^3/_4{}^0$ n. Br. den driftige og blomstrende Smaakjøbstad Hammerfest, hvor den højeste Kulde, man har iagttaget ved Vintertid, kun en eneste Gang er stegen til ÷ 15°, medens Thermometret sædvanligvis ikke gaar ned under ÷ 12° C.

Vi ville nu søge op mod Nordvest og undersøge Forholdene ved Færøerne og Island. Vi have oven for, S. 192, set, hvorledes den dybe Rende mellem Færøerne og Shetland gav det iskolde Vand fra Polarhavet Lejlighed til at trænge længere ned mod Syd end noget andet Sted i det nordlige Atlanterhav. I den nederste Halvdel af Renden flyder Vand, hvis Temperatur gaar fra 0° til ÷ $1^2/_3{}^0$, i de øverste 300 Favne flyder Vand af over 0°; men i det Hele har Havets Overflade her en noget lavere Varmegrad, netop paa Grund af dette kolde Bundvand, og denne afkølende Virkning er især mærkelig om Sommeren; thi da er Varmeforskjellen mellem Overfladen og Dybet størst og følgelig Afkølingen neden fra stærkest. I Thorshavn har Vandet i den varmeste Maaned, Avgust, kun lidt over 10°, medens det i Tromsø under 70° n. Br., altsaa 120 Mil nærmere Polen, har en Grads højere Varme; om Vinteren er Havets Varme derimod endnu hele $5^1/_2{}^0$. Vandets mildnende Indflydelse paa Luften viser sig ogsaa navnlig i den sidste Aarstid. Den koldeste Maaned (Februar) udviser i Thorshavn 3° C., medens vi i Kjøbenhavn samtidig have ÷ 0,4° C.

Af Admiral Irmingers i mange Aar indsamlede Temperaturrækker har man alt længe vidst, at „Atlanterhavets varme Strømninger ogsaa naa helt op til Islands sydvestlige og vestlige Kyster, hvor de ikke alene direkte udøve en mildnende Indflydelse, men ogsaa ere Aarsag i, at den grønlandske Drivis (Pakis), som stadig

findes drivende hen imod og langs den lige over for Øen liggende grønlandske Kyst, ikke driver hen til Islands Vest- og Sydkyst, hvor Skibsfarten derfor aldrig bliver afbrudt paa Grund af denne Is, og om end de fleste Fjorde og Vige i strænge Vintre fryse til paa Island, kunne dog Fiskerne drive Fiskeri hele Aaret rundt i de to store Bugter, Faxe- og Bredefjord, som indtage Islands Vestkyst, idet disse Bugter paa Grund af de varmere Strømningers Indflydelse aldrig blive tillagte, og, endskjønt Dagene paa Islands Bredde ere meget korte om Vinteren og Vejrliget stormende, har det dog lykkedes det saakaldte Postskib, endog i Kjærnen af Vinteren, at udføre sine Rejser mellem Havnefjord og England, uden nogen Sinde at være bleven hindret, hverken af den grønlandske Drivis eller Isen i Fjordene og Vigene"*). Orlogsskonnerten Fyllas Maalinger i 1877 og meteorologiske Iagttagelser paa Grimsey**) have dernæst godtgjort, at denne varme Strøm, Irminger-Strømmen, ved Kap Nord drejer mod Øst og baade Sommer og Vinter følger Islands Nordkyst.

Atlanterhavets varme Overfladestrøm skytter saaledes ogsaa Island mod den barske Vinterkulde, som hjemsøger den grønlandske Østkyst, der ligger under de tilsvarende Breddegrader. I Reykjavik har man ikke iagttaget en højere Kulde end ÷ $13^1/_2{}^0$ C.; men det er intet Under, at Forholdet er saaledes, thi den „varme Strøm er Islands Fyrbøder og besørger Fyringen". Dette fremgaar endnu tydeligere af Forholdet ved Grimsey. Skjønt denne Ø ligger under Polarkredsen og er udsat for Vindretninger, som stryge hen over den østgrønlandske Isstrøm og saaledes medbringe stærkt afkølet Luft, er Middelvarmen for Januar dog kun ÷ 2^0, altsaa lige saa mild som ved Norges Vestkyst paa samme Bredde***) og varmere end i det indre Sydsverige, som ligger 150 Mil sydligere. Det er saaledes utvivlsomt, at Havet er en meget kraftig Varmekilde, ogsaa for hele Islands Nordkyst; men det bør dog ikke forties, at det kun er Vinterklimaet, som er forholdsvis mildt, Foraaret er forholdsvis meget barskt, Marts er den koldeste Maaned (÷ $3^1/_2{}^0$), og Sommeren har kun en ringe Varme; saaledes overgaar Middel-

*) Strømninger og Isdrift ved Island. „Tidsskrift for Søvæsen", 1861.
**) En lille Ø, sex Mil nord for Islands Nordkyst, lige under Polarkredsen.
***) Bodø, $^3/_4{}^0$ nordligere har ÷ $2^1/_2{}^0$, Brønø, 1^0 sydligere, har ÷ 2^0.

varmen i Avgust, den varmeste Maaned, næppe Majvarmen hos os. Hertil kommer endnu en anden Omstændighed, at der af og til paa Island kan indtræde meget strænge og langvarige Vintre, naar Grønlandsisen nemlig presses helt ind paa Nordvest- og Nordlandet, ja endog ligger et godt Stykke ned ad Østkysten. I saa Tilfælde dækkes den varme Strøm saa fuldkomment af Isen og det dermed følgende kolde Smeltevand, at den ikke mere er i Stand til at udøve nogen mildnende Indflydelse paa Klimaet; en grønlandsk Kulde udbreder sig som Følge heraf ikke alene over Nordlandet, men til Dels over hele Island. Saaledes var t. Ex. Vinteren i 1873—74, der var saa usædvanlig mild i Nordevropa, meget streng paa Island. Isen laa i hele 4 Maaneder, lige til Maj, langs Nordlandet, Middelvarmen for Januar gik derfor paa Grimsey $9^1/_2{}^0$ ned under den normale ($\div 11^1/_2{}^0$ C.), og baade Øst- og Vestkysten havde for samme Maaned en Middelvarme, der var sex Grader under den normale. Slige stærke Kuldeanfald kunne indtræde langt hen paa Foraaret som Følge af Isens Nærmelse, men heldigvis ere disse Tilfælde dog kun sjældne*).

Atlanterhavets varme Vande trænge langt op i Ishavet til Spitzbergens og Novaja-Semljas Vestkyst.

Syd for Spitzbergen under 74^0—75^0 n. Br. ligger den lille Bjørneø (Bären Eiland), som opdagedes 1596 af Hollænderen Barents og senest (1868) er bleven nøjagtig undersøgt af den svenske Polarexpedition under A. Nordenskiøld og Kaptejn F. V. v. Otter. Øen danner en temmelig jævn Højslette, som i et enkelt Bjærg naar 1200 Fods Højde og frembyder et uudsigelig øde Udseende; den synes nemlig at ligge øst for den varme Strøm og uden for dens Indflydelse, hvorfor Klimaet ogsaa er mere barsk, end man skulde vente efter Øens Beliggenhed; tætte Taager indhylle ofte hele Øen, og rasende Storme feje hen over den. Klimatiske Iagttagelser ere anstillede af den norske Fangstkaptejn Sivert Tobiesen fra den 6te Avgust 1865 til den 19de Juni 1866, tre Gange daglig. Dog allerede tidligere, fra Aaret 1822, havde norske Hvalrosjægere gjentagne Gange overvintret paa Bjørneøen, og deres Erfaring om Vejrligets Gang i hint Aar er følgende:

---

*) Jfr. i det Hele Kapt. N. Hoffmeyer: Havets Strømninger ved Island. Geogr. Tidsskrift II, 88—98.

„Til Midten af November forblev Vejret mildt, Sneen, der faldt om Natten, smeltede igjen om Dagen. Ogsaa ved Juletid faldt der Regn, og i Juleugen blev der ved Maaneskin og Nordlys endnu nedlagt nogle og halvfjerdsindstyve Hvalrosser*). Til Februar var Vejrliget endnu stadig saa mildt, at Folkene kunde arbejde i det Fri, og Havet var forholdsvis isfrit, saa isfrit, at Isbjørne først i April Maaned kom til Syne, da Kulden havde naaet sin højeste Grad, og ogsaa Havet var dækket af fast Is. Isen kommer her navnlig fra Nordøst, fra den sibiriske Kyst; men Nordøstvinden havde efter Jægernes Optegnelser slet ikke hersket hele Vinteren igjennem, der kom derfor kun ringe Is til Øen, og den varme Strøm syntes efter al Rimelighed ogsaa at have beholdt Overtaget hen imod Nordøst; thi de Vinde, som bestrøg Øen fra denne Kant, bragte Regn — endogsaa ved Juletid. Efter som Solen imidlertid igjen kom frem for de nordlige Polaregne, og Temperaturen lidt efter lidt steg, gik Isen op fra sin egentlige Hjemstavn ved de sibiriske og andre Kyster og begyndte sin Fart mod Syd. Den meste Is, som naaede Bjørneøen, kom først i Juni og i Begyndelsen af Juli, og det er ogsaa den Tid, da de sibiriske Kyster med stor Regelmæssighed hvert Aar blive isfri. Ved denne Tid bragte ogsaa alle Vinde fra Nordøst Kulde, for saa vidt de strøge hen over et Ishav; men senere blev Vejret ogsaa med samme Vinde mildt".

Saa vidt Optegnelserne. Trods det forholdsvis milde Klima, der herefter skulde synes at herske paa denne Ø, maa vi dog fastholde, at Bjørneøen vistnok ligger uden for den varme Strøms egentlige Omraade; man tør ikke udlede for meget af Optegnelser fra et enkelt Aar, særlig naar de ikke støttes af virkelig videnskabelige Iagttagelser. Hvad den norske Kolonis Skæbne angaar, bør det ogsaa anføres, at den efter et Par Aars Forløb helt gik til Grunde af Skjørbug, sandsynligvis i Følge med en meget stræng Vinter. — Efter Tobiesens Optegnelser fra 1865—66 kunde man endnu i Slutningen af Oktober sejle med Baad omkring Øen; den 6te November var ingen Is at se, og gjentagne Gange i den følgende Tid var Øen og det omgivende Hav mer eller mindre isfrit,

*) Nu til Dags er Hvalrossen udryddet, og selv Hvidbjørnen, som har givet Øen Navn, er en sjælden Gjæst

f. Ex. fra 3dje—5te Febr., 10de—24de Febr., 2den Marts, 23de Marts o. s. v. Medens Luftens Varme i Tobiesens Vinterhytte for Oktober udviste ÷ $2^1/_2{}^0$ C., havde det aabne Hav mellem Norge og Bjørneøen i samme Maaned 1868, efter v. Otters og Palanders Optegnelser, endnu + 8^0, altsaa en $8^1/_2{}^0$ større Varme, og medens Middelvarmen paa Bjørneøen for Januar sank ned til ÷ 15^0 C., havde det aabne Hav ved Fruholm (paa Norges Nordkyst under 71^0 n. Br) + 3^0, og i rum Sø, længere fra Land, maaske en endnu højere Varme.

Paa hele Vestsiden af Spitzbergen findes vestindisk Mimosefrø („Vettenyrer"), Drivtømmer, Træ fra Garnnet, som hidrører fra Lofoten-Fiskeriet, lige op til den lille Phipps-Ø næsten under 81^0 n. Br., et tilstrækkeligt Bevis for, at den varme Havstrøm endnu rækker saa vidt og aldeles sikkert i høj Grad øver en mildnende Indflydelse paa Klimaet her. Paa hele Østkysten falder derimod alle disse Tegn paa en varm Strøm bort. Paa Nordsiden af Nordøstlandet, „Prins Oskars Land", findes vel Drivtømmer, men det er fra Sibiriens Skove, og baade Fauna og Flora synes her ualmindelig sparsom. Ved Sydspidsen af Spitzbergen bryder Golfstrømmen af, en Arm naar muligvis en Del af Aaret Sydkysten af de to store Øer, Vestspitzbergen og Stans-Foreland; men længere frem findes intet Drivtømmer mere; vil man her foretage en Baadrejse, maa man sørge for at have Forraad med sig. Vi have ogsaa oven for, S. 184, set, hvorledes Weyprecht netop ved samme Kyst maalte den vestgaaende kolde Strøms Mægtighed.

En Gren af den atlantiske Driftstrøm naar langs Norges Nordkyst muligvis ogsaa frem til Dobbeltøen, Novaja-Semljas Vestkyst. I det Mindste maalte Nordenskiøld paa sin Rejse 1875 Varmegrader paa + 5^0 C. ved Bunden af Matoschkin-Schar, det Stræde, som adskiller de tvende Øer; men for øvrigt udvise hans talrige Iagttagelser langs Øernes Vestkyst og der fra i det kariske Hav lige til Jenisseis-Munding, at vel er Overfladevandets Temperatur her overordentlig foranderlig og afhængig snart af Luftens Temperatur, snart af Isens Nærhed, snart af de siberiske Floders varme Ferskvand; men allerede paa en Dybde af 10 Favne har man naaet en konstant Varme af + 1—2^0 C.; her gives altsaa ingen Bundstrømninger. Forholdene i Ishavet nord for Asiens Kyst ere endnu i det Hele taget for ukjendte, til at man tør fælde nogen

sikker Dom; men det mer eller mindre aabne Hav, her findes, skyldes dog vistnok næppe mere Atlanterhavets Strømninger, men snarere de umaadelige Ferskvandsmasser fra de sibiriske Floder.

Vi have endnu tilbage med nogle Ord at omtale den sydlige Del af den tilbagevendende Æqvatorialstrøm, der mellem den 40° og 50° n. Br. bøjer af mod Sydøst, og som man i Regelen ikke har skjænket videre Opmærksomhed, da den vel er af stor Udstrækning, men kun har en middelmaadig Fart, og dens Indflydelse paa Vestevropas Temperaturforhold forholdsmæssig kun er ringe. Robert Scott betegner denne Strøm som den nordafrikanske. Den løber mellem Azorerne og Portugals Kyst i Retning mod Sydøst, og dens Hurtighed vexler mellem 3 Fjerdingvej og 3 Mil i Døgnet. En Del af Strømmen trænger gjennem Gibraltarstrædet ind i Middelhavet, men Hovedmassen fortsætter sin Vej mod Syd mellem Madeira og den afrikanske Kyst, bøjer lidt efter lidt over mod Sydvest og gaar her med en Middelhastighed af $1^1/_2$—2 Mil i Døgnet over i den almindelige vestlige Driftstrøm. Under dette Navn indbefatter man de vestlige Strømninger, som sætte det nordatlantiske Ocean i Bevægelse paa det uhyre Fladerum, der ligger mellem den nordafrikanske Strøm i Øst, Guineastrømmen i Syd, de vestindiske Øer i Vest og den nordøstlige Rand af Golfstrømmen i Nord. Mellem den 8° og 20° n. Br. er Strømmen mere bestandig, dens Mellemhastighed er 2—3 Mil, og denne Del af Driftstrømmen trænger med Æqvatorialstrømmen ind i det caribiske Hav.

Inden for det Rum, som omsluttes af Golfstrømmen, den nordafrikanske Strømning og den vestlige Driftstrøm, breder sig Sargassohavet med en Udstrækning, der overgaar Tysklands sex til syv Gange og er dækket med engagtige Tangmasser. Disse Urtehave vakte allerede Columbus's Forundring og hans Skibsfællers Rædsel, da de troede, at Oceanet her forvandlede sig til en Sump, hvor fra ingen Tilbagevej var mulig. Disse Tangmasser (fucus natans) ere hverken sammenskyllede her, hvad man en Gang troede, heller ikke voxe de op fra Havbunden, hvad man senere antog; men de svømme frit omkring, som Martius først godtgjorde. At den samlede Masse desuagtet uafbrudt hævder denne sin Beliggenhed i Oceanet, er meget mærkeligt. Humboldt bestemte disse Tangbankers Beliggenhed til mellem 19° og 34° n. Br. og 27° til

70° vestl. L. f. Paris. Inden for dette uhyre Rum ligger der ved den østlige og vestlige Grænse to Hovedmasser, som ere forbundne indbyrdes ved en smallere Stribe. Allerede for mere end tyve Aar tilbage har Leps gjort det Forslag at opfiske denne Tang i store Kvantiteter og anvende den som Gødning paa Markerne; hvor vidt dette Forslag er praktisk, maa henstaa uafgjort; men i hvert Fald har man hidtil endnu ikke tænkt paa at virkeliggjøre det.

De nyeste Undersøgelser af Sargassohavet ere anstillede af Naturforskerne paa „Challenger". „De svømmende Tangmasser", beretter W. Thomsen, „have sædvanligvis 2—9 Fod i Gjennemsnit,

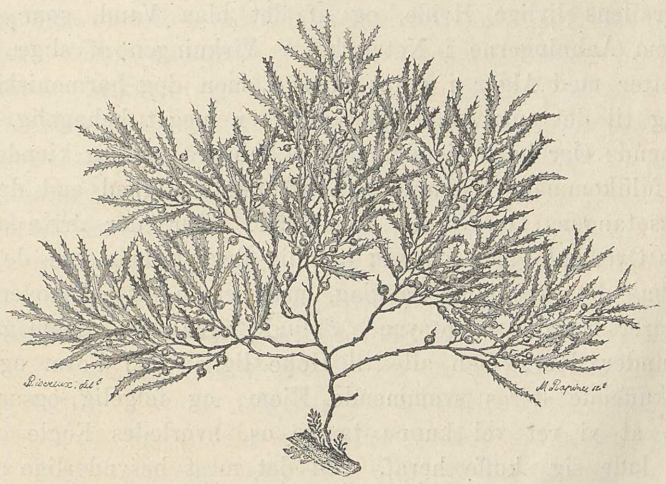


Fig. 72. Sargassotang.

men undertiden ere de langt større; en eller to Gange saae vi Marker pan flere Tønder Lands Udstrækning, og slige større Flader forekomme sandsynligvis hyppigere hen imod Midten af Omraadet for deres Udbredelse. De bestaa af et eneste stærkt forgrenet Lag af Sargassum bacciferum, som ikke ere flettede ind i hverandre, men næsten svømme frit omkring og kun lige have saa megen Forbindelse indbyrdes, at deres Masser holdes sammen. Hvert Bundt har en brun, traadagtig, stærk forgrenet Midtstamme, som er besat med smaa Luftblærer paa korte Stilke. I Midten af Planterne ere de fleste af disse Luftblærer gaaede ud og overtrukne

med en smuk, hvid Moskoral (Polyzoon). Efter nogen Tids Forløb brække de saaledes forkalkede Blærer af, og hvor der findes megen Sargassotang, er Havet ligesom overstrøet med disse smaa, hvide Kugler. Tæt ved Plantens Midte, mod Enden af Grenene, begynde de savtakkede Blade, som ligne Pilens, i Begyndelsen brune og stive, men længere frem lysere, finere og friskere. De unge friske Blade og Luftblærer ere sædvanligvis smykkede med en Campanularias stilkede Bæger. Algemassernes almindelige Farve er olivengrøn i alle Afskygninger, dog er den gulagtige Tone stærkt fremherskende paa de unge voxende Grene; men denne Farve afbrydes dog hyppig ved de fine Grene, som ere plettede af Moskorallens livlige Hvide, og af det blaa Vand, som skimter igjennem Aabningerne i Netværket. Virkningen af slige Marker og Pletter med Alger i deres stærke, men dog harmoniske Modsætning til det omgivende dybe Blaa er meget behagelig. Disse svømmende Øer have ejendommelige Beboere, og jeg kjender intet mere fuldkomment Exempel paa skyttende Lighed end det, som Sargassotangens Dyreverden frembyder. Dyr, der drive om paa Havets Overflade med en saa tarvelig Beskyttelse, som de kunne finde bag det skrøbelige Tanglag, maa være udsatte for overordentlige Farer fra de skarptsynede Søfugle over dem og de graadige Fisk under dem; men alle til Hobe ligne de i Form og Farve saa skuffende deres svømmende Hjem, og følgelig ogsaa hverandre, at vi ret vel kunne tænke os, hvorledes Fugle og Fisk kunne lade sig skuffe heraf. Til det mest besynderlige af disse Tangdyr hører den groteske lille Tudsefisk (Antennarius marmoratus), som vi aldrig fandt mere end to Tommer lang. Det er denne Fisk, som af Søtang og ved Hjælp af udsvedte Traade danner sig de ejendommelige Reder, man hyppig træffer paa i Golfstrømmen. En Art nøgne Snegle (Scillæa pelagica) bebor ligeledes ofte Tangen, og en lille korthalet Krabbe (Nautilograpsus minutus) sværmer om paa Tangen og enhver svømmende Gjenstand, og det er mærkeligt at se, hvorledes den lille Skabning i Farve sædvanligvis svarer til den Gjenstand, den just bebor".

13. Middelhavets Strømninger.

Dette store Indhav staar kun ved det smalle Gibraltarstræde i Forbindelse med det atlantiske Hav, og her fremtræde derfor meget interessante Strømforhold. Middelhavets Overflade, som er 54 000 □ M. stor, modtager forholdsvis kun en ringe Tilstrømning gjennem Floder, hvorimod der finder en betydelig Fordampning Sted. Man har med god Grund for hele Middelhavsbækkenet anslaaet det Kvantum Vand, som aarlig fordampes mere, end hvad der tilføres ved Regn og Flodvand, til 8 Kubikmil, og dette uhyre Kvantum maa erstattes ved Tilførsel af Havvand fra Atlanterhavet. Der findes derfor et stærkt Drag af Oceanets Vande hen imod Middelhavets Bækken, og dette kan man tilskrive, at den nordafrikanske Strømning sender en Gren ind gjennem Gibraltarstrædet. Ved denne Indstrømning af Oceanets Vande beholder nu ganske vist Middelhavets Vandspejl sin sædvanlige Stand*); men da det uafbrudt fordampede Vand jo lader sit Salt tilbage, maatte heraf fremgaa som nødvendig Følge, at Middelhavet stadig blev mere og mere saltholdigt. Erfaringen taler imidlertid ingenlunde herfor, Middelhavet er kun i ringe Grad mere saltholdigt end det atlantiske Ocean, og Saltholdigheden er i den historiske Tid ikke væsentlig forøget. Heraf følger igjen, at Middelhavets saltholdige Vand maa finde Vej til det atlantiske Ocean, og da der jo kun findes et eneste Stræde, som fører ud i Oceanet, maa der altsaa gaa en Strømning ud af samme. I Gibraltarstrædet findes ogsaa en dobbelt Strømning, en østlig ind til Middelhavet og en vestlig ud i det atlantiske Hav. Den østlige kjende vi allerede; i Midten af det smalle Stræde gjør den sig stærk gjældende, er til Trods for Østenvinden og Oceanets Ebbe stadig tilstede, og naar paa Strædets smalleste Sted 2 Mil i Timen. Hvor skal man nu søge Modstrømningen? Ved Iagttagelser har man lært vestlige Strømninger baade langs den evropæiske og den afrikanske Kyst, men dette er kun saakaldte Idvande, der periodisk slaa om, ved Flodtid gaa mod Vest, i Ebbetid mod Øst. Det lader sig derfor

*) Nøjagtige Vandstandsmaalinger have godtgjort, at Middelhavet ved Marseille staar $2^1/_2$ Fod lavere end Atlanterhavets Vandspejl langs den franske Kyst.

ikke godt antage, at disse Strømme skulle kunne gjenoprette den fornødne Ligevægt, og man har derfor længe tænkt paa en Bundstrøm, som skulde føre det saltholdigere, mere tunge Vand over Gibraltarstrædets undersøiske Tærskel ud i Oceanet. Man troede at have et Bevis for Strømmens Tilværelse i den Kjendsgjerning, at Vraget fra et Skib, som blev boret i Sænk i Gibraltarstrædet, igjen kom frem paa den marokkanske Kyst. Denne Kjendsgjerning synes dog, ret beset, lidet bevisende for Tilværelsen af den antagne Bundstrøm, da det er meget mere sandsynligt, at den sydlige Sidestrøm har ført Vraget over til den afrikanske Kyst. Først Calver og Carpenter have direkte paavist den undersøiske Gibraltarstrøm og dens store Saltholdighed. Challenger-Expeditionen fandt Overfladestrømmen i Gibraltarstrædet hele 600 Fod mægtig, og dens Vande havde en Vægtfylde mellem 1,0271 og 1,0276; men neden under denne begyndte et Vandlag med en Vægtfylde af 1,0290, der ved Bunden steg til 1,0292. Dette sidste Lag repræsenterer det vestgaaende, mere saltholdige Middelhavsvand, medens det øverste Lag indeholder det atlantiske Oceans indad strømmende Vandmasse. Vi se altsaa her haandgribelig, hvorledes Udjævningen foregaar mellem Havvand af forskjellig Saltholdighed, og forstaa, hvorledes det Salt, som med Øststrømmen kommer fra Oceanet til Middelhavet, atter skaffes ud af samme.

I det sorte Hav har Tilskuddet gjennem Tilløb fra Floderne Overvægt over Fordampningen, og det overskydende Vand udgyder sig derfor ogsaa med en Fart af $^1/_2$—1 Mil i Timen i Marmarahavet. Denne Strømning gjennem Konstantinopelstrædet ledsages dog af Idvande i modsat Retning, ligesom der ogsaa her findes en Modstrøm ved Bunden.

En ganske mærkværdig Fremtoning indtræder ved Øen Kephallenia, en af de joniske Øer. Paa Vestsiden af samme trænger en Havarm saa dybt ind i Landet med Retning fra Syd til Nord, at en betydelig Strækning næsten helt afskæres til en særlig Ø. Denne store Bugt deles dernæst ved en Klipperyg, som springer frem i samme nordlige Retning, og saaledes dannes en bekvem og sikker Havn netop dér, hvor Byen Argostoli er anlagt paa den indre Side af den omtalte Ryg. Allerede længe havde man iagttaget, hvorledes der fra det aabne Middelhav gik en sagte Strømning ind i Bugten og lidt forbi Byen, hvor den klippefulde, af

Kløfter og Spalter furede Strandbred derpaa optog en Del af Havvandet i sine Kløfter. Dette gav Stødet til, at man anlagde en Kanal paa en halv Snes Alen fra Havet gjennem Klipperne og hen til en af disse Kløfter, og ved Aabningen til samme opførtes en Kornmølle, som altsaa blev dreven af den for Haanden værende Vandkraft. Man fik saaledes en virkelig Havmølle, og senere blev der anlagt endnu en anden.



Fig. 73. Havmøllen ved Argostoli.

Det er meget vanskeligt at give en tilfredsstillende Forklaring paa denne Fremtoning. Hvad bliver der af det Vand, som saaledes uafbrudt strømmer ind i Kløfterne og Spalterne? Man kan ikke tænke paa Jordlag, som Vandet kunde sive ned igjennem, og hvor det senere kunde fordampe, thi det hele Rev, som danner Bugten ved Argostoli, er ganske vist meget kløftet og furet af Huler, men bestaar af grov Kalkjord, som pletvis gaar over i en fuldstændig Østersbanke og er alt andet end porøs. Lige saa lidt kan man tænke sig Vandet synke ned til saadanne Dybder, at det maa træffe paa

underjordisk Ild, hvor det kan gaa over til Vanddampe og senere undvige i Luftkredsen. Hele Øen Kephallenia opviser nemlig intet Spor af vulkanske Udbrud. Mest rimelig lyder følgende Forklaring: De vedholdende Vestenvinde fremkalder i Argostolibugten en højere Stand end den almindelige. Det er nu muligt, at Vandet ved at strømme ned i Kalkens Kløfter og Spalter gjennem talrige mindre Spring og Porer atter ved Haarrørskraftens Virkninger kan hæve sig til større og mindre Vandbeholdere, som blot behøve at ligge nogle Fod over Havfladen. Her blandes Havvandet med tilstrømmende Ferskvand og finder paa ny en Udvej som Kilder. I det mindste sprudler der en Mængde Kilder frem i Omegnen og næsten lige i Niveau med Havet, saaledes ikke mindre end sex i Baggrunden af Bugten; de fleste af disse Kilder have rigtignok fersk Vand, men nogle, som sprudle frem af Kridtkalken inderst i Bugten, indeholde dog Salte i den Grad, at Vandet er udrikkeligt.

14. Strømningerne i Østersøen.

Østersøen danner en Modsætning til Middelhavet, idet den gjennem talrige og betydelige Floder modtager saa meget fersk Vand, at Tilløbet overgaar Tabet ved Fordampningen; der findes derfor ogsaa en Overfladestrøm, som gaar bort gjennem Sundet og Bælterne, medens Vesterhavets mere saltholdige Vand trænger frem i Dybet. Saltholdigheden i Vesterhavet er omtrent $3^1/_2$ Procent, men er allerede i Skagerak sunken til mindre end 3, i Kattegat til 2, i Storebælt til 1,27 og i Øresundet ved Helsingør endog til 0,925 Procent. Derimod fandt man i Skageraks Dyb en Saltholdighed af 3,6 Procent. Ved stærk Søndenvande har man i Storebælt i Overfladen fundet en Saltholdighed af kun 1 Procent, og denne aftog endda lidt til en Dybde af 60 Fod; men her gjorde Bundstrømmen fra Nord sig gjældende, og Saltholdigheden steg til 3 Procent. Efter v. Boguslavski stiller Fordelingen af Saltholdigheden sig i Almindelighed paa følgende Maade:

1) Der findes overalt tungere, altsaa mere saltholdigt Vand i de dybere Lag, men Forskjellen mellem Overfladevandet og Dybvandet er mindre i det østlige, mere saltfattige Bækken end i det vestlige; 2) denne Forskjel varierer i det østlige Bækken kun en

ringe Grad i Aarets Løb, hvorimod det vestlige Bækken fremviser betydelige Forskjelligheder saavel i de forskjellige Aar som til de forskjellige Aarstider; om Efteraaret og Vinteren er Østersøens Vande mere saltholdige end om Foraaret og Sommeren; 3) endelig har dels en længere fremherskende Vindretning, dels en usædvanlig høj Nedbør en væsentlig Indflydelse paa det mere saltholdige Dybvands Intensitet og Udbredelse, kan snart fremkalde en Fremtrængen i Dybet mod Øst, snart en Tilbagevigning mod Vest.

Østersøens Hovedstrømning begynder øverst i den bottniske Bugt og fortsættes syd paa til Aalandsøerne, hvor den deler sig i tre Arme, af hvilke den vestligste fortsættes mellem Øerne Gotland og Øland, medens de tvende andre Arme splittes ved de talrige Øer langs den finske Bugt, men atter gaa sammen, forene sig med en stærk Strøm fra den finske Bugt og sluttelig træffe sammen med den første Arm syd for Gotland. Den forenede Strøm ombølger nu Bornholm og iler ned i Østersøens vestlige Halvdel for sluttelig at finde ud gjennem Sundet og Bælterne. Vedholdende Vestenvinde kunne dog undertiden hemme denne Bortstrømning og bevirke, at Vesterhavets Vande ogsaa paa Overfladen strømme ind i Østersøen.

Ved ingen anden Havdel af saa stort Omfang øver Vinden en saa betydelig Indflydelse paa Strømningen og Vandstandens Højde. Fra Kiel og øster paa stiger Østersøens Vandspejl efterhaanden, saa at det ved Pillau (Königsbergs Udhavn) staar omtrent 1 Fod, ved Memel endog $1^1/_2$ Fod højere. Denne ulige Vandstand fremkaldes for største Delen ved de fremherskende vestlige Vinde, thi ved vedholdende østlige Vinde tager Forskjellen af, som det fremgaar af den maanedlige Middel-Vandstand. Denne Vindens Indflydelse gjorde sig særlig gjældende ved den forfærdelige Stormflod den 13de November 1872, som vi derfor her ville skjænke en nærmere Omtale.

I den første Tredjedel af November holdt Vinden over Danmark sig temmelig vedholdende i Nordvest og Nord og satte derved meget Vand fra Vesterhavet og Kattegattet ind i Østersøen, som altsaa fik Højvande. Den 10de November er Vinden flov, Vandet afviger endnu ingensteds synderlig fra sin Middelstand, og de skæbnesvangre Vindretninger Nordøst og Østnordøst iagttages kun paa Rügen og ved Svinemünde. Den 11te November

indledes det store Sørgespil, ved hvilket Retning, Varighed, Udstrækning og Vindstyrke traf sammen paa den, efter menneskelige Begreber, mest ugunstige Maade. Nu blæser Nordøst og Østnordøst paa alle Stationer, Pillau undtagen, og Vandet stiger et Par Fod i Østersøens vestlige Del. Strømmen, som den foregaaende Dag ved Kjøbenhavn endnu var sydgaaende, er allerede slaaet om og fører nu de følgende Dage Østersøens Vande ud gjennem Sundet. Den 12te November stiger Vinden, den betegnes allerede overalt som „stormende" eller „Storm", dens Retning er paa Rügen og øst for samme Østnordøst, men Nordøst vest for samme, Stormen driver altsaa Bølgerne fra den russiske Kyst og lige til Travemünde, hele 400 Mil, og ved Dagens Hældning er Vandet ved denne lille Stad allerede steget 6 Fod, langs Holstens og Slesvigs Kyst mellem 4—5 Fod over dagligt Vande. Den 13de November voxer Stormen uden at ændre sin Retning lidt efter lidt til en Orkan over den vestlige Østersø, den naar sit Maximum — saa vidt sligt da lader sig paavise ved Iagttagelser — i Kiel omtrent Kl. 10 og i Cuxhaven (ved Elbmundingen) Kl. 12, og Vandet er nu ved Holstens Kyst steget mere end 9 Fod, ja endog $10^1/_2$ Fod over daglig Vande. Hermed var Katastrofen indledet, og Enden paa Sørgespillet nær*). Bælterne og Sundet vare dels for smalle til, at alle de opstemmede Vandmasser, som joges ned fra de bottniske, finske og rigaiske Bugter, kunde slippe bort igjennem dem, og dels virkede den rasende Storm lige imod Strømmen og hindrede derved Afløbet til Kattegat. Ødelæggelsen gik altsaa ud over de mecklenburgske og holstenske Kyster, men hjemsøgte især de lave danske Øer, navnlig Laaland og Falster.

Langs Sydsiden af disse Øer findes store Feddannelser. Paa Falster er saaledes Indvandet Bøtønor skilt fra Østersøen ved en smal Strækning, som ender med Gjedserodde. Paa Laaland begynder Fedstrækningen i Øst med Øen Hyllekrog og fortsættes derpaa i nordvestlig Retning lige til Albuen, den lange Tunge, som afgrænser Nakskov- eller Albuefjord. Landstrækningerne inden for

*) Ved Lübeck har man en Række Vandstandsmærker, der rimeligvis kunne betragtes som normale for den tilstødende Del af Østersøen. Fra 1625 have kun sex Stormfloder haft mere end 6 Fods Højde, tre af dem naaede 8 Fod, kun en eneste steg til 9 Fod, og først denne Stormflod af 1872 naaede den hidtil uanede Højde af $10^3/_4$ Fod.

disse Fed ere de laveste, og det blev netop dem, som mest hjemsøgtes af Stormfloden. Disse Fladstrækninger, som kun ligge mellem 2—4 Fod over Havet, havde man vel søgt at værne ved Diger, men da man aldrig tidligere var vant til at se Havet stige mere end 4—5 Fod over almindelig Vandstand, vare disse Diger kun beregnede paa at modstaa slige mindre Oversvømmelser; flere af disse Diger vare derhos alt andet end paalidelige, selv mod mindre Oversvømmelser, hvorfor det ikke var ualmindeligt, at Vandet brød ind over Markerne; men de tidligere Stormfloder havde i Mands Minde kun været kortvarige, hvorfor Havet aldrig havde faaet Tid til at brede sig videre. Denne Gang stillede Forholdene sig helt anderledes, Vandet naaede en Højde, som paa Sydøst-Falster var $11^1/_2$—12 Fod over daglig Vande, men aftog noget vester paa, dog saaledes, at den ved Kramnidse Gab (Rødby Fjord) endnu var $9^1/_2$ Fod*).

Under slige Omstændigheder kunde Laaland og Falster, som ikke engang vare indrettede paa at modstaa en almindelig Flod, umulig undgaa en ødelæggende Oversvømmelse. Vandet brød hurtig ind over de lave Diger, og derefter kom det som en mægtig Bølge væltende ind over det flade Land og naaede til Egne, som ikke i umindelige Tider havde været hjemsøgte af Floden. Denne Bølge gik ikke blidt hen over Landet; paa sin Vej oprev den alle Gærder, slog Husenes klinede Vægge ind, væltede Bjælkeværket, rev Tag og Træværk med sig, bortførte Kvæg og Heste og slugte mange Mennesker i sin kolde Favn. De af Bølgen overraskede Indbyggere mene endnu stedse, at den er bleven fremkaldt ved et Jordskjælv; men man behøver ikke at søge Aarsagen saa langt borte; naar man husker, at Vandet maatte stige mellem 4—5 Fod, inden det gjennembrød Digerne, kan man let forstaa, at det med en saa stor Bølgehøjde maatte vælte ind over det flade Land; Oversvømmelsen var ikke kommen saa pludselig og voldsom, Vandet var steget jævnt, saafremt der ingen Diger havde været.

Store vare naturligvis de Ødelæggelser, som anrettedes paa Laaland, af hvis Flademaal omtrent en Syvendedel eller 3 □ Mil sattes under Vand. Af Sønder-Herreds 15 Sogne bleve de 10 mere

*) Jfr. i det Hele Prmlieut. P. Hansen: Stormfloden af 13de November 1872. Geogr. Tidsskrift III, 7—12.

eller mindre dækkede af Vand, navnlig led Gloslunde Sogn meget, thi Landet ligger her ikke mere end 2—4 Fod over Havet; ogsaa Rødby og dens Omegn bleve stærkt medtagne. Overalt vare Bygninger og Bohave skyllede bort, Kreaturer i Mængde druknede, Veje ufremkommelige, Dæmninger gjennembrudte, Broer revne bort, Jorderne delvis dækkede med Sand, og Agrene ødelagte af Saltvand. Af Mennesker omkom omtrent 30. Mærkeligt var det at se, hvorledes Stormfloden viste, at Laaland i ældre Tider har udgjort flere Øer, som nu ere blevne til én; Vandene fra Rødby- og Nakskovfjorde mødtes ved Hovedgaardene Øllingsøgaard, afskar saaledes den sydvestlige Del af Sønderherred (Dele af Kappel, Tillidse og Danemare Sogne) og omdannede dem til en Ø i det aabne Hav. Alle Jordbundsforhold vidne da ogsaa om, at de tvende Fjorde i svundne Tider have staaet i Forbindelse ved den Lavning, Stormfloden banede sig Vej igjennem. Naar man graver en Fod eller saa ned i Jorden, kommer man til Sand eller Dynd med Muslingeskaller, altsaa den samme Bund, som findes i Stranden. Ved Øllingsøgaards Have ligger en gammel, med Græs overgroet Vold, hvis Nytte man forhen ikke kunde fatte; men da Stormfloden kom, opdagede man, at den dækkede Haven imod Oversvømmelsen, og man indsaa nu, hvorfor den i tidligere Tid var bleven opkastet.

Endnu stærkere end Laaland hjemsøgtes Sydøst-Falster, som modtog hele Østersøens Vandmasser ret ind; hvor Vandet gik højest, steg det mindst 12 Fod, ja enkelte Steder, hvor Vinden drev Flodbølgen ind i en snæver Bugt, t. Ex. ved Gjedesby inderst i Bøtønor, skal den have naaet en Højde af 14—15 Fod. Saaledes gjennembrød Floden først den lave Klitrække mellem Bøtønoret og Østersøen, overskyllede hele Norets Opland til alle Sider, banede sig en Vej gjennem Marrebækkens Lavning, det Vandløb, som nu danner Afløbet for Noret til Guldborgsund, og omdannede saaledes Syd-Falster til en Ø. I det Hele overskyllede Stormfloden 1 □ Mil eller en Ottendedel af Øens Flademaal, anrettede lignende Ødelæggelser som paa Laaland og bortrev mellem 30—40 Mennesker.

Dette var Rædselsdagen den 13de November 1872 ved de danske Østersøkyster. Efterhaanden løjede Vinden af og ændrede samtidig Retningen til Øst og Sydøst; den 14de November var den svag paa alle Stationer og Vandet paa det Nærmeste faldet til sin gamle Stand. Saaledes er i almindelige Omrids Kjends-

gjerningernes Sammenhæng. Forholdene ere lige saa storslaaede som lette at forklare. Betragter man hele Østersøen syd for Gotland som et eneste Vandbækken, har Vinden, som netop strøg hen over samme i dets største Udstrækning, drevet Vandet fra sammes østlige Del over i den vestlige, og da Bækkenet i det Hele spidser sig tragtformig til i denne Retning, maatte Vandspejlets høje Stand imod Vest være langt betydeligere end den samtidige Sænkning i det østlige Bækken.

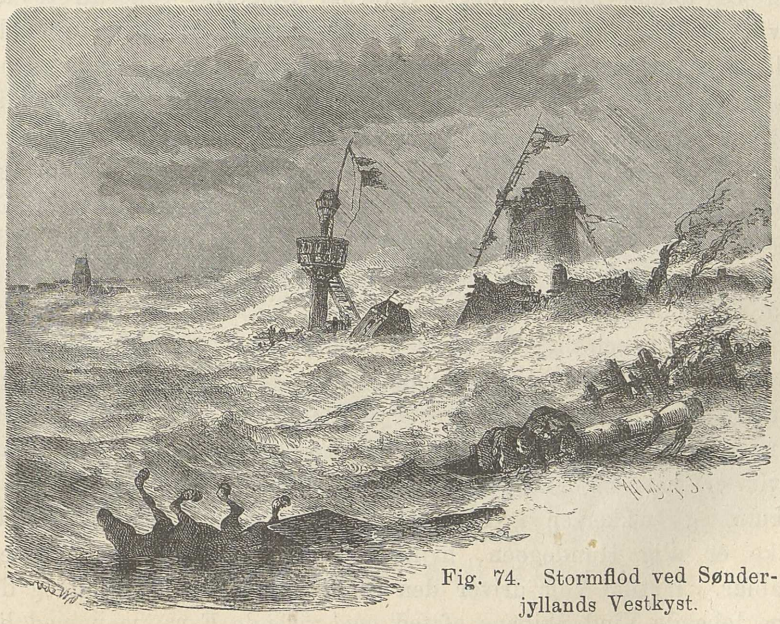


Fig. 74. Stormflod ved Sønderjyllands Vestkyst.

15. Hvirvler og Malstrømme.

De tidligere saa højlig frygtede Hvirvler eller Malstrømme staa i nær Forbindelse med Havstrømningerne. Man forstaar ved en Malstrøm Hvirvelbevægelser i Vandet omkring et tragtformigt Midtpunkt, der synes at suge Bølgerne til sig, og hvor de ligesom forsvinde. Ældre Tiders fejlagtige Anskuelser om Maaden, hvorpaa Havet bevæger sig, gave ogsaa Anledning til den besynderlige

Mening, at uudgrundelige Dybder fremkaldte Malstrømmene. Denne Forestilling er fuldstændig forkert, thi Hvirvlerne opstaa ikke ved bratte Skraaninger i Havbunden, men ved modsatte Strømninger; man har dernæst baade i Oldtiden og i Middelalderen meget overdrevet dens Fare for Sømændene. De mest berømte Malstrømme ere Scylla og Charybdis, som gjøre Messinastrædet usikkert. Fra Højderne ved Strandbredden har man en fri Udsigt over det smalle Sund, kan bekvemt overskue disse Oldtidens „hylende Uhyrer“ og se, hvorledes de snart optræde hist, snart her og danne mørke Ringe, hvorom Bølgerne concentrere sig. Hvis det ikke var en historisk Kjendsgjerning, at Octavians halve Flaade er gaaet til Grunde ved disse Hvirvler, vilde man næppe holde det for muligt, at disse ubetydelige Malstrømme kunde blive farlige for Skibe. For Tiden er Messinastrædet stadig befaret af Skibe, som kun lidet ænse disse Hvirvler, et Bevis paa, hvor højt vor Skibsbygningskunst og Skibsførelse overgaar Oldtidens. Om Sommeren i godt Vejr gaa bedre Sejlskibe undertiden midt gjennem Charybdis, og Fiskerbaadene gaa i Nærheden af Scylla paa Harpunfangst efter Thunfisk.

Scylla er en høj Klippe ved Calabriens Kyst; den hæver sig brat op af Havet og har ved sin Fod en Mængde, dybt udvaskede Huler. Ved denne Klippe træffe Middelhavets tvende Hovedstrømninger og Tidevandet sammen med stor Styrke og danne rivende Hvirvler, hvis høje Bølger styrte ind i hine Huler, her brydes til Skum og vække en i Klippehvælvingen brusende Brænding, der ikke er ulig Hundegøen, hvilket igjen har fremkaldt Oldtidens Fabler. I stille Vejr driver den fra Syd indsættende Flod og den lige løbende Vind Skibene afsted med rivende Fart; men med lidt Forsigtighed og Dygtighed kommer man uden Fare forbi Scylla. Det Samme gjælder om den fra Nord indsættende Ebbe og den ledsagende Nordenvind. Ere Vindene nogenlunde stærke, er ogsaa Strømningen saa stærk, at intet Ankertov holder Stand derimod, og Loddet driver svømmende omkring paa Overfladen. Kæmpe imidlertid Strøm og Vind mod hinanden, griber Modstrømmen det Skib, som for gunstig Vind sejler ind i Strædet, og slynger det mod Scylla eller paa de nærliggende Sandbanker. Hertil kommer endnu tvende Havstrømninger, af hvilke den ene kommer ned langs Calabriens Kyst, den anden fra Nordkysten af Sicilien. Disse

Strømningers Sammentræf fremkalder en heftig Bevægelse i Vandet, som bliver endnu farligere, da der strækker sig en Række blinde Skjær midt gjennem Kanalen. Denne Strømning indtager dog ikke hele Strædets Bredde, og de øvede sicilianske Lodser kjende dens Vendinger og Krumninger saa nøje, at naar deres Hjælp paakaldes i Tide, føre de Skibet lykkelig igjennem; men uden deres Hjælp kan selv den dueligste Sømand lide Skibbrud.

Charybdis ligger paa den sicilianske Side, i godt to Miles Afstand fra Scylla, mellem en smal Landtunge, Punta sacra, der danner Messinas Havn, og en anden, Calofaro, hvorpaa der staar

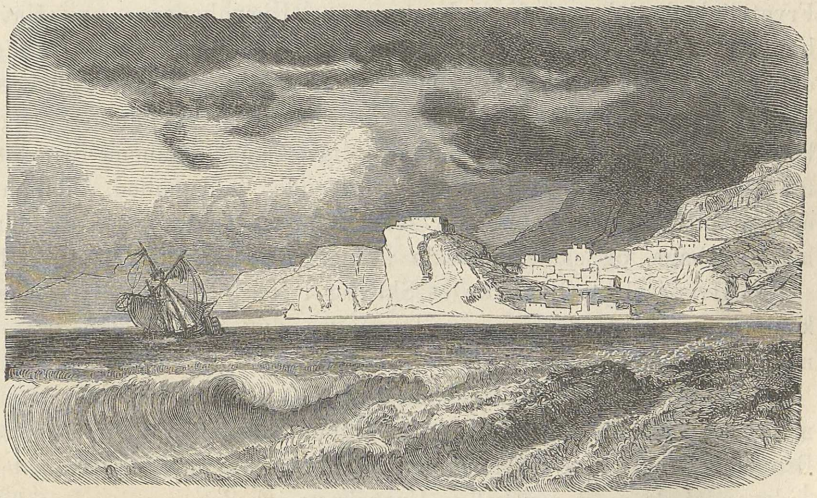


Fig. 75. Messinastrædet. Scylla og Charybdis.

et Fyr. En Del af Strømmen, som gaar gjennem Strædet, slaar mod de Klipper, hvorpaa Calofarotaarnet staar, træffer her sammen med nogle Sidestrømninger og danner saaledes den omtalte Hvirvel. Midtpunktet i samme er en Cirkel med omtrent 40 Fods Diameter, inden for hvilken der stadig finder en op- og nedgaaende Bevægelse Sted, som snart slaar mod Klipperne, snart preller tilbage fra dem. Den største Dybde paa dette Sted beløber sig til 500 Fod, uden for samme er Strædet henimod 1000 Fod dybt. Dette Midtpunkt har ingen Sinde, ikke engang i stormfuldt Vejr, Udseendet af en Malstrøm, der kunde suge Skibe til sig; dens Hovedvirkning er

tvært imod frastødende, og dette mærke Skibene selv paa betydelig Afstand. Under en heftig Søndenvind og stærk Strømning fremkomme flere smaa Hvirvler, og det heftige Bølgeslag bringer Smaafartøjer, som komme herind, til Kæntring, eller Bølgerne slaa op i dem og fylde dem. Kommer derimod et stort Skib ind i samme, hvirvler Vinden øjeblikkelig i Sejl og Tovværk og gjør enhver Vending umulig. Undertiden bliver et Skib af Strømmen og Søndenvinden lykkelig drevet forbi Charybdis og op mod Strædets Nordende, men her gribes det baade af Strøm og Vind, slynges mod Scylla og knuses.

I det Hele har dog Messinastrædet mistet meget af sin tidligere Frygtelighed, dels vel fordi Kysterne og Ujævnhederne paa Havbunden have ændret sig ved Strømmens Virkninger, men særlig dog vel, fordi Skibsførelsen er bleven mere fuldkommen. Alligevel bevare de tvende Hvirvler stadig en Del af deres gamle Farlighed; de friske Vinde, som sædvanligvis gaa gjennem Strædet, forhøje Strømningernes Fart til en rivende Voldsomhed, Siciliens og Calabriens Bjærge opfange snart Vinden, snart kaste de den heftig tilbage, og saaledes vexle heftige Vindstød med kort Vindstille. Hvis i slige Øjeblikke et Skib er i Nærheden af Hvirvlerne, kommer det let ind i samme, de mindre sluges, de større knuses mod Klipperne.

Et andet, alt fra Oldtiden navnkundigt Sted er Euriposstrædet mellem det græske Fastland og Øen Euböa. Her, hvor den berømte Bro med dens fem Buer forbinder Øen med Fastlandet, frembyder Tidevandet de mest mærkelige Uregelmæssigheder, som undertiden gaa under Navnet den chalcidiske Hvirvel, skjønt der ikke godt kan være Tale om nogen Hvirvel i egentlig Forstand; men hvad der i tvende Aartusenders Forløb har fængslet Rejsendes og Naturforskernes Opmærksomhed, ere de mærkværdige Strømforhold. Strømningerne under Broen ere saa stærke, at de sætte Møller i Bevægelse; men det mest Overraskende er, at Strømmen vexler Retning 4—14 Gange om Dagen. Nøjagtigere talt, der gives Perioder, hvor Strømmen kun vexler 4 Gange i Løbet af 24 Timer og 50 Minutter (en Maanedag), nemlig naar der er Springflod i det ægæiske Hav; ved Nipfloderne, naar Flodbevægelsen er svagest, har man derimod iagttaget, at Strømmen under Broen kæntrer mellem 11—14 Gange i Døgnet. Nord for det smalle Euriposstræde

danner Farvandet mellem Fastlandet og Euböa den saakaldte Talantibugt, som næsten kan sammenstilles med en Indsø. Forel har vistnok nu fundet Løsningen paa denne gaadefulde Fremtoning, der efter Sagnet skal have givet Anledning til Aristoteles's Død, idet den berømte græske Naturforsker styrtede sig i Euripos med de Ord: „Kan jeg ikke forstaa dig, saa forstaa du nu mig!" Forel forklarer nemlig Fremtoningen som aldeles svarende til Genfersøens „Seiches" (se oven for S. 64); den fremgaar ved gyngende Bevægelser i Talantibugten, der næsten kan betragtes som en Indsø; men disse „Seiches" kunne kun ret gjøre sig gjældende ved Nipfloden; hvorimod det ægæiske Havs stærkere Springflod dækker deres Optræden.

I vore nordlige Have er fra Middelalderens Tider navnlig Mosken-Malstrømmen højst berygtet; i Aarhundreder gjaldt den for Sømændenes Rædsel, og Rygtet overdrev dens Størrelse til det Uhyre. Gjennemsnittet af dens yderste Hvirvel skulde være 3—4 Mil, og efter Fortællingen var ethvert Skib, som grebes af den yderste Bølgekreds, redningsløst fortabt; thi alt medens Hvirvlerne bleve mindre og mindre, øgedes deres Kraft med kæmpemæssig Fart, snart naaede det dødsdømte Skib Centrum og slugtes i Malstrømmens uudgrundelige Tragt. Jonas Ramus fortæller, at selv den kæmpemæssige Hval undertiden gribes af Strømmen og opslider sin hele Kraft i en forgjæves Kamp for at undgaa den forfærdelige Hvirvel. Dog ogsaa her have nyere Beretninger i høj Grad mindsket de Rædsler, hvormed Middelalderens Fantasi omgav Malstrømmen.

Fra Nordishavet skærer Vestfjorden sig langs med Nordland, saaledes at Fjordens ene Side dannes af en Række Øer, Lofoten, af hvilke et Par af de yderste ere Værø og Moskenesø. Den nordgaaende Flodbølge presser en stor Vandmasse op i Vestfjorden, men de snævre Sunde mellem Lofotens Øer give ikke tilstrækkeligt Afløb, saaledes at Vandet stuves op i Fjorden. Af dette opstuvede Vand løber en stærk Strøm atter tilbage mod Syd til det Sted, hvor Vandet har naaet sin ringeste Stand, nemlig til Kanalen mellem Værø og Moskenesø i Omegnen af Klippen Mosken. Her træffer den tilbagegaaende Strøm sammen med den nordgaaende Flodbølge, og inden for det snævre Rum, som kun

omfatter et Par Mil, opstaar nu en Kredsbevægelse fra Syd til Sydvest, Vest, Nordvest og endelig til Nord.

En lignende, men modsat Kredsbevægelse fra Nord til Nordvest, Vest og sluttelig til Sydvest opstaar ved Ebben, hvor en Mængde Vand, som er stuvet op langs Lofotens Nordside, løber ned langs samme og fra Syd slaar mod Mosken, hvor det møder den sydgaaende Ebbe.

Disse tvende Hvirvelbevægelser danne Malstrømmen, som i Storm og Springflodtid kan være meget farlig; ved Vintertid kan

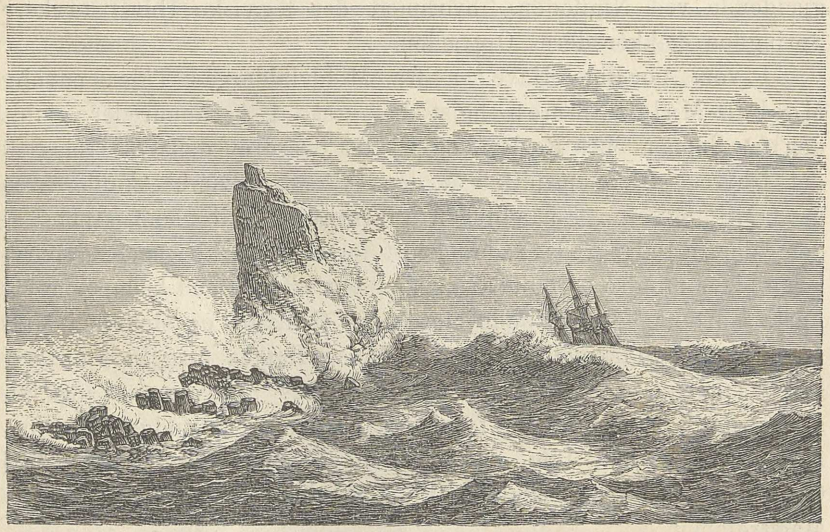


Fig. 76. Munken med omliggende Skjær.

Vandet meget vel løbe i Hvirvler med 6 Miles Fart; men i roligt Vejr drive de norske Fiskere særlig deres Fiskefangst i Moskenstrømmen, som er meget fiskerig; ubekymret lade de sig dreje rundt af den kredsende Strøm, og store Skibe kunne for fulde Sejl gaa midt gjennem Malstrømmen, da den stærkeste Hvirvel ikke har mere end tvende Favnes Dybde.

Her maa ogsaa nævnes „den forfærdelige Malstrøm ved Munken“, om hvilken Fortællingen har holdt sig lige til vore Tider, men hvis Farer ere blevne overdrevne lige saa stærkt som Charybdis's og Mosken-Malstrømmens. Klippen Munken er den

sydligste af Færøerne og ligger omtrent $^3/_4$ Mil syd for Suderø. Omkring denne Holm og mellem de omliggende Skjær gaar en stærk og brusende Strømgang, og Strømmen skærer langs Klippens skarpe Side; men en Malstrøm existerer slet ikke. Mærkelig er derimod den Maade, hvorpaa Tidevandet i det Hele optræder ved Færøerne. Flodbølgen sætter ind fra det aabne Atlanterhav, strømmer fra Vest til Øst (Østfaldet), varer i 6 Timer og 12 Minutter og vexler derpaa med Ebben, som gaar i modsat Retning (Vestfaldet). Disse Strømninger benyttes nu af Færingerne til deres Rejser og Fiskerier, og ved at passe Tiden kan man endog gjøre en hel Rundrejse ved Hjælp af Strømmen, idet de mange Landtunger og Holme give Strømningen de mest forskjellige Retninger.

Storartede Hvirvler fremkaldes ogsaa af Tidevandet ved Skotlands Vestkyst. Mellem Jura og Skarba, tvende Øer af Hebridernes Gruppe, ligger det berømte Stræde Coirebhreacain, hvad der skal betyde det samme som „det plettede Havs Kjedel“. Gjennem dette Sund, som kun er omtrent 2000 Alen bredt og paa begge Sider begrænses af Øerne Juras og Skarbas vilde og stejle Kyster, strømmer nu Havet med en Fart af over 2 Mil, hvorhos Retningen vexler med Ebben og Floden. Med en saa stærk Fart opstaa naturligvis Hvirvler og Malstrømme, men disse have dog ingen stor Betydning. I den nordlige Del af Sundet, tæt ved Skarbas Kyst og i Nærheden af den vestlige Indgang, ligger der imidlertid et Skjær eller Rev, hvor Havdybden kun er en Fjerdepart mod den, som i øvrigt findes i Bugtens nærliggende Dele, og her bruser Havet til sine Tider med et frygteligt Raseri. Gaar Strømmen til andre Tider mod Vinden, navnlig naar det er den udadgaaende Strøm, som møder Vestenvinden, dækkes hele Sundet af skummende Bølger, og Brændingen fremkalder en frygtelig Larm, der efter Digteren Campbells Udsagn og Sømænds Vidnesbyrd kan høres paa Fastlandet selv i betydelig Afstand. Mod Vest ude i den aabne Sø kan man endnu paa flere Mil skjelne Strømmen.

Af denne Beskrivelse fremgaar tydelig nok, at den sædvanlige Mening om en Malstrøm eller Hvirvel ved Coirebhreacain heller ikke er rigtig. Man kan vel træffe paa Hvirvler ligesom paa en svulmende Flods Vandspejl, og det vilde falde vanskeligt at holde

en Baad tværs igjennem i lige Kaas; men naar der just ikke blæser en stærk Vind og Havet ikke sætter ind ude fra, kan selv en svag Baad med stor Sikkerhed passere hine Punkter. Efter en Beretning af 18de Maj 1864 i Daily News blev et Skib af Strømmen sat ud af sin Kaas og forladt af Mandskabet, men en Uges Tid efter fandt man det uskadt ved Stranden i en lille Bugt paa Juras Østside. Med stille Sø er Vandet i Bugten lige saa roligt som andensteds, og en Fremmed, som besøger Coirebhreacain, føler sig sikkert i Regelen skuffet.

Skride vi langs Skarbas barske Kyster, komme vi mellem denne Ø og Lunga til et Sted, som paa Admiralitetskortet kaldes „Vindhunde-Passet“, et Navn, hvis Oprindelse vi ikke nærmere kunne analysere; Sømændene kalde derimod Strædet det „lille Svælg“. Vandet er her ikke saa dybt som i det „store Svælg“; men det Skue, der her frembyder sig, synes langt interessantere, end det Coirebhreacain kan byde. Naar Tilskueren befinder sig paa Øernes østre eller Inderside, kan han, naar Havet strømmer gjennem Strædet, i en Baad begive sig her hen i umiddelbar Nærhed og vil da se en Havstrømning, hvis Lige han maaske næppe andensteds vil kunne træffe. I Galop føres han bort af den skummende Sø. Omtrent i 300 Fods Afstand bliver han en lignende Strømning vár; men den gaar i modsat Retning, og den, som har Dristighed nok til at vove sig ind i denne Strøm, føres med Pilens Fart igjen tilbage til det Sted af Kysten, hvor fra han kom. Mellem disse tvende Strømninger og i det nærmeste Naboskab skummer, syder og bruser Havet paa den mest ubeskrivelige Maade. „I en Afstand af 30 Fod saae vi“, beretter vor Hjemmelsmand, „at der dannede sig en rivende Malstrøm; med et Gjennemsnit af 40—50 Fod syntes den som en uhyre Proptrækker at bore sig ned til Havets Bund. Baadens Mandskab fortalte os, hvorledes de selv engang vare blevne grebne af en slig Hvirvel og med voldsom Hurtighed snurrede rundt i en Kreds, men Folkene syntes ikke at have set nogen synderlig Fare i den hele Historie. Naar Strømmen gaar i modsat Retning, altsaa udad, er det raadeligt kun at nærme sig Sundet med Forsigtighed; men det prægtige Skue holder En skadesløs for al Angest. Man ser en lang Række Brændinger rulle frem tværs over hele Sundet og lige mod Strømmen, og det ser ud til, at Strømmen ligesom bliver suget ned under

Bølgernes hvide Skumkam. Derhos hersker et frygteligt Oprør og en Larm, saa at kvindelige Nerver vel næppe vilde kunne udholde det". Strømmen naar sin største Styrke paa begge Steder ved Ny- og Fuldmaanetid, udadgaaende ved Middag og Midnat, indadgaaende Klokken sex om Morgenen og om Aftenen. Hver følgende Dag indtræder det Øjeblik, da Strømmen er størst, omtrent 50 Minutter senere end den foregaaende Dag.

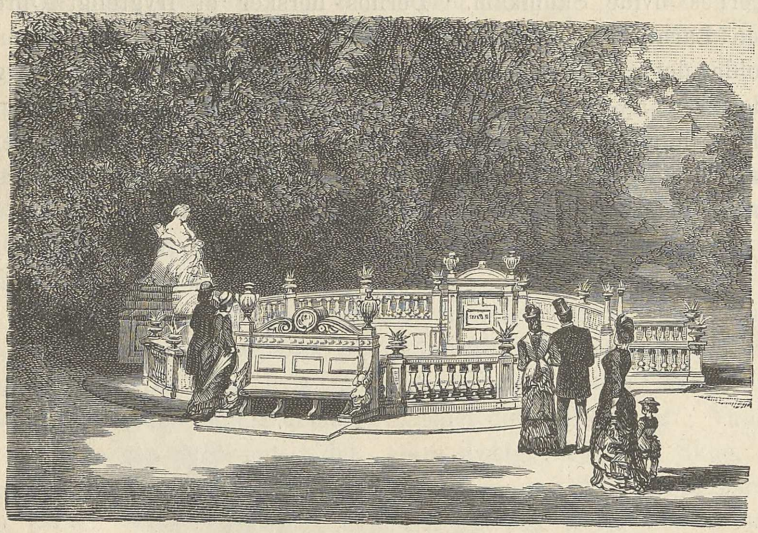


Fig. 77. Donaus Kilde.

III.

Fastlandets Vandmasser.

I Sammenligning med Oceanet er den Vandmasse, Fastlandet kan opvise, kun meget ringe og stammer derhos selv fra Havet, hvor fra den unddrages gjennem Fordampning, og hvortil den senere paa ny vender tilbage som Flodvand.

Dette er den Opfattelse, som nu til Dags er lyst i Kuld og Kjøn af Videnskaben; men den var Oldtiden ukjendt, og endnu ved Slutningen af det 17de Aarhundrede havde man i det Hele ingen Anelse om samme. I Varenius's berømte Geografi, som Newton udgav og som blev lagt til Grund for Forelæsningerne ved Universitetet i Cambridge, finde vi t. Ex. den Paastand, at Jordens største Strømme i Løbet af hvert Aar tilføre Havet en Vandmasse, som overgaar hele Jordkuglen i Volumen (!). Særlig bliver dette endogsaa sagt om Volga, og deraf drages nu den Slutning, at det Flodvand, som hen ad Jordens Overflade føres ud i Havet, uophørlig i

vældige Masser atter vender tilbage til Landet. Som vi imidlertid alt tidligere have fremhævet, er den samlede Mængde af alt Flodvand i Forhold til Jorden saa ubetydelig, at alle Nutidens Floder maatte løbe i 50 Millioner Aar for at kunne levere en Vandmasse, der var Jorden lig i Størrelse. „Floderne, som sprede Liv over Alt paa Jorden", siger Reclus meget smukt, „og uden hvilke Fastlandene vilde være tørre, øde Ørkener, ere ligesom et System af Blodaarer, der tilføre Oceanet, dette det jordiske Kredsløbs store Centralorgan, de flydende Masser, som overføres til Jorden gjennem Skyernes Pulsaaresystem. Uden Havets umaadelige Vandmasser vilde der snart ikke mere existere nogen Fugtighed paa Jorden, ingen Regn vilde vande de tørre Flader, ingen rislende Kilde vilde sprudle frem af Klippen, ingen Flod vilde vælte sine brusende Bølger gjennem blomstrende Landstrækninger".

De usynlige Vanddampe, der uophørlig stige fra Oceanet op i Luften, fortætte sig her til Taager og Skyer, fra hvilke Regnen og Sneen falde ned og vedligeholde Kilder og Floder. Disse føre nu deres Vandmasser ned gjennem Dalene, paa hvilken Rejse en Del fordamper, en anden bliver kemisk bunden og lokalt fastholdt, og Resten endelig atter føres ud i Havet og paa ny gjennemgaar det skildrede Løb. Dette er Vandets berømte Kredsløb, der vedligeholder alt organisk Liv paa Jordens Overflade og gjør Kontinenterne beboelige.

1. Kilderne.

Kilderne høre uomstridelig til vor Jords mest mærkelige Fremtoninger. Til alle Tider have de Pletter, hvor det mumlende Vand strømmer ud af Jordens Skjød, gjort et mægtigt Indtryk paa Menneskenes Sind, være det sig nu, at Udspringet ligger i stille, skovrige og vilde Bjærgomgivelser eller midt paa en blomsterklædt Eng. En ejendommelig, hemmelighedsfuld Ynde knytter sig til de Punkter, hvor det flydende Livselement sprudler frem af Jordens ukjendte Indre; en poetisk Stemning griber her Sjælen, og Mennesket føler sig ligesom fængslet af ukjendte, men venlige Magter. At denne Stemning ingenlunde er en blot individuel, beviser Oldtiden, der troede, at velvillige Guddomme vare Kildernes Vogtere, og i Echoet, som kastes tilbage fra Kildegrotternes Klippevægge, poetisk

troede at høre venlige Geniers Stemmer. For den moderne Verdensanskuelse, saaledes som den først og fremmest skyldes Kristendommen, flygtede nu visselig disse hedenske Guddomme bort fra Jorden; men den dybe, med en vis Vemod blandede Naturfølelse blev tilbage i Menneskets Bryst, og saaledes se vi endnu den Dag i Dag den rislende Kilde poetisk forherliget.

Kilder forefindes paa de forskjelligste Lokaliteter af Jordoverfladen, paa Bjærgenes Skraaninger og ved deres Fod saa vel som paa Lavlandenes vidt strakte Sletter, ved Strandbredden saa godt som i Sumpene, paa Flodernes Bund og i Havets Dyb. De undersøiske Kilder i det caribiske Hav paa Cubas Sydside have vi allerede omtalt S. 70. Efter Reclus udspringer der i Rhônemundingernes Departement talrige Kilder paa Havbunden i forskjellig Afstand fra Kysten. En af disse Kilder, Port Miou ved Cassis, danner paa Havets Overflade en saa anselig Strøm, at den kan rive svømmende Gjenstande langt bort med sig. Ved Saint-Nazaire, Ciotat, Cannes, San-Remo og Spezzia sprudle ligeledes Ferskvandskilder frem midt i de salte Bølger, og man har endogsaa forsøgt tilnærmelsesvis at bestemme deres Mægtighed. Den franske Geolog Villeneuve-Flayosc anslaar den samlede Vandmængde, som de undersøiske Tilløb udgyde i Middelhavet mellem Nizza og Genua, til 80 Tønder i Sekundet. Mange undersøiske Kilder ved den provençalske og liguriske Kyst udspringe paa betydelige Dybder. Kilderne ved Cannes udspringe 520 Fod under Havets Overflade, de ved San-Remo ligge paa 930 Fods Dybde, og 3 Fjerdingvej syd for Kap Saint Martin, mellem Monaco og Mentone, skal der endog udspringe en Ferskvandskilde i en Havdybde af mere end 2000 Fod.

Efter Bøttger sprudler der i mare piccolo eller Tarantos store Havn, i nogen Afstand fra Galesus's Munding, Ferskvand frem med saa stor Kraft, at man kan øse det op uden mindste Iblanding af Brakvand. Paa lignende Maade træffer man i Thaus Saltlaguner ved Cette et dybt Sted, hvor en Søjle Drikkevand sprudler frem med saa stor Kraft, at den slaar Bølger. Ved Ragusa ender Calmotta-Kanalen i Havnen Val' Ombla, som forsynes med Vand fra Ariona, en underjordisk Flod, der med forbavsende Kraft vælder frem ved Foden af Bjærget Regatz. Ogsaa i Cattaros og den tyrkiske By Avlonas Havne finder man Ferskvandskilder. Gaa vi længere syd paa langs det joniske Havs Kyst, finde vi ved Agio

Janni, syd for Parga, mellem Acherons og Thymamais's Mundinger, midt ude i Havvandet en Plet paa omtrent 40 Fods Diameter, hvor det ferske Vand vælder særdeles rigelig og kraftig frem, og dette er maaske den af Pausanias omtalte opstigende Kilde. Ud for den lille Ø Ruad ved Tortosa paa den syriske Kyst strømmer en Straale Ferskvand saa mægtig frem i Havet, at man kan øse det ganske fersk op fra Overfladen.

Angaaende Kildernes Oprindelse havde allerede Aristoteles for saa vidt rigtige Forestillinger, som han henførte dem til Luftkredsens Vande, der sive ned i Jordbunden. Den berømte franske Filosof, Mathematiker og Naturforsker Descartes (Cartesius † 1650) antog derimod, at Havvandet gjennem underjordiske Ledninger naaede ind under Bjærgenes Fod, hvor fra Jordens indre Varme drev det under Dampform op til Toppene, og her traadte det nu igjen frem for Dagens Lys som Kilder og Bække. Denne noget indviklede Forklaring forekom Cartesius nødvendig, da man ved Forsøg havde overtydet sig om, at selv den stærkeste Sommerregn aldrig trængte mere end $^1/_2$ Fod ned i den frugtbare Muldjord. Lahire sluttede sig til disse Betænkeligheder, fordi han havde fundet, at Jordlag paa 8 Fods Tykkelse, som i 15 Aar havde været udsatte for alle Vejrligets Indflydelser, dog aldrig havde ladet en Draabe Regn trænge igjennem til en Blyplade, som laa neden under den. Ogsaa Buffon fandt ved Undersøgelser af en Jorddynge paa 10 Fods Højde, der i flere Aar laa urørt i en Have, at Regnen aldrig var trængt længere end 4 Fod ned i samme. Disse og andre tilsvarende Iagttagelser vare af største Vigtighed og turde ikke ligge upaaagtede, og dette foranledigede allerede den berømte franske Fysiker Mariotte († 1684) til at anstille en nøjere Undersøgelse. Han valgte hertil Seineflodens Omraade, sammenlignede Mængden af den paa samme faldende Regn med Flodens Vandmasse og udfandt paa denne Maade, at Seinen kun fører en Syvendedel af de Vandmasser igjen ud i Havet, som ere faldne paa dens Omraade under Form af Sne eller Regn.

Disse Undersøgelser ere i den nyere Tid blevne gjenoptagne og støttede paa mere nøjagtige Maalinger af den nedfaldende Regnmængde end de, der stode til Mariottes Raadighed. Arago har diskuteret disse Undersøgelser, hvis Resultat er, at den Vandmængde, som aarlig strømmer under Paris's Broer, tilnærmelsesvis

udgjør kun en Tredjedel af den Regn, som falder paa Seines Flodegn; de tvende andre Tredjedele vende altsaa enten ved Fordampning igjen tilbage til Luftkredsen, eller tjene til Planternes og Dyrenes Ophold, eller naa ad underjordiske Veje tilbage igjen til Havet. Dalton har forsøgt at udfinde Forholdet mellem Englands Regnmængde og de Vandmasser, som bortføres gjennem Floderne; han udfandt, at Nedbøren aarlig paa det nærmeste leverer $^3/_{10}$ Kubikmil Vand, medens Floderne i samme Tid kun bortføre omtrent $^1/_{10}$ Kubikmil. Ogsaa efter denne Undersøgelse ville altsaa to Tredjedele af den samlede Regnmængde gaa bort gjennem Fordampning eller forbruges af det organiske Liv. Tilsvarende Undersøgelser med andre Floder have ført til lignende Resultater; overalt er det kun en Del af Regnmængden, fra Halvdelen til Fjerdedelen, som atter naar tilbage til Oceanet.

Naar det saaledes maa staa fast som en ubestridelig Kjendsgjerning, at Regnen og Sneen tilfører Fastlandet mere Vand, end Floderne atter føre bort, udkræver dog den Maade, hvorpaa dette atmosfæriske Vand i Jordens Indre samles til Kilder, en nøjere Undersøgelse og Belysning. Som alt berørt, have Forsøg paavist, at visse Jordbundslag kun lade Regnmængden trænge igjennem til en meget ringe Dybde; slige Jordbundslag egne sig altsaa ikke til at danne Kilder. Betragte vi derimod et Sandlag, finde vi, at samme lader Vandet næsten som gjennem et Saald trænge ned til store Dybder. Noget Lignende gjælder om Klippegrund med isprængte Revner, særlig om Kalksten. I Cornwall har man i visse Gruber, der ere huggede ud i Kalkstenen, gjort den Erfaring, at Vandet voxer paa de dybeste Steder, nogle Timer efter at det har begyndt at regne paa Jordens Overflade. Man behøver i øvrigt ikke at trænge langt ned i Jordens Indre for at paavise den Fugtighed, som svarer til Regnen; allerede i dybe Kjældere drypper det efter et stærkt Regnskyl.

Navnlig i Kalkstensformationen kan man særlig godt studere Kildernes umiddelbare Sammenhæng med Nedbøren fra Luftkredsen. En af de interessanteste Egne i denne Henseende er Altmühlalp i Bayern. Den hele Højslette har slet ingen Kilder, hvad der for øvrigt gjælder om Rauhe Alp i det Hele taget. Man har her ikke andet Vand, end hvad man kan opsamle ved Snesmeltning og ved Regn fra Hustage og Vandrender; det opbevares til Husholdningen

i Cisterner, for Kvæget i store vandtætte Gruber (Hülser). Naar det en rum Tid ikke har regnet, have Bønderne ingen anden Udvej end med stor Møje og Bekostning at slæbe Vand op fra Dalen i Nabolaget. Nedbøren synker strax gjennem Kalkfløtsens talløse Revner og Spring ned til Bjærgmassernes faste Grund og fremtræde i Dalene ved Bjærgvæggenes Fod som mægtige Kilder. Naar man dog hist og her paa Højsletten finder Brønde, og det selv i betydelig Højde, maa Aarsagen hertil søges i tykke, fastsluttede Underlag af Lerjord, som hindre Vandets Gjennemsivning og Afløb. Lignende Forhold træffer man paa den Bjærgaas, man kommer over paa Vejen fra Paderborn til Cassel. Paa hele denne Ryg finder man næsten slet ingen eller kun meget sparsomt flydende Kilder, der sandsynligvis skyldes vandtætte Lag i Kridtmergelen. I tre Landsbyer, de saakaldte tørre Landsbyer, som ligge paa denne Aas, findes kun en eneste, 80 Fod dyb Brønd, der utvivlsomt skyldes et sligt vandtæt Lag; men en Tørke udtørrer ogsaa let denne Brønd. Det er denne næsten fuldstændige Vandmangel, som de tre Landsbyer have at takke for deres Tilnavn.

Denne Jordbundens Evne til at sluge store Vandmasser benyttes undertiden til at fjærne samme. Saaledes beretter Arago, at Sletten Paluns ved Marseille tidligere var et vidtstrakt Sumpomraade; men Kong René lod anlægge et stort Antal Huller eller Skaktbrønde, paa Provençalsk kaldede embugs (Tragte). Disse Huller bortføre endnu den Dag i Dag de Vandmasser, som ellers vilde unddrage hele Omegnen for Kulturen; man forsikrer, at det Vand, som sluges af disse „embugs“, efter et underjordisk Løb danne de oven nævnte Springkilder i Port Miou, i Nærheden af Cassis.

Floden Orbe i Jurabjærgene, der kommer fra Søen les Rousses, tilfører Søen Joux mere Vand, end der gaar bort fra samme ved Fordampning; men dog bevarer samme Sø sit Vandspejl næsten uforandret, skjønt den ikke har noget Afløb. „Aarsagen hertil“, siger Saussure, „maa søges i, at Naturen har beredt dens Vande underjordiske Veje, hvori de styrte sig og forsvinde. Da det for Dalens Beboere er af største Vigtighed, at disse naturlige Afløb bevares, eftersom deres opdyrkede Land og Boliger ellers snart vilde staa under Vand, vedligeholde de dem med største Omhyggelighed og aabne selv nye Afløb, saa snart de mærke, at Vandet

ikke i tilstrækkelig Grad bliver fjærnet. Der udfordres kun, at man graver Huller paa 15—20 Fods Dybde og 8—10 Fods Bredde i de tynde, vertikale Lag, hvis Overdel bliver synlig i lige Linje med Søbunden. Disse Brønde kaldes entonnoirs (Tragte). Det Vand, som sluges af disse Tragte, ser man igjen komme frem af Jorden $1^1/_2$ Fjerdingvej neden for Søens nordlige Ende og danne en smuk Kilde, der ligeledes hedder Orbe".

Hvis den her forsvarede Opfattelse, at Kildernes Udspring skyldes Nedbøren, er rigtig, er det klart, at man ikke kan træffe nogen stedse rindende Kilde paa Toppen af Bjærgene, det skulde da være, at den blev dreven derop ved det hydrostatiske Tryk af en højere Vandsøjle. Denne Slutning er saa afgjort, at Modstanderne af vor Kildetheori da ogsaa med den største Iver have givet sig til at søge efter Kilder paa de højeste Punkter. Saadanne Kilder syntes i Virkeligheden at være talrige nok; men nøjere Undersøgelser godtgjorde til Stadighed, at der altid var højere liggende Flader i Nærheden, hvor fra Regnvandet kunde strømme sammen til paagjældende Kilde. En Kilde, Font Feyale, paa Mont Ventoux i de cottiske Alper skulde være dette Bjærgs højeste Punkt; men det befandtes, at den ligger 600 Fod dybere end Toppen. Den bekjendte Hexebrønd paa Brocken nævntes ligeledes hyppig som en Kilde paa Bjærgets højeste Tinde; men ogsaa den ligger dog 20 Fod under Bjærgets øverste Flade. Det er nu ganske vist temmelig mærkeligt, at en Kilde, hvis Munding ligger saa lidet dyb og derhos udspringer paa en Top, der ikke engang er skovgroet, virkelig flyder til Stadighed og daglig leverer 320 Tønder Vand; men naar man blot tør anslaa Radien i den højere liggende Flade til 500 Fod og anslaar den aarlige Regnmængde til 2 Fod, kunde denne Kilde daglig levere 1000 Tønder, forudsat at Jordbunden, som bestaar af Granitsand, lader alt Regnvandet sive igjennem til det faste Granitunderlag. Det Paafaldende ved den hele Fremtoning forsvinder dernæst fuldstændig, naar man fremdeles betænker, hvor tidlig paa Aaret der her falder Sne, hvor længe den holder sig, og hvorledes denne Top næsten stadig er hyllet i Taage og omgivet af Skyer, hvis Dunster rigelig væde

Mosset og Urterne paa den skovløse Flade. Saaledes er det ikke noget Under, at Kilden stadig flyder, at det hedder sig, at den aldrig tørrer ud; det sker nu rigtignok ogsaa sjælden; men det kan dog ske, som Tilfældet var i Sommeren 1786.

Her og de fleste Steder lader der sig næsten altid føre Bevis for, at Regnvandet strækker til at vedligeholde Kilderne; men der kan ganske vist forekomme Tilfælde, hvor Forklaringen falder vanskeligere. Saaledes ligger der paa Ochsenkopfe i Fichtelgeberge en Kilde, hvis Vandforsyning det efter Parrot falder lidt vanskelig at forklare. Ochsenkopfe, siger bemeldte Forfatter, bestaar af Granitblokke, som ere bevoxede med højstammede Graner og et yderst yppigt Mostæppe; kun den øverste Flade er nøgen og til Dels overgroet med Lavarter. Mosset er stadig fugtigt og en Sommerdag saa vaadt, at man kun med gjennemblødt Fodtøj kan naa frem til Toppen. Omtrent 18—20 Fod under den højeste Flade ligger en lille Hule, som dannes af de uordentlig ophobede Blokke. Bunden i denne lille Hule er dækket med Vand til en ubestemmelig Dybde, og man hører en uafbrudt Rislen gjennem Kløfterne. De nærmeste Beboere forsikre, at dette lille Afløb stadig er til, og antage, at dette er Mains virkelige Kilde. Overfladen over denne Hule er ikke af nogen betydelig Størrelse og i hvert Fald ikke saa betydelig, at den kan opfange saa meget Regnvand, at Kilden kan næres gjennem samme.

Parrot troede at maatte antage, at Luftkredsens Vanddampe bleve fortættede ved Mostæppet; denne Forudsætning er dog utilstedelig; men naar man blot betænker, at Ochsenkopfe er en Bjærgryg paa en Mils Længde, og at den lille Sø ikke nøjagtig indtager det højeste Punkt, synes der heller ikke i foreliggende Tilfælde noget til Hinder for den Antagelse, at Kilden næres ved Nedbøren. Naar vi derimod høre af Dolomieu, at han i Bjærgmassen paa Pantellaria (en lille vulkansk Ø, 12 Mil sydvest for Sicilien) fandt en Grotte, af hvis Bund der trængte fugtige Dunster op, som fortættedes paa Hvælvingen, dryppede ned og dannede en stadig rindende Kilde, maa vi indrømme, at under visse særlige Forhold kunne Kilder undtagelsesvis fremkomme ved Fortætning af fordampet Vand. Noget Lignende beretter Dolomieu fra Stromboli. Efter denne Forsker findes der her i en Hule, som er ophobet af Slakker og vulkansk Aske, en Kilde, som leverer frisk og drikkeligt

Vand, og som ikke udtørres, ikke engang naar dette hændes med de længere ned ad Bjærget liggende Kilder, hvad der aarlig plejer at hændes mindst én Gang. Ogsaa paa Bjærget Calogero paa Sicilien, lige over for Pantellaria, stige Dampe op af en Hule, fortættes til Draaber og danne en Kilde.

Der kan dernæst anføres andre Tilfælde, hvor vor Opfattelse ikke synes ganske at slaa til, hvor den Vandmasse, som forefindes, ikke synes at kunne opfattes som hidrørende fra Nedbøren alene. Vi skulle anføre et Par Exempler.

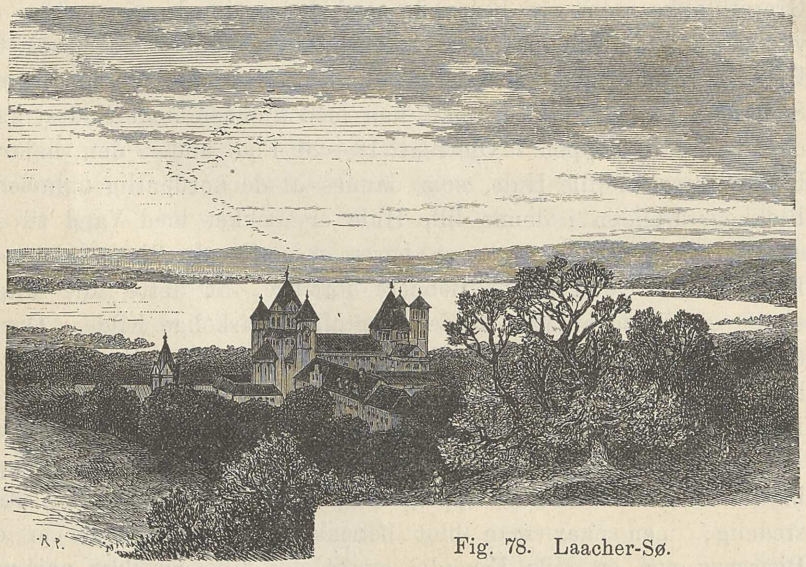


Fig. 78. Laacher-Sø.

I Nærheden af Byen Andernach ved Rhinen ligger den lille Laacher-Sø, som er et Fortidens Krater, hvor fra de Pimpestens og Tufstens Masser hidrøre, som endnu til Dels dække Omegnen; Søens Spejl ligger omtrent 900 Fod over Havet eller godt 700 Fod over Rhinspejlet ved Andernach, og da det dybeste Punkt i Søen er 180 Fod, ligger samme altsaa endnu mere end 700 Fod over Havfladen. Bjærgmasserne i Omegnen bestaa af Lerskifer, deres Skrænter falde brat ned til Søen og lade blot en smal Strand tilbage; kun mod Syd trække Bjærgene sig noget til Side og give Plads for en bred Lavslette. Skrænterne ere rigelig bevoxede med

højstammet Skov. Søen har intet synligt Tilløb og i tidligere Tid heller intet Afløb, før Klosterets Abbed i det 12te Aarhundrede lod grave et saadant for at hæmme Vandspejlets Stigen, der ofte blev farlig for selve Klosteret, og dette Afløb driver nu en Mølle. Vi have saaledes her en Sø, der ikke har noget Tilløb, men kun et Afløb; selv under den stærkeste Regn løber intet Vand i Søen, da Træernes Løv og den løse Skovbund opfanger og tilbageholder Regnen. De Skrænter, som vende mod Søen, udgjøre, Søens Bred indbefattet, næppe det dobbelte af Søens Overflade og synes saaledes fuldstændig ude af Stand til at kunne forsyne Søen blot med det Vand, der gaar med til at erstatte Tabet ved Fordampning fra Vandspejlet; men i Virkeligheden kommer slet intet Vand fra Skraaningerne ud i Søen, det fordamper allerede fra selve Landet.

Vi vende os nu til Rhônens øvre Løb. Denne Flod bortfører efter Forels mangeaarige Iagttagelser en Vandmængde, der er dobbelt saa stor som Nedbøren i hele dens Vandegn, helt bortset fra den Vandmasse, som jo dog maa unddrages Flodens Omraade ved Fordampning og paa anden Maade. Da nu imidlertid talrige Undersøgelser fra Evropas forskjelligste Egne have fastslaaet den Forudsætning, at alt Flodvand hidrører fra Nedbøren, have vi med Hensyn til Rhônes øvre Løb ikkun den Udvej at maatte se os om efter et Tilskud, der under en anden Form kan tilføre Floden en Del af Nedbøren. Dette Tilskud have vi i de atmosfæriske Vanddampes Fortætning mod de kolde Klippespidser og mod Alpernes Sne og Isbræer.

Noget Tilsvarende lægge vi stadig Mærke til, naar vi bringe et koldt Glas ind i varm, fugtig Luft; Vanddampene afsætte sig strax paa Glassets Sider, Glasset slaar sig. Man har anstillet Forsøg i denne Retning. Et Kar paa 7 Tommers Vidde blev fyldt med en Blanding af Sne og Salt og derpaa en Time sat ud i fri Luft, som ingenlunde var mættet med Vanddampe; efter Timens Forløb var Karrets og Blandingens Vægt voxet med en Kvint, som altsaa hidrørte fra Fortætningen paa Karrets kolde Vægge.

Der kan altsaa ikke herske nogen Tvivl om, at Vanddampene virkelig fortættes paa denne Maade, og dette er af største Betydning; thi herved fjærnes de enkelte Vanskeligheder, som kunde stille sig mod Rigtigheden af vor Opfattelse om Kildernes Fremkomst.

Den berømte Kildefinder, Abbed Paramelle, leverer et eklatant Bevis paa Rigtigheden af vor Opfattelse om Kildernes Oprindelse. I Aaret 1818 blev denne Mand ansat som Kapellan i et Sogn i Departementet Lot i det sydvestlige Frankrig. I Departementets østlige Del fandt han Rigdom paa Vand, medens derimod den vestlige Del, som hører til Kalkstensformationen, led overordentlig af Vandmangel. Dette førte Abbeden til et Studium af Kilderne, og efter to Aars Granskning, i hvilken Tid han særlig undersøgte Omegnene af Floderne Lot og Dordogne, kom han til det Resultat, at de talrige Kilder, som fremtræde i de daværende Lavninger, ikke opstaa i den Stenmasse, hvor fra de fremvælde, men skylde deres Udspring til Regnvandet, der falder paa Højsletten og synker ned i Jorden.

Idet Paramelle nu gik ud fra denne Anskuelse, gjennemvandrede han Højfladerne for at opdrive Spor af Kildernes underjordiske Løb, men i Begyndelsen uden noget Held. Derpaa begyndte han at studere den kilderige Urstenmasse. Særlig Opmærksomhed anvendte han paa de naturlige af Jordens Skjød fremsprudlende Kilder, undersøgte nøje, under hvilke Terrænforhold de opstaa, hvorfor de komme frem paa nogle Punkter og ikke paa andre, hvorfor deres Vandfylde er saa forskjellig, hvilke Love der følges ved de synlige Bækkes Fremkomst og videre Løb o. s. v. Gjennem utrættelige Iagttagelser paa dette Omraade samlede Paramelle sig saaledes Materialerne til sin Theori om de underjordiske Vandløb og deres Fremkomst, og det kom nu blot an paa ogsaa at anvende denne Theori paa Kalkplateauerne og de i dem skjulte Vandløb.

Paramelle begyndte igjen med en Undersøgelse af de ved Flodbredderne fremtrædende mindre Vandløb og søgte at følge dem til deres formentlige øvre Løb. Nu vandt han Indsigt i de underjordiske Vandes Sammenhæng og Løb ogsaa paa Kalkstenens Omraade, og efter ni Aars taalmodige og utrættelige Granskninger og Undersøgelsesrejser naaede han endelig saa vidt, at han theoretisk kunde skjelne de Linjer, enhver Kilde beskriver, ja endog deres Dybde og Vandfylde.

Det praktiske Udbytte af Paramelles Undersøgelser var overordentlig stort, og vi skulle derfor her give en kort Oversigt over denne sjældne Mands Virksomhed.

I Aaret 1827 indleverede Paramelle til Generalraadet over Departementet Lot en kort Fremstilling over sin Theori, ledsaget af en Skrivelse, hvori han tilbød uden Godtgjørelse at ville begive sig til de Sogne eller Privatpersoner, som ønskede at gjøre et Forsøg, men tillige anmodede Myndighederne om at bevilge nogle Beløb, hvormed man kunde dække Halvdelen af de Omkostninger, som foranledigedes ved de første Undersøgelser, dog under den Betingelse, at Sognene eller de Private selv skød den anden Halvdel til. Han tilføjede, at hans Theori ingenlunde var ufejlbarlig, at han utvivlsomt vilde begaa Fejltagelser, men at hans Tillidsfuldhed dog var saa stor, at han turde garantere i det Mindste to Tredjedele af Forsøgene. Generalraadet optog hans Forslag gunstig og stillede en Sum af 600 Franks til Præfektens Raadighed, og det følgende Aar udstedte denne Embedsmand en Meddelelse til de talrige vandfattige Sogne, hvori han gjorde opmærksom paa Paramelles Tilbud og nyttige Forehavende; men der fandtes kun otte Sogne, som vare villige til at vove nogle Penge paa Forsøgene, da den Overbevisning var almindelig udbredt, at det var umuligt at finde Kilder i paagjældende Kalkhøjslette. Paramelle indfandt sig i bemeldte Sogne og udpegede paa alle otte Steder Kilden, dens Dybde og Vandfylde; kun paa fem Steder udførte man imidlertid Arbejdet efter de modtagne Forskrifter og — naaede de fuldstændigste Resultater. En af disse Kilder er den overordentlig store Kilde i Rocamadour, om hvilken Beboerne pleje at sige, at den leverer Vand nok til hele Departementet. Den uventede Opdagelse vakte den største Glæde i hele Omegnen.

Efter dette første, saa glimrende Udfald indbød Præfekten Paramelle til, i et Møde for Generalraadet, at udvikle sin Theori mundtlig og angive de bedste Midler, hvorledes man kunde bearbejde og anvende samme i alle vandfattige Sogne. Dette skete i et Møde den 1ste September 1829. I Slutningen af sit Foredrag bad Paramelle Raadet ikke efter de fem første heldige Resultater strax at antage, at alle Forsøg vilde falde lige saa heldige ud; han udtalte kun den Overbevisning, at mindst to Tredjedele vilde lykkes. „Selv om kun Halvdelen lykkes“, svarede man ham, „viser De Departementet en overordentlig Tjeneste“.

Generalraadet udtalte det Haab, at det vilde lykkes Abbed Paramelle gjennem sin Theori, der fuldstændig stemmede med

Fysikens Grundsætninger, at finde rindende Vand paa mange Steder, som hidtil ikkun havde besiddet utilstrækkelige Cisterner og Vandingssteder, der kun en kort Tid af Aaret kunde skytte Husdyrene mod at vansmægte. Raadet beundrede højlig Paramelles store Uegennyttighed; ligesaa anerkjendte man paa den mest hædrende Maade den utrættelige Iver, han havde lagt for Dagen under Ledelsen af Eftergravningerne for at finde de paaviste Kilder; man ydede de vigtige Tjenester, han vilde vise Departementet, der maatte være ham højlig taknemmelig, en velfortjent Ros og voterede sluttelig 2000 Franks for at holde Abbed Paramelle skadesløs for hans Ofre og til at støtte de Sogne, som mulig vilde gjøre Brug af hans Theori.

Julirevolutionen greb ogsaa forstyrrende ind i Paramelles Foretagender; men dog havde man i 1831 allerede truffet det underjordiske Vand paa sytten Lokaliteter, og paa sexten andre var Tilstedeværelsen af Kilder paa det udpegede Omraade godtgjort. Generalraadet besluttede derfor at bevilge Abbeden 10 Franks for hver Kilde, han maatte opdage, og paalagde Sognets Øvrighed at opsøge Kilden i den angivne Dybde i Løbet af det efter Paavisningen følgende Aar.

Derpaa begav Paramelle sig til alle de Steder, hvor man ønskede hans Bistand, og da først det fjortende Forsøg i Sognet Cartunac mislykkedes, udbredte Rygtet om de første heldige Forsøg sig fra Sted til Sted og snart over hele Departementet. Tilliden voxede daglig, og man tilskrev Paramelle en Ufejlbarhed, som han dog stadig og af al Kraft afviste, idet han gjorde opmærksom paa de enkelte Tilfælde, hvor Gravningerne ikke vare lykkedes. Det hjalp dog ikke; de mislykkede Forsøg forsvandt i den offentlige Mening over for den store Værd, der maatte tillægges de vellykkede, og hvis Tal og Vigtighed derhos endnu blev overdreven.

Paramelles Ry overskred nu Departementet Lots Grænser; thi de heldige Resultater vakte almindelig Opsigt. Der indløb daglig saa mange Forespørgsler, at Paramelle anmodede Biskoppen om sin Afsked i den Tanke, at han udrettede ulig mere Godt, naar han forsynede en ulykkelig, tørstende Befolkning med Vand, end naar han passede sit Kald.

Paramelles Afskedigelse fra hans Sognekald paafulgte, og nu besøgte han foruden Departementet Lot i den nærmeste Tid ogsaa

Departementerne Corrèze, Aveyron og Dordogne. Hans Kilde-Paavisninger havde det heldigste Udfald, og fra alle Kanter indløb Forespørgsler. Under de tre, fire første Aar af Paramelles Virksomhed var den simple Mand, der ikke kjender nogen anden Fysik end Miraklets, greben af den største Forbavselse ved Synet af de daglige Kilde-Paavisninger, og de sælsomste Ytringer om den vidunderlige Mands Evner lode sig forlyde; men Paramelle gik rolig sin velsignelsesrige Vej, og almindelig Ærefrygt fulgte ham.

Efter at nogle Hundrede Forsøg havde godtgjort, at Tallet paa de heldige var langt større end paa de mislykkede, blev Paramelle lidt efter lidt kaldet til fyrretyve Departementer; han gjorde endogsaa nogle Udflugter ind i Frankrigs Nabolande. I alle Departementer blev der stillet over 300 Forespørgsler til ham, i enkelte steg Tallet til 1000, 1500, ja endog over 2000. I de Departementer, hvor Jordbundsforholdene vare gunstige, kunde han udpege en Tredjedel eller en Fjerdedel af de ønskede Kilder, i andre kom der kun én Kilde-Paavisning paa hver syvende eller ottende Anmodning.

Saaledes gjorde Paramelle fra 1832—53 hvert Aar Rejser fra den 1ste Marts til den 1ste Juli og fra den 1ste September til 1ste December; daglig, undtagen paa Søn- og Helligdage, arbejdede han fra Solopgang til Solnedgang og tog sig kun Hvile en Time om Formiddagen. Sine Rejser, som han stedse tilbagelagde til Hest, maatte han dog fra sit 64de Aar ophøre med af Sundhedshensyn, hvorpaa han udarbejdede sin Theori i en lille Bog: „L'art de découvrir les sources“ (Kunsten at finde Kilder), der i 1875 er udkommen i 3dje Oplag.

De største Vanskeligheder har det stadig voldet at skulle forklare de Kilder, som optræde i øde Sandørkener og oplive Oaserne. Til dem lede ældgamle Karavaneveje, og Beduinen vover sig ikke let bort fra dem og ind i ubetraadte Udørkener. Hvorfra skriver sig nu Vandet i Oasernes Kilder? Er det en Levning af ældre, mere udbredte Vandmasser, eller strømmer der under Ørkensandet et uhyre Hav af Ferskvand? Disse Spørgsmaal fremtræde navnlig ved de videnskabelige Undersøgelser af den store nordafrikanske Ørken, der fører Navnet Sahara og kan gjælde som Type for Sandørkener i det Hele taget.

Det lader sig nu til Dags ikke bestride, at der gaves en Periode i Fortiden, hvor Ørkenen Sahara i det Mindste i enkelte, relativt mindre Dele var dækket af Hav. Vi skulle senere ligeledes paavise, at denne Ørken er bleven mere og mere øde i Tidernes Løb, idet en Ørkendannelse, naar den engang er indledet, ikke mere kan staa stille.

Hvor langt nu denne øde Tilstand end er fremskreden, og hvor meget Saharas Vandmasser end maa være aftagne mod Fortidens, er denne Vandrigdom dog den Dag i Dag endnu ingenlunde helt udtørret; endnu sprede Himlens Skyer fra Tid til anden deres Fugtighed over den overvejende Del af Ørkenen, og Kildevandet, som oplivende sprudler frem fra Oasernes Jordbund, stammer kun fra Nedbøren. Det er mærkværdigt, at man lige til Nutiden ikke har indset denne Sandhed, men har villet opstille fuldstændig uholdbare Hypotheser, som til Dels stred mod alle hydrostatiske Love, for at forklare en Kjendsgjerning, der ingenlunde mangler noget Tilsvarende. Rigtignok varede det længe, før man indsaa, at Vandmasserne i vore Kilder og Floder kun skyldte Regnmængden paa disses eget Omraade deres Tilværelse; men efter at denne Opfattelse nu engang var slaaet fast, burde man dog visselig uden Betænkeligheder have anvendt den ogsaa paa Ørkenkilderne, og man vilde sikkert ogsaa have gjort det, naar ikke den urigtige Forestilling om Ørkenens fuldstændige Regnløshed havde sat sig fast i Videnskabsmændenes Hoveder som en Trossætning. Intet er imidlertid mere urigtigt end denne Antagelse, og den kan nu til Dags gjendrives omtrent for hver Del af den nordafrikanske Ørken.

Det ørkenagtige Strøg mellem det røde Hav og Nilen er aldeles ikke regnfattigt. Den uhyre, naturlige Cisterne ved Myata i Mellemægypten beholder sit Vandforraad selv i den mest tørre Tid, og kun sjælden skyde Regnskyllene saa længe ud, at denne Natur-Cisterne bliver tør. I Vintermaanederne styrte undertiden uhyre Vandmasser ned, og de brede Vadier fremtræde som rivende Flodsenge, hvis Vande rigtignok forsvinde lige saa rask, som de komme*). Paa sin Rejse gjennem Ørkenen fra Berber til Sauakin (den

*) Vadi (Uady paa Arabisk) betyder en Flod, men ogsaa Flodsengen, der fyldes ved et Regnskyl eller i Regntiden strømmer over af Vildbækkene.

nubiske Ørk) blev Baron Heuglin den 7de September 1864 overfalden af et Uvejr, der ledsagedes af en Regn, som „i faa Timer forvandlede Lejrpladsen til en Sø, der vedligeholdtes af en rivende Vildstrøm fra Syd og Øst. Før Elementernes Rasen havde lagt sig, var det blevet Nat".

I Bjærglandet mellem Berber og Sauakin begynder Regntiden, saa snart den er ophørt i det øvre Nilland, og den varer ved til Oktober, hvorpaa Regnen ved Kysten tager sin Begyndelse. Vende vi os nu til Egnene vest for Nilen, finde vi selv den frygtelige libyske Ørken ingenlunde ganske regnløs. Medlemmerne af Rohlfs's Expedition bleve ikke lidet overraskede, da de ved Begyndelsen af Februar i dette øde Sandhav bleve overfaldne af en Regn, som næsten uafbrudt holdt ved i hele 48 Timer. Denne Regn blev ogsaa bemærket i Oaserne Farafrah, Chargeh (store Oase) og Dachel, men ikke i Sivah, Beharieh (lille Oase) og Nildalen, og den leverede en Regnmængde paa omtrent $^2/_3$ dansk Tomme (16 Millimetres). Ascherson bemærker, „at dette Regnvejr, som dog vistnok kun gjentager sig med et Par Aars Mellemrum i saadan Overflod, ikke gjorde noget synderligt Indtryk paa Dachels Beboere".

Enhver, der véd, hvilket mægtigt Indtryk hvert Regnfald i tørre Egne gjør paa Beboerne, vil strax i Dachelboernes Ligegyldighed finde et sikkert Bevis paa, at Regnskyl hos dem ingenlunde ere saa sjældne, som man tror. Professor Jordan, der fulgte den samme Expedition som Geodæt, beretter i øvrigt om tvende mindre Regnfald: Den 25de Februar (1874), efter Udmarchen fra Sivah, regnede det svagt flere Timer i Træk (omtrent 1 Linje Regn), og den 4de Marts, da man drog gjennem Bahr-bela-ma*), blev Sserirjordbunden gjennemtrængt af Regn til en Dybde af mellem 2—4 Linjer. Nogle Dage iagttog man ogsaa Dug. Cailliaud beretter om en svag Regn, der faldt i Sivah Vinteren 1819—20, og ligesaa senere hen nogle Dagmarcher øster paa.

Hvad dernæst Fessan angaar, fortæller Rohlfs derom saaledes: „Skjønt samme ikke ligger inden for det tropiske Regnbælte,

*) Bahr-bela-ma, „det vandløse Hav", er Navnet paa en vand- og planteløs Sandstrækning i den libyske Ørken. Sserir kaldes de lavere Strækninger, som kun hæve sig 50 Fod over Oaserne og ere dækkede med groft Grus eller smaa, glatte og rundt slebne Stene.

kommer Regnen dog af og til her op med Sydvinden, undertiden med saa stor Heftighed, at Husene, der ere byggede af saltholdige Jordklumper, smelte. Disse Regnskyl ere slet ikke behagelige for Indbyggerne, da de stadig finde Vand i ringe Dybde, og endog Palmerne synes at naa Vandlaget med deres Rødder, thi de trænge ikke til kunstig Vanding". I Marts 1866 blev Rohlfs paa Rejsen fra Mursuk til det sydlige Fessan overfalden af Regnvejr, som varede hele Dagen og Natten og tvang de Rejsende til at ligge stille.

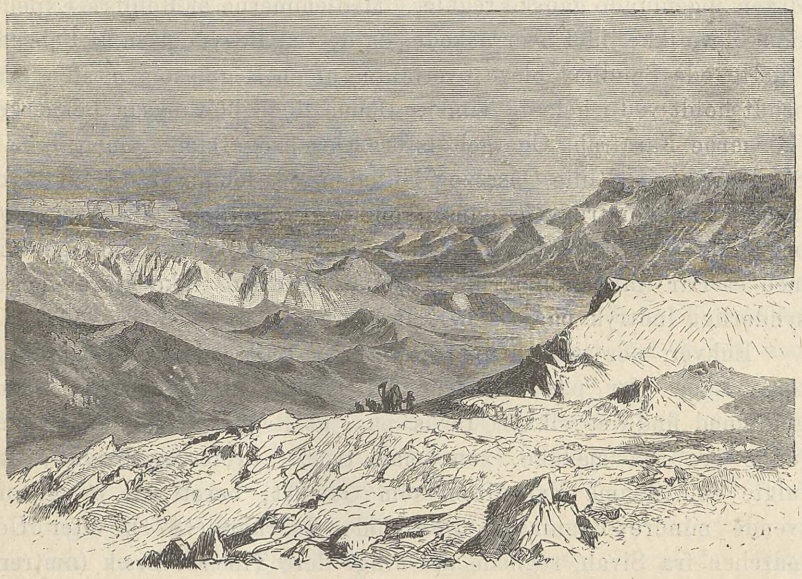


Fig. 79. Panorama fra Dachels Omegn.

Vest for Mursuk ere heftige Regnskyl ikke noget Uhørt, saa at en mægtig Vildbæk med Retning fra Vest til Øst gjennemskærer den smalle Sænkning, Vadi Aberdjusch; Barth saae Steder, hvor Strømmen kort forud havde oprevet en Seng paa 5 Fods Dybde, og han hørte her, at der „nylig var faldet megen Regn i Ørkenen, hvorfor Brøndene vare fulde". I Vadi Elauen havde to Regnstrømme bortrevet Busk og Krat; en Vandsamling, 100 Fod lang og 50 Fod bred, var endnu bleven tilovers. I Dalens Bund gravede Barths Folk godt Drikkevand i ringe Dybde.

I Oasen Kauar iagttog Rohlfs i April 1866 ingen Nedbør, men i Maj til forskjellige Tider Torden og Regn, i Juni en enkelt Dag Torden og Regn, saa vel som tre Gange Torden uden Regn. „De Mellemtemperaturer for Maj og Juni, som Rohlfs oplevede i Schimmedru, ere de højeste hidtil bekjendte; men begge disse Maaneder ere ogsaa de hedeste for dette Sted. Juni Maaneds relative Fugtighed var gjennemsnitlig 28,5 %. I April, hvor Solen endnu stod syd for Zenith, vare Nordenvindene overvejende; med Solens Kulmination i Zenith indtraadte Sydvinde, men Vindstillet havde Overvægten. I Juni, medens Solen stod paa den nordlige Himmel, vare Øst og Sydøst overvejende". Efter v. Beurmanns Erfaringer hersker i disse Egne fra Juni til Avgust Syd- og Sydøst, som bringe Regn og stadig ledsages af en skyfuld Himmel.

Mellem Kauar og Tsadsø fandt Rohlfs mod Slutningen af Juni, at Regnen og Regnskyerne stadig kom op fra Sydøst, og den 5te Juli 1866 blev samme Rejsende og hans Følge syd for Agadem reddede fra at vansmægte ved et heftigt Tordenvejr, som med tykke, sorte Skyer kom op fra Sydøst.

Paa Vejen gjennem Ørkenen fra Tsadsø til Bilma saae Barth Jorden fugtig efter et Regnskyl, som var faldet Dagen forud, „hvad der igjen er et stærkt Bevis for Urigtigheden af den tidligere nærede Anskuelse, at dette hele Ørkenstrøg aldrig vandes af Regnen".

Om Regnforholdene i den vestlige Del af Sahara ere vi mindre nøje underrettede, dog vide vi gjennem Rohlfs, at syd for Atlas strækker Regnfaldet sig i Januar og den første Halvdel af Februar ind i Landet til 10° øst f. Ferro, og i en skraa Linje, parallelt med Atlas, lige til Figgig-Oaserne. I Oasen Tuat og de nærliggende Egne mangler det ingenlunde paa Regn, men de derværende Floder faa deres Tilløb fra det franske Tell (de frugtbare Skraaninger fra Atlasbjærgene). „Om bemeldte Floder end ikke i direkte Løb naa ned til Tuat", bemærker Rohlfs, „maa vi dog antage, at de fortsætte deres Løb under Sandklitterne lige til Tuat, hvor de komme saa nær op til Overfladen, at Beboerne kunne faa Vandet op gjennem deres Brønde og saaledes anvende det til Dyrkning. For denne Anskuelse taler i særlig Grad, at alle Brøndene ligge i Retning mod Vadi Ssaura, altsaa fra Nordøst til Sydvest, dernæst, at de efter en stærk Regn i Tell ligeledes svulme

op, og for det Tredje, at det næsten aldrig regner saa stærkt i denne Del af Ørkenen, at Nedbøren vilde kunde fremkalde saa stærke Vandmasser, som Brøndene mangen Gang levere."

De foranstaaende Exempler lode sig betydelig forøge; men de ere tilstrækkelige til at godtgjøre, at Ørkenen ingenlunde er ganske blottet for Regn, og at Nedbøren er tilstrækkelig til at vedligeholde Kilderne i Oaserne. Man kunde forledes til den Tro, at Regnen i Ørkenen ikke kvantitativt kunde strække til at levere Oasekildernes Vandforraad, men en slig Mening er fuldstændig urigtig. Den Regn, som overfaldt Rohlfs's Expedition i den libyske Ørken og samtidig iagttoges i Oaserne Farafrah, Chargeh og Dachel, leverede, trods sin ringe Mængde af $^2/_3$ Tomme og forudsat, at kun en Syvendedel naaede de nedre Lag, dog paa hver Kvadratmil 4 Millioner Kubikfod Vand, tilstrækkelig til at forsyne 10 Kilder et helt Aar igjennem med en daglig Vandlevering af 200 Tønder Vand.

Hvis det altsaa er sandt, hvad vi hævde, at Ørkenkilderne ikke have anden Oprindelse end Kilderne til vore egne Bække, Aaer, Floder og artesiske Brønde, er det klart, at de kun kunne opstaa under aldeles tilsvarende stedlige Betingelser. Og dette finder da i Virkeligheden ogsaa Sted. Der findes i Ørkenen ingen Kilde saa lidt som nogen Oase, der ligger paa et dominerende Punkt; alle Oaser og Kilder ligge enten i Lavninger eller omgivne af Højder i ikke alt for stor Afstand. Dette er en saa almindelig Lov, at det synes fuldstændig overflødigt at godtgjøre samme ved mange Exempler; kun et eneste skal derfor her anføres til en almindelig Karakterisering. Skjønt Ørkenen Tintumma, hvorigjennem Vejen fører fra Tsad til Bilma, hører til de skrækkeligste Sandørkener, ligger der dog strax bag Agadems Klippehøjder, hvor Dannelsen af Dale begynder, en Brønd, som er den sædvanlige Lejrplads for alle Karavaner. I Nærheden blev Barth overfalden af et let Regnskyl.

Den gamle Antagelse om store Søer dybt under Ørkenens Overflade er et Hjærnespind; der gives hist kun underjordiske Vandmasser i samme Forstand, som vi forudsætte ved vore Kilder. Heller ikke øver Nilen nogen Indvirkning paa Oasekilderne, ikke saa meget fordi Brøndenes Vandstand synes ganske uafhængig af Nilens, men nærmest fordi en slig Sammenhæng er

en Umulighed paa Grund af Jordbundens Højdeforhold. Efter Ovenstaaende tør vi derfor betragte Hemmeligheden ved Sandhavets rindende Kildevand som afsløret og indse samtidig, at ogsaa i nærværende Tilfælde er den simpleste og mest nærliggende Forklaring den rigtigste.

Nedbørens Nedtrængen i Jordbunden finder i Almindelighed sin Grænse, hvor der findes et uigjennemtrængeligt Lag, i Regelen af Ler eller Mergel. Ved saadanne Lag maa Vandet udbrede sig og søge der hen, hvor Lagene hælde. Fører denne Hældning ind til Jordens Indre, danner der sig underjordiske Vandbeholdere, fører den til Bjærgets ydre Skraaninger, bryde Kilder frem for Dagens Lys.

Skovene ere af største Betydning for Kildernes Vandrigdom; de fremtræde som Regulatorer af Atmosfærens Nedbør, idet Regnvandet herved lidt efter lidt ledes bort gjennem Kilderne, i Steden for at styrte ned i ødelæggende Strømme. Skovenes Indflydelse paa Kildernes Dannelse viser sig, dels ved at de bevare Fugtighed og hindre Jordbundens Udtørring, dels ved at Træerne gjennemtrænge Jorden med deres Rødder og derved gjøre den mere modtagelig for Vandets Gjennemsivning. Man har samlet talrige Exempler, der godtgjøre, hvilken skadelig Indflydelse Skovenes Rydning har paa Kildernes og det rindende Vands Mængde.

Choiseul Gouffier kunde under sit Ophold i Egnen af Troja ikke mere finde Skamander, som dog endnu var farbar paa Plinius's Tid; nu til Dags er den fuldstændig udtørret, men Cedertræerne paa Bjærget Ida, hvor Skamander og Simois havde deres Udspring, ere da rigtignok ogsaa i Mellemtiden forsvundne.

Indtrængende Studier over Betydningen af Skovrydningen med Hensyn til Flodernes Vandrigdom ere fremdeles anstillede af Boussingault under hans Ophold i Bolivia.

I Venezuela ligger den rige, frugtbare Dal Aragua, „Amerikas Have", ikke langt fra Kysten. Den indesluttes fra alle Sider af Bjærge, saa at de Bække, som gjennemstrømme Dalen, ikke finde nogen Vej til Havet, men forene sig og danne Søen Tacarigua. Da Humboldt ved Begyndelsen af indeværende Aarhundrede besøgte denne Sø, gik denne i Løbet af de sidste 30 Aar en langsom

Udtørring i Møde, uden at Beboerne kjendte Aarsagen hertil; men efter Humboldt maatte denne Udtørring tilskrives de storartede Rydninger i Araguas Dal. I Aaret 1822 hørte imidlertid Boussingault af Egnens Beboere, at Vandspejlet var steget betydelig igjen, og at Landstrøg, som tidligere havde været dyrkede, nu stode under Vand; men Dalen havde da ogsaa i Løbet af 22 Aar været Skuepladsen for blodige Kampe i Uafhængighedskrigen mod Spanierne, Befolkningen tog af, Markerne laa udyrkede, og tæt Skov dækkede en stor Del af Egnen.

Boussingault anfører endnu flere andre Exempler, af hvilke vi skulle nøjes med to. I 1826 stod der i Marmatos malmrige Bjærge kun nogle faa, af Negerslaver beboede Hytter; fire Aar senere havde Forholdene imidlertid meget ændret sig, thi der fandtes nu talrige Fabrikker og en Befolkning paa 3000 Mennesker. Man var tvungen til at fælde meget Træ, men skjønt Rydningen først havde taget sin Begyndelse i de tvende sidste Aar, bemærkede man dog allerede en Mindskelse i den til Maskinerne benyttede Vandkraft. Boussinggault fandt ikke desto mindre, at der i det andet Aar faldt mere Regn end i det foregaaende, hvorefter det synes at fremgaa, at Kilder kunne aftage og helt forsvinde ved Skovenes Udrydning, uden at selve Regnmængden derfor aftager. — Byen Dubate ligger i Staten Columbia mellem tvende Søer, der endnu for 60 Aar siden udgjorde én; Stedets Beboere forsikrede, at Vandspejlet endnu stadig sank, og Boussingault kunde ogsaa her godtgjøre, at Formindskelsen maatte tilskrives Udrydningen af talrige Skove i Omegnen.

Paa den lille afrikanske Ø Ascension, langt ude i Atlanterhavet, har man kunnet gjøre lignende Iagttagelser. Desbassyres de Richemont fortæller om en smuk Bjærgkilde, som udtørredes, da Bjærgskovene ryddedes, men atter vendte tilbage, efter som Bjærget i Tidernes Løb paa ny klædtes med Skov.

I intet Land har vel Skovenes Ødelæggelse fundet Sted efter en større og mere hensynsløs Maalestok end i Frankrig, hvor deres Omfang siden den store Revolution er formindsket til en Tredjedel, men hvor Straffen ogsaa er paafulgt ved ødelæggende Oversvømmelser og andet Tab. Vi skulle indskrænke os til et Par Exempler. Romerne ledede Vandet fra Etuvee-Kilden over Orléans; nu til Dags er denne Kilde helt udtørret. En Bæk, der øst for samme By faldt ud i



Fig. 80. Vildbækken under Uvejr.

Loire og under Orléans's berømte Belejring (1428—29) af Englænderne væsentlig bidrog til Stadens Redning, flød den Gang saa rigelig, at den satte Møller i Bevægelse; nu til Dags existerer den ikke mere; men man maa rigtignok tilføje, at de Skove, som paa hin Tid omgave Staden paa den Kant, heller ikke mere ere til. Paa Grund af denne Skovenes Rydning udtørres Brøndene i Staden ogsaa mere og mere, og Borgerraadet har set sig nødsaget til at anvende 300 000 Franks for at lede Drikkevand fra Loirets Kilde til Orléans.

Det er navnlig i Bjærgegne, at de ødelæggende Følger af Skovenes Bortrydning vise sig, og særlig kunne Alperne opvise mange Exempler herpaa. „I den varme og tørre Tid ere Flodsengene enten ganske tørre eller gjennemstrømmes kun af en smal, klar lille Bæk. Den Fremmede forbavses over det stenede Lejes Bredde, over de uhyre Stenmasser, der ligge langs dets Sider, over de kyklopiske Klippeblokke, som afdæmme det. Han følger med Øjet Bækkens Leje op ad Bjærgene og ser dér ofte 60—100 Fod dybe Kløfter, som Vandet har udgravet, og brede Veje, som det har skaaret tværs igjennem de gamle Højskove. Man kan vanskelig tænke sig noget mere Rædselsfuldt end disse Vanddæmoner i fuld Virksomhed. En stærk Tordenregn er falden, eller den varme Fønvind har om Efteraaret smeltet de tidlig faldne Snemasser i Bjærgene og er bleven efterfulgt af en skybrudlignende Regn, og i nogle faa Timer svulmer nu Bjærgelven eller Vildbækken til en vild Strøm. Højt paa Bjærgene ser man Bækken samle mørke Vandmasser paa de jævnt skraanende Græsgange; i bratte Fald river den med rasende Magt de største Klippestykker ned i sit Leje, fører opretstaaende Graner, Rullesten, Sand og Jord i sortebrune Bølger med sig, gjennembryder sit Leje og breder sig nu over Dalenes dyrkede Marker og Agre, indtil den naar Floden i Dalbunden. Faldenes Torden og de over hverandre vildt henrullende Stenblokkes Bulder og Brag tone vildt hen over Bjærg og gjennem Dal og fylde Egnens Beboere med Rædsel. Med Stænger, Hakker og Skovle ile de til Dæmningen for om mulig at hindre eller fordele Opstemningen og saaledes bringe Bækken tilbage til sit gamle Leje; enhver, som kan bære en Skovl, staar rede til Hjælp ved den oprørte Vildbæk, og Menneskenes Skrig, Jammer og Raab blande sig med Klippestykkernes Bragen. Den, der én Gang i en

ængstelig Midnatstime har overværet dette græsselige Skue, glemmer det aldrig igjen. De herligste Enge overskylles i nogle faa Timer med 10—15 Fod højt Grus og forvandles for stedse til Stenhobe og Sandørkener, af hvilke kun Frugttræernes Kroner rage op. Ikke sjælden forandrer Vildbækken sit Løb, naar den stemmes op og trænges ud af sit Leje, river Huse og Stakke bort med Lynets Hurtighed og tilintetgjør i et Nu mange Familiers Ejendomme. Disse Ødelæggelser, der ikke ere til at afværge, have allerede tilintetgjort mangen smuk, grøn Engdal i Schweiz og synes paa Grund af den slette Skovdrift snarere at være i Tiltagen end i Aftagen, uagtet man har udført uhyre Dæmningsarbejder højt op i Bjærgene“ *).

Som det her er skildret for Alpernes Vedkommende, gaar det til i alle højere Bjærglande, i Frankrig f. Ex. i Cevennerne. Aarsagen er overalt den samme. Naar der paa Bjærgskrænterne har udviklet sig en levende Planteveext, danne Rødderne paa en Maade et Net; men fældes Skoven, fører det nedstrømmende Vand den frugtbare Muldjord med sig og danner Kløfter i Jorden, som udvides mere og mere og sluttelig omdannes til en Vildbæks Leje. Naar Skraaningerne ere bevoxede med Skov og Krat, rejse de Modstand af den forskjelligste Art mod Vandløbene, fordele Vandet mere over hele Fladen, og den af Rødderne gjennemtrængte Jordbund opsuger en Mængde Vand, som trænger ned i de dybere Egne og senere kommer frem for Dagens Lys som Kilder.

2. De forskjellige Arter Kilder.

Man kan dele Kilderne i forskjellige Arter:

Kilder, som opstaa af Floder. De levere Brøndvand, som hidrører fra den nærmeste Flod og siver gjennem det Jordlag, der indeslutter Floden paa begge Sider. Graver man i Rhindalen, hvor Floden begynder sit nedre Løb, ned til en vis Dybde, støder man først paa et 4—8 Fod dybt Lerlag, som enten slet ikke eller dog kun meget vanskelig gjennemtrænges af Vand. Graver man dybere,

*) Tschudi: Dyrelivet i Alperne ved G. Fogh. Kjøbh. 1875. Det citerede Sted p. 29—30.

kommer man til Sand og Grus, og som Brøndene og Gruberne udvise, forlænge disse Lag sig ned til ukjendte Dybder. I paagjældende Egn er Rhinen altsaa indesluttet af disse Lag og har banet sig sit Leje ned i dem. Overalt i Rhindalen, saa vidt disse Lag strække sig, kan man altsaa anlægge „forsænkede" Brønde*).

Det Vand, som ligger i Sand- og Gruslaget, kaldes „Grundvand", og dets Mængde kan efter Omstændighederne være større end Massen af selve Flodens Vande.

Kilder, som opstaa af forsvindende Bække og Floder. Hvor Bække og Floder flyde over en meget kløftet Grund, synker langt mere Vand bort, end naar Grunden bestaar af Sand og Grus. Ere Spalteaabningerne meget betydelige, vil der saaledes synke betydelige Vandmasser bort, ja Floden kan helt udtørre; men jo betydeligere Floden er, desto længere kan den naturligvis strømme i et saadant Flodleje, før den udtørres. Efter stærke Regnskyl skyde slige Floder sig derfor længere frem, før de forsvinde, i Tørke trækker deres Løb sig tilbage. Det sænkede Vand kommer igjen frem paa andre Steder som Kilder. En slig Sammenhæng mellem forsvindende Flodvand og nærliggende eller fjærne Kilder er ikke undgaaet Menigmands Opmærksomhed og har givet Anledning til mange Sagn. I Teutoburgerskoven fortælles saaledes om Gjenstande, man har rystet ud i en Bæk paa det Sted, hvor den forsvinder, og som igjen ere komne til Syne hinsides Bjærgene ved et Kildevælds Frembrud. Saaledes skal Hør, som man strør i Ellerbach ved Dahle, efter tre Dages Forløb komme frem i Paderkilderne, og naar man rødner Hørren i Dahle, bliver Øllet, man brygger i Paderborn, daarligt. Ligeledes skal Straa, man strør i Bækken neden for Neuenbecken, igjen komme frem i Lippekilderne, ja to Ænder, som bleve revne med af det synkende Vand, skulle efter tvende Dages Forløb være dukkede op igjen i sidstnævnte

*) Hvor Jordbunden bestaar af Sand eller anden løs Grund, der er stærkt gjennemtrængt af Vand, kan man bygge en Brønd ved at „forsænke" den. Man begynder da med at grave en Aabning, anlægger paa Bunden af Udgravningen en Brøndkrans af Træ, opmurer Brøndbeklædningen til nogle Fods Højde oven paa den og bortgraver nu Jorden under samme. Murværket vil da synke ved sin egen Vægt, der, om fornødent, kan forøges ved Belastning. Ved at fortsætte Opmuringen og Bortgravningen af Jorden lidt efter lidt kan man saaledes sænke Brønden meget dybt.

Kilder. For øvrigt holder Bischof, som har meddelt disse og lignende Sagn, dem alle for ugrundede; han har t. Ex. selv anstillet Forsøget med Straaet, men ikke kunnet paavise noget Spor af det i Lippekilderne. „Hvor utvivlsomt derfor end Sammenhængen er", bemærker han, „mellem de Floder, som forsvinde i Kridtmergelbjærgene, og de mægtige Kilder, som bryde frem ved deres Skraaninger, saa lidet sandsynligt er det, at hine Floder fortsætte deres Løb i en saa tydelig og bred Rende, at svømmende Gjenstande kunne føres lige tværs igjennem. Alt tyder meget mere hen paa, at de sænkede Floder tabe sig mellem Stenens Kløfter, samle sig i Huler og saaledes danne en meget udstrakt underjordisk Vandbeholder, hvorfra der hist og her igjen flyder Vand bort og saaledes danne hine mægtige Kilder".

Et meget interessant Exempel paa en mægtig Kildes Sammenhæng med en fjærn, forsvindende Flod have vi i Aache. Mellem Immendingen og Möhrungen, hvor Donau flyder gjennem den kløftede, spalterige hvide Jura, forsvinder under Tørkeperioder Donaus hele Vandmasse saa fuldstændig, at dens Flodseng her fra og til Möhrungen ligger ganske tør, medens den, en $1^1/_2$ Mil sydvest for hin Egn liggende Aachkilde, som hører til Rhinens Flodomraade, bryder frem som en Kildesø med stor Vandfylde. For nu at afgjøre, om den forsvindende Donau virkelig bidrager til Aachkildens Vandforsyning, lod A. Knop til en bestemt Tid 200 Tønder Kogsalt (Chlornatrium) tilsætte i Donau, før den taber sig i den tyske Juras Spalter, og han tog nu Time for Time Vandprøver fra Aache. Resultatet af disse Undersøgelser var, at man kunde paavise en direkte Sammenhæng mellem de tvende Vandløb, at Donau bidrager omtrent Halvdelen til Aaches Vandmasse (Resten stammer altsaa fra andre underjordiske Tilløb), at næsten hele Saltmassen igjen kom frem i Aache, de første Spor efter 20 Timers Forløb, Hovedmassen efter 60 og Resten efter 90 Timers Forløb, og endelig, at Sammenhængen mellem Aache og Donau sker gjennem Spaltninger i hvide Juras Kalksten, som har en Mægtighed af 1000 Fod.

Kilder, som hidrøre fra højt liggende Søer. Kun i enkelte Tilfælde lader et sligt Sammenhæng med højere liggende Søer sig direkte paavise; men det er klart, at naar en Sø uden Afløb modtager større Tilløb, end der gaar bort ved Fordampning, og Vandspejlet desuagtet holder sig uforandret, maa der findes

underjordiske Afløb gjennem Kilder. Søen Glacé d'Oo i Pyrenæerne, 7 Mil over Bagnères de Luchon, er en slig Sø; den ligger 8200 Fod over Havet, er omtrent 600 Fod lang og 360 Fod bred og omsluttes af høje Granit- og Gnejsbjærge, hvis stejle Skrænter ere dækkede af Bræer og Snemasser, som strække sig ned til Søens Bredder. Den skal altid være tilfrossen; Charpentier fandt dens Overflade fuldstændig dækket af Is fra den 10de September 1810 til den 4de Oktober 1811; han lagde sammesteds Mærke til nogle isfyldte Spalter, som strække sig tværs gjennem Bjærgmassen og danne en underjordisk Kanal, der aabner sig neden for Communen Beque og danner en smuk, stærk Kilde.

Kilder, som opstaa ved Isbræernes Borttøen. Vi komme senere ind paa dette Æmne.

Kilder, som komme fra Højderne, Bjærgkilder.

Kilder, som komme op fra Dybet. Disse høre ved deres Fremtrædelsesmaade, deres Temperatur og deres mineralske Bestanddele til de mest interessante Fremtoninger. Hvis man bringer dem frem ved Kunst, kaldes de artesiske Brønde, og med dem ville vi her først sysselsætte os.

3. Artesiske Brønde.

Jorden bestaar i den øverste Del af Lag, som enten ere gjennemtrængelige eller uigjennemtrængelige for Vandet; kun i de sjældneste Tilfælde ligge disse Lag vandrette over hverandre; for det meste skraane de ned i Dybet med de mest forskjellige Hældninger. Lad i omstaaende Tegning A og E forestille vandtætte Lerlag, som omslutte et vandførende Sandlag C. Naar Lagene ere bøjede, som Tegningen antyder, og de paa højere liggende Steder komme frem til Overfladen, trænger Nedbøren ind her, følger Sandlaget og staar nu i sammes nedre Del, omgiven af uigjennemtrængelige Lerlag og under Trykket af den Vandsøjle, som staar oven over. Gjennemborer man nu det øvre Lerlag, maa Vandet under Paavirkningen af Trykket sprudle frem med Heftighed, og der opstaar en saakaldet artesisk Brønd. Det er saaledes den højere Vandsøjles hydrostatiske Tryk, som fremkalder Opdriften i den artesiske Brønd; alt, hvad der bidrager til at øge hint Tryk,

maa ogsaa forøge Vandets Stigen i Brønden. Dette bekræftes af Erfaringen. Undertiden er de indeklemte Vandmassers Tryk saa stort, at de af sig selv løfte Jorden op og bryde frem som Kilder; saaledes hændtes det 1821 i Ripon i England, at Jorden pludselig hævede sig under en raslende Larm, og at der sprudlede en mægtig Vandstraale i Vejret, som udgravede en Skakt paa flere Fods Omfang og 58 Fods Dybde. Ogsaa i Mark Brandenburgs Sandjord kan noget Lignende forefalde. I 1756 sprudlede saaledes om Natten med et uhyre Brag en Kilde frem ikke langt fra Ziesar, ved Foden af den Sandaas, som ligger ved Buckaus venstre Bred; den løber fra hin Tid med uforandret Styrke og er mere vandrig

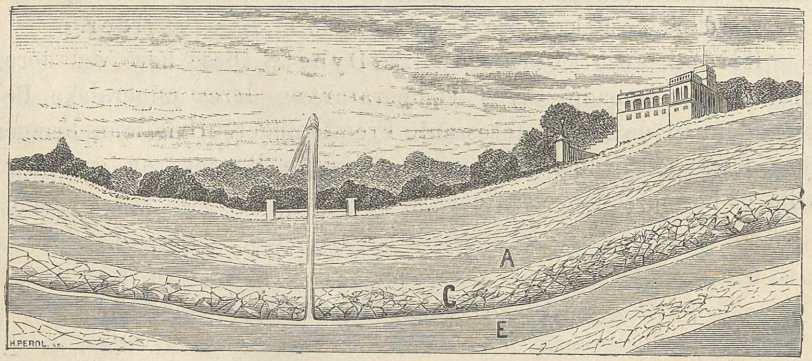


Fig. 81. Gjennemsnittet af en artesisk Brønd. A og E Lerlag, C Sandlag.

end de øvrige Kilder i Omegnen; ved den fortsatte Udvaskning i det løse Sand er der opstaaet en stor Kløft, Kilden selv er vegen en betydelig Strækning baglængs, og bag Skakten har der dannet sig en Sænkning paa mere end 500 Fod, et tilstrækkeligt Bevis paa, at Kilden opstaar meget dybt nede i Sandaasen.

Disse Springkilder føre deres Navn efter det franske Grevskab Artois, hvor man alt i en tidlig Tid har forstaaet at bore dem. For øvrigt vare slige Brønde alt kjendte i Oldtiden. Olympiodor*)

*) En Historieskriver fra Theben i Ægypten; han levede i første Halvdel af det 5te Aarhundrede efter Kristus ved Kejser Honorius's Hof og skrev i 22 Bøger det vestromerske Riges Historie fra 407—25, hvoraf Udtog ere bevarede.

beretter, at der i Ægypten blev gravet Brønde paa 500 Alens Dybde, og at man anvendte deres Vand til at vande Markerne; enkelte af disse Brønde ere i den nyere Tid udbedrede igjen. Meget talrige ere de artesiske Brønde i Kina, ja i Nærheden af U-Thung-Kiar skal der findes mere end 10 000. Udboringen foregaar her paa en meget primitiv Maade; man betjener sig af et Staalbor, som er befæstet til et Reb, og som man stødvis hæver op og lader falde ned, medens man samtidig giver Boret en lille Drejning om dets Længdeaxe. Flere Borehuller, som ere frembragte paa denne Maade, skulle være over 2000 Fod dybe.

Den ældste artesiske Brønd i Evropa findes i det gamle Karthäuserkloster i Lillers og skal være boret i Aaret 1126. Ogsaa i Nordafrika gaar Anlæget af artesiske Brønde langt tilbage i Tiden. Shaw fortæller fra sine Rejser i Berberiet, som han foretog 1727, hvorledes Beboerne skaffe sig Vand i de af Saharas Landsbyer, som ligge temmelig dybt; man grov gjennem Sandlagene, til man stødte paa en Art Gibslag; naar man har gjennembrudt samme, sprudler Vandet saa pludselig op, at de nedstigende Arbejdere undertiden naas og kvæles af samme, skjønt man trækker dem op med største Hurtighed. Nyere Rejsende have givet nøjagtigere Beretninger om disse Brønde; saaledes har Berbrügger berejst hele Saharas Nordrand og skildrer nøjagtig Udgravningen af hine kunstige Kilder. Brøndens Skakt er oven til omtrent 10 Fod bred, indsnævres tragtformig nedad indtil 3 Fod og fores helt og holdent med Bjælker af Palmetræ. Den sidste Skorpe, som skiller Arbejderen fra Vandet, gjennemhugger han med en treægget Hakke, og mange paastaa, at de kunne høre de underjordiske Strømmes Rislen, selv om et Lag paa 1—2 Fods Tykkelse endnu skiller dem fra samme. Lynsnart springer Vandet frem, til Dels rivende Sandet med sig; Brøndgraveren selv griber skyndsomst de nedhængende Reb og bliver hejset til Vejrs; men ikke sjælden kommer han op til Overfladen, fuldstændig blændet af Vand og Sand. Brønden renses nu af Dykkere, som blive to eller tre Minutter under Vandet og da igjen dukke op med deres Kurve, fulde af Sand og Jord. En Brønd, der er gravet paa denne Maade, kan vare 100 Aar eller „leve“ saa længe, som den Indfødte udtrykker sig.

Da Daddelpalmens Vext, ja hele Folkestammers Existens er betinget af Kilderne, have Franskmændene gjort sig højlig fortjente

til Befolkningens Taknemmelighed; i det saakaldte algerienske Sahara, som man tidligere kaldte Belad-el-Dscherid, „Palmelandet", have de siden 1866 gravet mere end 50 Brønde, medens et betydeligt Antal ældre Brønde ere blevne oprensede og borede dybere. Dybden, hvori man har truffet Vandet, vexler fra 150—300 Fod, og paa flere Steder er der endog blevet fundet tvende vandførende Lag, saa at der to Gange ved samme Boring er sprunget en kraftig Vandstraale frem fra forskjellig Dybde. Den første rigtstrømmende Kilde blev boret ved Tamerna og fremkaldte en levende Glæde hos Araberne, der som opmærksomme, men tvivlende Tilskuere overværede det hele Foretagende; deres Marabut velsignede og indviede den og gav den derpaa Navnet „Fredens Kilde". Det næste lykkelige Forsøg blev gjort paa Stammen Side-Racheds Omraade og gjengav den gamle Oase, der i mange Aar havde været øde og ubeboet formedelst Vandmangel, dens tidligere Liv og Betydning.

I de algerienske Brønde findes forskjellige Arter levende Fisk, som dog ogsaa forekomme i de naturlige, tragtformige Aabninger, der med et Gjennemsnit af 30—40 Fod findes paa flere Punkter af Oued Rhir og kaldes „Bahr"; ud af disse bortstrømmer ikke sjælden en rigelig Mængde Vand, og det er meget sandsynligt, at Befolkningen, som led af Vandmangel, netop herved er kommen paa den Tanke at tilvejebringe lignende „Bahrs" ved Eftergravninger.

Finde vi saaledes her de Vink, Naturen har givet, benyttede paa en klog Maade, vilde den Fremgangsmaade, visse Stammer i Afganistan og Arabien anvende, røbe en langt dybere Indsigt i Maaden, hvorpaa slige Brønde fremkomme, saafremt den da virkelig kommer til Anvendelse. Reclus fortæller nemlig, at Beboerne af mange Dale i hine hede og tørre Lande, for ikke at spilde nogen Draabe af det kostbare Vand, som flyder ned til dem fra Bjærgene, drive deres Forsynlighed saa vidt, at de bemægtige sig Bækkene strax ved deres Fremkomst af Kløfterne og lede dem bort i underjordiske Kanaler, som følge Jordbundens naturlige Skraaninger. Vandet, som saaledes beskyttes mod Solstraalerne, fordamper ikke undervejs og kommer næsten uden nogen Mindskelse til Foden af Skrænterne, hvor det opfanges i Brønde og strax anvendes til Markernes Vanding; de fleste af disse Kanaler afbrydes i visse Afstande ved smaa Skakter, hvorfra den omboende Befolkning øser det nødvendige Vand til deres Marker. Nogle

af disse underjordiske Vandledninger skulle have en Længde af 7—8 Mil.

I en Bog om „Naturens Vidundere“ — den er skreven i Begyndelsen af indeværende Aarhundrede — fortælles Følgende om den nordlige Del af det forhenværende Hertugdømme Modena: „I dette flade Land maa man grave meget dybt, mindst 120 Fod, for at skaffe sig en Brønd og naa ned til Vandet. Det er nu mærkværdigt, at der under dette store Hertugdømme, 120 Fod dybt i Jorden, ligger en stor Sø, som forsyner alle de Brønde, man graver. Dette fremgaar klart og tydelig deraf, at naar man har gravet 120 Fod ned i Jorden, træffer man alle Vegne paa en flere Fod tyk Klippe, den saakaldte Zechsten*). Denne maa gjennemarbejdes, fordi Vandet staar under samme. Erfaringen har lært Brøndgraverne, at de maa bruge Forsigtighed, naar denne Sten er gjennemarbejdet paa nogle Tommer nær; thi naar Aabningen endelig sker gjennem Klippen, trænger Vandet ind i den nye Brønd med saadan Heftighed, at den Arbejder, som ved det sidste Slag gjennembryder Stenen, næppe kan redde sig tids nok, da Vandet med største Voldsomhed trænger ind i Brønden og staar i et Par Mandshøjder. At der 120 Fod dybt ligger en eneste Sø under hele Hertugdømmet, og at det er denne, som forsyner alle Brøndene, fremgaar klart af den Omstændighed, at man i hele Hertugdømmet strax kan vide, naar Vandet bliver indladt i en nygravet Brønd. I alle Hertugdømmets øvrige Brønde synker paa samme Tidspunkt Vandet strax mærkelig, indtil det staar vandret med den nygravede Brønd“.

Denne Antagelse om et Hav under hele Hertugdømmet er naturligvis ganske uvidenskabelig; men man maa heller ikke tro, at det underjordiske Vand, som forsyner de artesiske Brønde, stadig kun staar i smalle Kanaler; man maa meget mere tænke sig store underjordiske Vandbeholdere, under visse Omstændigheder hele Smaafloder. I Elbeuf ligger en artesisk Brønd, som undertiden spyer Aal. I Øvre-Saônes Departement findes naturlige tragtformige Fordybninger, kaldede „Frais Puits“; naar det om Sommeren og i Høsten har regnet stærkt et Par Dage, trænger Vandet brusende ud af „Frais Puits's“ Aabninger og danner en fuldstændig Vildbæk,

*) En lagdelt, graa, som oftest magnesiaholdig Kalksten.

som oversvømmer hele Omegnen. Efter en slig Overstrømning, der kun varer nogle Timer, finder man undertiden Gjeder paa Overfladen af de Marker og Enge, som have været overskyllede.

Et meget interessant Exempel meddeler Arago i sin store Afhandling om de artesiske Brønde. Da man den 30te Januar 1831 havde sænket det lodrette Rør i Springvandet paa Pladsen foran Tours' Domkirke, voxede, som forstaaeligt er, den udstrømmende Vandmasse strax meget betydelig. Tilvæxten var omtrent en Tredjedel; men det tidligere klare Vand blev mudret, da Hurtigheden blev forøget saa pludselig, og flere Timer igjennem bragte det fra 330 Fods Dybde Brudstykker af Planter op; „blandt dem kunde man skjelne tommelange Tjørnegrene, som vare blevne sorte af at ligge i Vandet, fremdeles Stængler og Rødder af Vandplanter, som endnu vare grønne, og flere Arter Frø i saa frisk Tilstand, at de næppe kunde have ligget længere end tre til fire Maaneder i Vandet. Blandt disse Frø vare flere af Snerreurten, som voxer i Sumpe; endelig fandt man Ferskvands- og Landsneglehuse. Alle disse Brudstykker ligne dem, man finder liggende langs Aaer og Bække, naar de ere gaaede over deres Bredder".

Vi komme senere hen tilbage til disse underjordiske Floder og de Huler, som ere udskyllede af dem; her have vi nærmest blot at gjøre med de artesiske Brønde. I enkelte Tilfælde ligge de Vandsøjler, som ved deres Tryk tvinge det fundne Vand til at stige, i en betydelig Afstand. Et Exempel herpaa har man i Loirets Kilde, der kan betragtes som en naturlig artesisk Brønd. Dens Vandrigdom er efter de Tristans Undersøgelser afhængig af Loires, og naar denne Flod ved særlige Tildragelser pludselig svulmer op, følger kort herpaa ogsaa en større Udstrømning af bemeldte Kilde. Vende vi os endelig til de oven for, S. 230, omtalte Ferskvandskilder ude i Havet, hvad ere de saa vel andet, hvad kunne de vel være andet end naturlige, artesiske Brønde? Nødvendigheden af denne Slutning formindskes ikke ved den Omstændighed, at de nærmeste Kyster i flere Tilfælde ligge paa 25—30 Mils Afstand.

En mærkværdig Fremtoning er den Indflydelse, Havets Ebbe og Flod øver paa visse artesiske Brønde. Saaledes ligger der ved Fulham i Themsens Nærhed en Brønd, som i Ebbetid giver 270 Potter Vand, i Flodtiden derimod 360 Potter i Minutten. En Brønd, som Aaret 1864 blev gravet i Lilles Kastel, leverer som

Maximum 64 Potter, som Minimum 33 Potter i Minutten; den største Højde, hvortil Vandet stiger, er 8 Fod, den mindste 6 Fod; de største Afvigelser i Udstrømningens Masse svarer til Ny- og Fuldmaane, de mindste falde paa første og sidste Kvarter. Efter L. Robert skal der ogsaa ved Islands Vestkyst findes Ferskvandskilder, som falde og stige med Havets Ebbe og Flod. Efter Richard Schomburgk findes der i Britisk Guyana flere artesiske Brønde, som med Springfloden stige hele tre Fod.

Arago har forklaret denne Tidevandets Indflydelse. Lad os sætte, at den underjordiske Flod, hvor fra den artesiske Brønd erholder sit Vand, til Dels strømmer ud i Havet og det med en Munding, som er temmelig stor i Forhold til Flodens Dimensioner. Efter de almindelige hydrodynamiske Love vil Trykket, saa snart denne Mundings Vidde formindskes, strax voxe paa alle Punkter i de naturlige og kunstige Kanaler, Floden fylder med sit Vand. Man indser imidlertid ogsaa strax, at Tidevandets Stigning — ved det forøgede ydre Tryk paa den underjordiske Flodmunding — vil formindske Mængden af det Vand, der ellers til en vis given Tid løber ud af denne Flod. Virkningen er nøjagtig den samme, som om selve Mundingen var bleven formindsket, og Følgen maa ogsaa blive den samme: Havets Ebbe og Flod vil altsaa ogsaa fremkalde en tilsvarende Ebbe og Flod i den artesiske Brønd.

De artesiske Brøndes Dybde og den Vandmængde, de levere, er naturligvis meget forskjellig i de enkelte Tilfælde. Den vel bekjendte Brønd i Flækken Grenelles*) Slagterhus har en Dybde af over 1700 Fod og naar betydelig ned under Havbunden af den nærmeste franske Kyst; Vandsøjlen i denne Brønd hæver sig til en Højde af 90 Fod. Boringen begyndte i December 1833 og naaede efter talrige tekniske Uheld i Februar 1841 ned til et kvartsholdigt Sandstenslag, hvor fra Vandet sprudlede frem med Heftighed, men mudret og førende enkelte Hajfisketænder og forstenede Bløddyr med sig. Først i November 1842 vare samtlige Arbejder, som havde medført en Bekostning af 342 000 Franks, endte, og Vandet strømmer siden klart og rigelig. Brønden leverer ved Jordens Overflade hvert Minut 2 200 Potter, altsaa daglig henved 24 000 Tønder. Mærkelige ere enkelte Uregelmæssigheder ved

*) Grenelle er nu indlemmet i Staden Paris.

Grenelle-Brøndens Vandforsyning. Saaledes blev Vandet den 16de Novbr. 1843 mudret; Natten mellem den 23de og 24de December medførte det Lermasser; den følgende Januar aftog Vandmængden til det Halve; mod Slutningen af Februar blev Vandet igjen klart. Det fortjener at omtales, at Vandmængdens Aftagen faldt sammen med et Jordskjælv, man iagttog ved Cherbourg og i St. Malo.

Borehullet i Neusalzwerk i Rehme i Westfalen har en Dybde af over 2200 Fod og leverer 10 Tønder Vand i Minutten. Den artesiske Brønd, som i September 1861 blev færdig i Passy i Paris, har en Dybde af 1800 Fod og en Vandforsyning af 40 Tønder i Minutten. Den dybeste artesiske Brønd, som hidtil er bleven fuldført, findes i St. Louis og naar en Dybde af 3800 Fod.

Det er en vigtig Kjendsgjerning, som man overalt har kunnet iagttage, at Vandets Temperatur i de artesiske Brønde stiger desto højere, fra jo større Dybder det kommer. Gjennemsnitlig finder man, at Varmens Tilvæxt beløber sig til 1^0 C. for omtrent hver 90 Fod. Vi ville senere komme tilbage til Betydningen af denne Varmeforøgelse.

Ved artesiske Brøndboringer støder man i Jordens Dybder undertiden paa mægtige Opsamlinger af Gas. Om de kinesiske Brøndboringer høre vi saaledes, at der lejlighedsvis forefalder vældige Explosioner, men omvendt, at man ogsaa bruger Varmen fra den brændende Gas til at holde talrige Gryder i Kog. Ligeledes fortæller Abbed Imbert, at man leder Gassen gjennem Bambusrør og anvender den til Oplysning af Gader og Huse. Ved Anlægget af en artesisk Brønd i Lormeilles i Frankrig strømmede pludselig Brinte i en saadan Mængde frem af Borehullet, at man maatte opgive Arbejdet; dog udtømtes Gassen meget hurtig.

Meget betydelige Gaskilder findes i Staten Pennsylvanien i Nordamerika. Anlægger man dér et Borehul af en vis Dybde, undvige Gasstrømme med stor Heftighed. Den største Mængde Gas levere Butlers og Delamaters Brønde. Den sidste var i Begyndelsen, da man naaede ned til det tredje Sandlag, en Stenoljebrønd paa 1600 Potter; men da den senere blev boret ned til det fjerde Sandlag, gav den Gas af en saadan Spænding, at Boret, som vejede 1600 Pund, med Lethed kunde drages ud med Haanden.

Hver af disse Brønde er $5^5/_8$ Tomme i Gjennemsnit. Delamaters Brønd er den mærkværdigste; den leverer næsten en dobbelt saa stor Gasmængde som Butlers og tjener til Belysning og Opvarmning af hele Omegnen, Staden Saint-Joe indbefattet. Brønden ligger i en Dal, omgiven af høje Bjærge. Flere Rør lede Gassen videre: det ene fører lige til Kjedelen af en kraftig Dampmaskine; tænder man den Gas, som undslipper fra Kjedelen, brænder den med en mægtig Flamme. Et andet Rør nærer en Flamme, som er i Stand til at smelte lige saa meget Jærnmalm, som Halvdelen af samtlige Pittsburghs Masovne. Et tredje Rør paa 3 Tommers Gjennemsnit leverer en Ildsøjle paa 40 Fods Højde. I en Omkreds af 40 Fod er Jorden fuldstændig forbrændt, men længere borte er Planteväxten saa yppig som mellem Vendekredsene. I en rolig Nat kan man høre Flammernes Gnitren paa flere Mils Afstand; Flammen slaar højt i Vejret og frembyder Skuet som af et brændende Kirketaarn. Ved Vintertid, naar Bjærgene i Omegnen ere sneklædte, staar Landet i Brøndenes Omegn i fuld Vext.

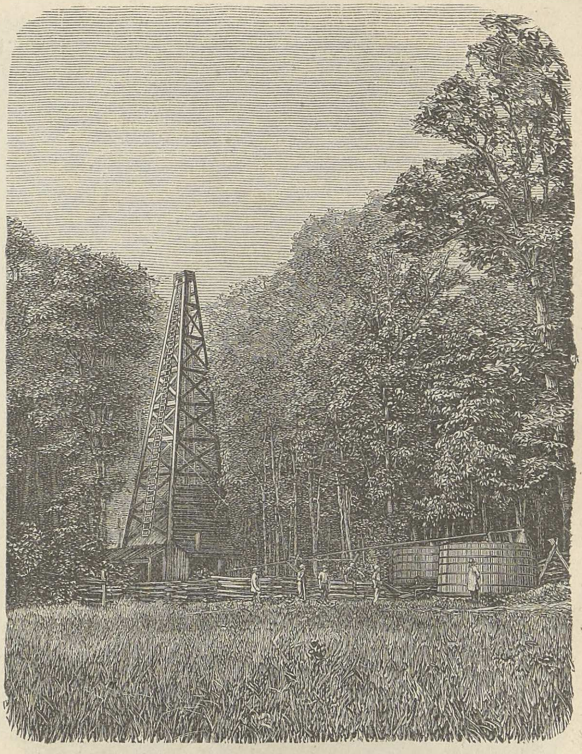


Fig. 82. Butlers Gasbrønd.

O. Wath har bestemt Sammensætningen og Trykket af denne Gas; den bestaar fornemmelig af Kulbrinte, blandet med lidt Kulilte

og Kulsyre. I Gasrøret med $5^5/_8$ Tommes Gjennemsnit beløber Trykket sig til 100 Pund paa Kvadrattommen; i en mindre Brønd naar Trykket endog 200 Pund, og ved Enden af et Totommers Rør, hvorigjennem man leder Gassen til det tre Mil fjærne Freeport, er det endnu 125 Pund. Gassens Udstrømningsfart beløber sig i runde Tal til 1700 Fod i Sekundet, hvad der giver en Gasmængde paa 289 Kubikfod i Sekundet.

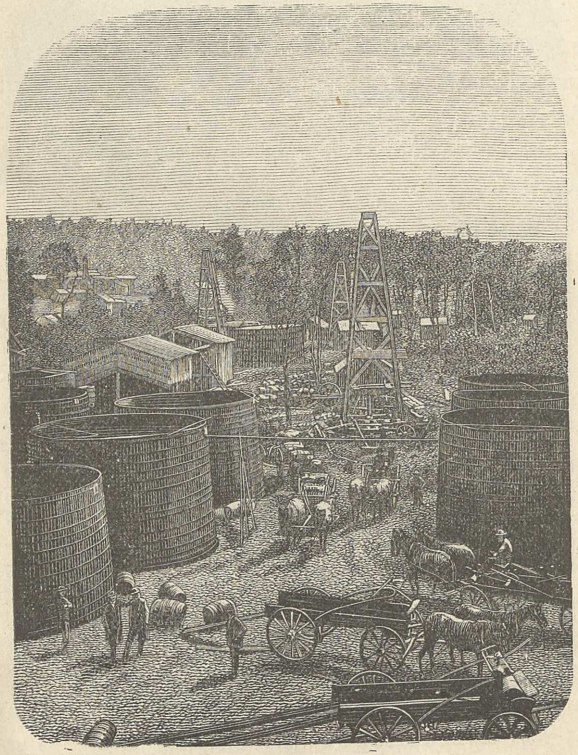


Fig. 83. Stenoljebrøndene ved Pithole.

Hvad Varigheden af disse Gasbrønde angaar, have de allerede strømmet i 15 Aar, og endnu har man ikke iagttaget nogen Formindskelse i Rigeligheden. En Brønd i Fairview har i 5 Aar i Træk forsynet 100 Maskiner med Brændsel, og dens Rigelighed er endnu lige saa stor som den første Dag. Anvendelsen af denne uhyre Mængde af Brændselsmateriale ligger endnu fuldstændig i sin Barndom. I Pittsburgh benytte to Jærnværker Gassen fra Harveys Brønd, der ligger i en Afstand af 3 Mil fra Staden, og dette er til Dato den betydeligste Anvendelse. Den sidste Brønd har en Dybde paa 1200 Fod og et Gjennemsnit af $5^5/_8$ Tomme; Rørledningen til Pittsburgh er 6 Tommer i Vidden. Man anvender navnlig Gassen til Friskning af Jærn.

Nordamerikas Oljekilder ere virkelige artesiske Brønde. Blandt dem indtager Lady Hunters Brønd en fremragende Plads; den aabnedes i Oktober 1874, er selvflydende og har i $1^1/_2$ Aar leveret 145 000 Fade Petroleum. Ogsaa de „Forenede Staters Oljebrønd" i Pithole var artesisk og leverede daglig 800 Fade; den aabnedes i Januar 1865, men var allerede udtømt mod Aarets Slutning.

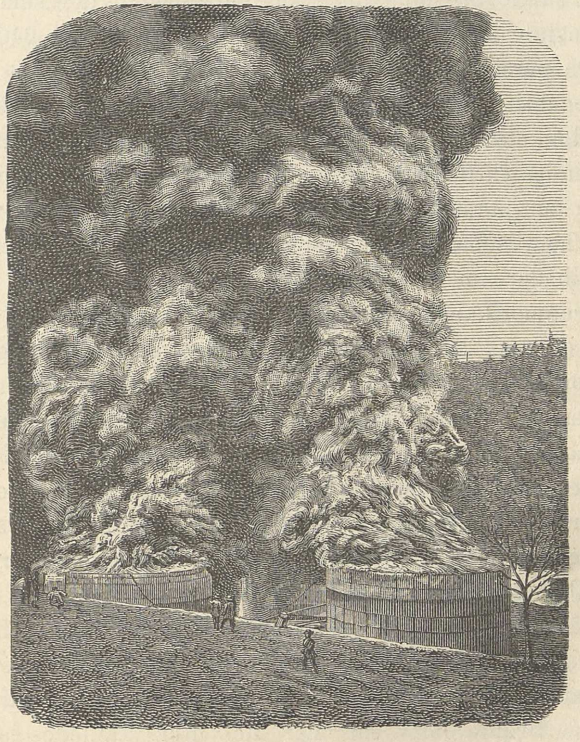


Fig. 84. Imperial-Raffinaderiets Brand, foraarsaget ved Lynnedslag, 10de Septbr. 1875.

I Forbigaaende bemærket ere Tordenvejr meget farlige for Oljeegnene; der trækker næppe noget Uvejr hen over Pennsylvaniens Oljeegne, uden at Lynet antænder en eller anden Oljebeholder.

Det er i øvrigt ikke blot i de amerikanske Fristater, at man finder Petroleum. Dets Forekomst er dels knyttet til enkelte gamle, vulkanske Egne, dels findes Oljen i stor Mængde langt fra

slige Egne; i Evropa findes betydelige Kilder i Moldau og Galizien, i den seneste Tid endogsaa paa Lüneburger-Heden ved Byen Peine (Hannover). I Kavkasuslandene ere navnlig Stenoljekilderne paa Halvøen Apscheron tæt ved Baku (ved det kaspiske Hav) bekjendte. Her findes Naftakilder, stadig brændende Gaskilder, Dyndvulkaner og Saltsøer. De brændende Gasarter anvendes af de Indfødte til Belysning, Kogning og Kalkbrænding; i den sidste Tid har man begyndt at samle Gassen i det Store og anvende den som Brændsel i Petroleumsfabrikkerne, af hvilke det vigtigste leverer 2400 Centner daglig. De parsiske Ildtilbederes saa bekjendte Tempel ved Baku existerer egentlig ikke mere; i et firkantet ommuret Rum findes et lavt Klokketaarn, hvori der brænder talrige Flammer, som delvis anvendes til industrielle og huslige Øjemed; af og til kommer dog endnu en parsisk Pilegrim, og Parserne i Bombay sende en Præst her hen, som afløses efter nogle Aars Forløb; men der bor ingen Ildtilbedere mere i Omegnen.

De nordamerikanske Oljebrønde have først gjort os ret bekjendte med Gasbrøndene, og nu til Dags borer man paa mange Lokaliteter ene og alene for at vinde Gas. I Grevskabet Cumberland i Kentucky samler Gassen sig massevis under de nederste siluriske Kalklag, saa at undertiden Tønder i Hundredvis af Klipper og Jord slynges til Vejrs ved Gassens Magt; man kalder derfor slige Explosioner for „Gasvulkaner". I Ohio kommer der Gas næsten fra samtlige Brønde i Oljedistriktet; tvende slige Brønde ved Kennoyn College i Knox County ere særlig mærkelige; de bleve borede i 1866; i en Dybde af 600 Fod kom man til et Lag, hvor fra Gassen strømmede ud i saadan Mængde, at det kastede Boreapparatet ud og drev en Vandsøjle op paa mere end 100 Fod. En af disse Brønde blev forsynet med Rør, saaledes at Vandet udelukkedes, og i fem Aar har Gassen nu strømmet ud af et $2^1/_2$ Tommes Rør med saadan Heftighed, at man kan høre Larmen allerede i det Fjærne; naar den antændes, fremkommer en Flamme paa 15 Fods Længde og 8 Fods Gjennemsnit. Den anden Brønd, som ikke er forsynet med Rør, udslynger Vand med et Minuts Mellemrum og danner saaledes et Springvand paa 120 Fods Højde.

4. Periodiske og hvilende Kilder.

Den Skildring, vi have givet af Kildernes Fremkomst, gjør det allerede forud meget sandsynligt, at hver Kildes Vandrigdom maa være mere eller mindre foranderlig. Kjendsgjerningerne bekræfte da ogsaa dette, og man kan let overtyde sig om, at vore Kilder med Hensyn til deres Vandfylde ere strængt afhængige af Nedbøren. I regnfulde Aar flyde Kilderne rigelig, i regnfattige Aar udtørres en Del af dem. Jo nærmere en Kildes Oprindelse maa søges ved Jordens Overflade, og jo mindre det Omraade er, som tilfører en Kilde Vand, desto mere afhængig maa denne være af Regnforholdene. Naar derimod en Kildes Udspring ligger langt nede i Jorden, og den har et betydeligt Omraade til sin Vandforsyning, vil dens Vandfylde synes meget uafhængig af Regnens Fordeling og Rigelighed. Dog kan en Kilde naturligvis aldrig være ganske uafhængig af samme, og Kilder, der i Mands Minde have haft Vand, kunne derfor helt vel holde op med at rinde i usædvanlig tørre Aar. Hvad her dog kun indtræder med meget lange Mellemrum, indtræffer temmelig regelmæssig med andre Kilder; til de Tider, Regnen har Overvægt, flyde de, i tørre Maaneder finder man ikke Spor af Vand. Slige periodiske Kilder findes navnlig i stærkt kløftede og spaltede Bjærgmasser; her finder man Huller, hvor fra der kun i den vaade Aarstid flyder Vand, naar nemlig de underjordiske Vandmassers Spejl staar højt; ligger dette derimod i den tørre Aarstid dybere end Hullerne, maa Kilden holde op at rinde. Et Exempel vil bedst lære os, hvor betydelig Forandring der kan være fra Aar til andet i de underjordiske Vandsamlingers Niveau. I det stærkt kløftede Kridtmergelbjærg, som hæver sig 140 Fod over Lippspring, ligger ved Benker-Hof en gravet Brønd, som er 117 Fod dyb og indtil Dato, selv i tørre Somre, stadig har givet Vand; i den vaade Tid staar Brøndens Vand 60—70 Fod under Overfladen. Dette stemmer temmelig nøje med Vandstanden i Becke ved Landsbyen Neuenbecken; i den vaade Tid løber nemlig Vandet bort fra Becke, de underjordiske Vandsamlingers Niveau maa altsaa nu staa lige med Bækkens Leje, og samme ligger 68 Fod lavere end Benker-Hof. Vandet kan altsaa i den vaade Tid stige til denne Dybde under Overfladen.

Til de periodiske Kilder høre ogsaa de saakaldte Majbrønde eller Hungerkilder, af Franskmændene kaldede fonts famineuses eller crie la faim, fordi deres Flyden af Befolkningen udtydes som et Varsel om Misvæxt som Følge af for stor Væde.

Mellem Urfahr-Linz og Steieregg ligger saaledes en Kilde, som hedder „Dyrtidskilden", og om hvilken Sagnet gaar, at der indtræder et frugtbart Aar, naar den udtørrer, et slet, naar den flyder. Et lignende Ry har den saakaldte „Korndyrtids-Brønd" i Steyermark ved Kärntens Grænser; da denne Brønd var vandløs i Aaret 1854, udraabte Sognets Præst: „Sursum corda! vi faa en rig Høst" *).

Scheuchzer fortæller om to Kilder i Graubünden, som med kun 25 Skridts Afstand komme frem af Klipperne og flyde fra April til September, men tørre ud den øvrige Del af Aaret. Samme gamle Naturforsker fortæller ogsaa om en Brønd i Haslidalen, at den i Almindelighed kun flyder fra Maj til September, og heller ikke da ensformig, men kun nogle Timer om Eftermiddagen og Aftenen; men undertiden begynder den ogsaa først at flyde om Aftenen og løber da hele Natten. Til slige intermitterende eller hvilende Kilder høre Vandene i Pfäfers, som aarlig komme ved Maj og svinde i September, uden dog at holde sig særdeles nøjagtig til denne Begrænsning, idet der kan vise sig Uregelmæssigheder, som kunne stige indtil en Maaned. Liebfrauenbrunnen i Nærheden af Lötsch-Bræen begynder først at strømme i Juni og hører op allerede i Begyndelsen af September.

Mange lignende Exempler lode sig endnu anføre, f. Ex. fra de mange Smaasøer, de saakaldte „Søøjne", i Høje-Tatra (Karpatherne) i Ungarn, fra Grækenland o. s. v. Den Tanke, at slige Kilders Vandstand maa staa i Sammenhæng med Sneens Smeltning og Nedbøren, ligger alt for nær, til at ikke Enhver strax maa falde paa den, og vi hente et Bevis paa vor Opfattelses Rigtighed fra „Estavelles" eller Overskudskilderne i Languedoc, som Fournet særlig har studeret.

Disse „Estavelles" ere Kilder, som have fælles Udspring og flere Mundinger, af hvilke en Del i Regelen er tør; men naar det

*) „Sursum corda! Løfter eders Hjærter!" lyder i den katholske Gudstjeneste Opfordringen til Menigheden, som svarer: „habemus ad dominum, vi have løftet det til Herren".

underjordiske Vand er tilstede i overordentlig Mængde, begynde ogsaa Reserve-Mundingerne at spille. Dette indtræder for det Meste efter en stærk, vedholdende Regn eller ved Snesmeltningen. Dette sidste finder t. Ex. Sted ved Pruntruts vidt berømte Estaveller, fire stærke Kilder, som udspringe i nævnte Stad og vedligeholdes ved en Vandaare, der kommer fra Bjærgene mod Sydvest og med Sikkerhed kan følges lige til en Brønd, som ligger en halv Mils Vej fra Pruntrut ved Foden af en Høj; Brønden har i Regelen kun lidt Vand paa Bunden, men naar Sneen pludselig smelter, voxer Vandmassen mægtig, vælder brusende op af Dybet og strømmer hen imod Pruntrut. En anden mærkværdig Estavelle ligger en Fjerdingvej sydøst for Vesoul. „Den anselige Kilde Champdamoy danner", fortæller Reclus, „i Regelen det eneste Afløb for hele Nedbøren i denne Egn; men naar de underjordiske Huler ikke mere formaa at rumme den samlede Vandmængde, udtømmer denne sig gjennem „Fraits-Puits" Munding, en Fjerdingvej oven for Champdamoy. Undertiden bryder en sand Flod frem af dette Svælg, oversvømmer Vesouls Marker vidt og bredt og bevirker, at selv Saône stiger over sine Bredder. Det er hændet, at denne Fraits-Puits i Forening med en anden af Vesouls Bikilder har leveret den uhyre Vandmængde af 200 Tønder Vand i Sekundet eller det Dobbelte af den Vandmasse, Seine under lav Vandstand vælter afsted under Paris's Broer.

Mangen Gang svulme visse Estavelles pludselig op uden nogen forudgaaende Regn. Floden Cholets tvende Estavelles brød saaledes den 13de Maj 1854 pludselig ud efter en Storm, som havde raset paa Bjærget Larps; samtidig sprudlede en hidtil aldeles ukjendt Kilde frem med en saa stor Vandfylde, at Floden Cholet pludselig steg over 3 Fod. Man kunde vel opstille flere ret sandsynlige Forklaringer af denne Fremtoning; men da vi jo vide saa ringe Besked med hine Vandløbs underjordiske Forgreninger, er det til ingen Nytte at ville dvæle ved slige Spekulationer.

Mange Kilder udvise en daglig Hviletid, eller denne ligger dog inden for korte Frister. I denne Henseende har Bullerborn ved Paderborn vundet et betydeligt Ry; man paastaar nemlig, at indtil Begyndelsen af forrige Aarhundrede flød den kun 6 Timer om Dagen, men da med en saa stor Vandfylde, at den kunde drive tre Møller; nu til Dags finde vi her kun en almindelig og temmelig

uanselig Kilde. I Nærheden af Eichenberg i Hessen findes derimod en Kilde, som med stor Regelmæssighed hører op at rinde hver tredje Time. I Unterengadin ligger en stærk Kilde, som kun flyder Morgen, Middag og ved Aftens Tid. Hvor stor Nøjagtigheden er ved disse og lignende Angivelser, vide vi ikke med Bestemthed; men efter Erfaringer med Hensyn til lignende Paastande turde vi maaske ikke tage saa meget Fejl, naar vi blot saa nogenlunde indrømme en vis Regelmæssighed i de her omhandlede hvilende Kilders Periodiskhed. Sandsynligvis er her Tale om en Flyden og en Standsning inden korte Mellemrum, hvis Længde imidlertid vistnok er vexlende.

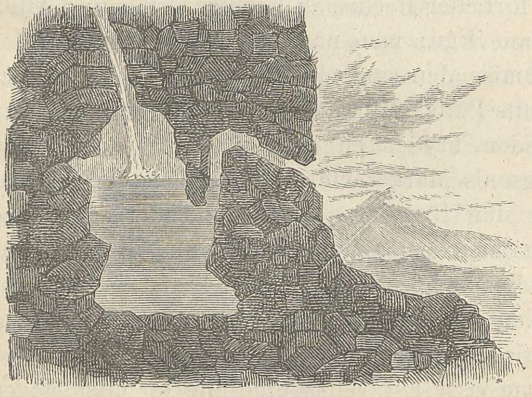


Fig. 85. Gjennemsnit af en hvilende Kilde.

Man har søgt at give en Forklaring paa denne Fremtoning. Lad os antage, at der findes en eller flere underjordiske Hulheder, som fra forskjellige Sider modtage Tilførsler af Vand og ved et hævertformet Rør eller en Klippespalte staa i Forbindelse med Yderverdenen; naar Hulrummet ikke er fyldt med Vand til den øverste Del af Hæverten, skulle Kilderne ikke løbe; men voxer Vandstanden, begynder Udløbet og vedvarer, indtil Vandstanden igjen er sunken.

At der paa en saadan Maade kan opstaa en Kilde med periodiske Hviletider, er vel nok muligt; men de nødvendige Betingelser turde vistnok højst sjælden findes tilstede. I mange Tilfælde er sandsynligvis et ulige og foranderligt Lufttryk Aarsagen til de afbrudte Hvileperioder. At derhos Gassamlinger kunne spille og virkelig ogsaa spille en Rolle i saa Henseende er klart. Saaledes beskriver Dütrochet en periodisk Kilde i Jurabjærgene, hvor Vandet uden Afbrydelse sprudler frem fra den dybest liggende Del af Bunden, men fra den højeste Del kun fra 6 til 6 Minutter, og han paaviser

tillige, at denne Hvileperiode hidrører fra Gasudviklinger. Efter Osann er det Kulsyrens Udvikling, som betinger de Halvtimers Stigninger og Sænkninger, der forefalde i de periodiske Saltkilder i Kissingens Saltværk. En lignende periodisk Vandudstrømning fra en Skakt fandt Sted i Pranals Grube og hidrørte ligeledes fra en Kulsyreudvikling.

5. Kildernes Temperatur.

I Regelen er Kildernes Middelvarme kun lidet forskjellig fra Gjennemsnitsvarmen paa det Sted, hvor den bryder frem; i æqvatoriale Egne er Kildevandets Temperatur lidt lavere, under højere Breddegrader lidt større end Aarets Middelvarme. Kilder, der komme fra selve Overfladelagene, altsaa fra Jordlag, som ere underkastede de daglige og aarlige Varmeforandringer paa Jordens Overflade, vise en foranderlig Temperatur, om Sommeren stiger deres Varme, om Vinteren aftager den. Forskjellen mellem Kildernes højeste og laveste Temperatur bliver desto ringere, fra jo større Dybde Vandet kommer, ligesom ogsaa Kildernes Gjennemsnitsvarme tiltager med Dybden. Overhovedet finder man overalt den Lov bekræftet, at de Kilder, som komme fra de største Dybder, ogsaa ere de varmeste; de Maalinger, som ere udførte ved artesiske Brønde, lade ingen Tvivl tilbage om Rigtigheden af denne Paastand. Bjærgkilder, som dannes af Nedbøren oppe paa Højderne og i porøse Jordlag strømme ned til Dalen, komme her frem med en Temperatur, der i Regelen er lavere end deres Omgivelser, fordi Vandet kun er blevet lidet opvarmet ved at gjennemstrømme de varmere Jordlag. Slige Kilder findes paa Teneriffa med en Højdeforskjel af 4000 Fod; idet disse Kilder komme ned fra Øens højeste Toppe, bringe de Kulden med her oppe fra og bevare den næsten uforandret under deres raske Fart nedad. Slige Kilder ere af stor Betydning for Beboerne i varme Egne, fordi de herved faa koldt Vand, som de ellers maatte undvære; i Egne, hvor Luftens Middelvarme er 20° C. og mere, og hvor de sædvanlige Kilder og Brønde have en slig Temperatur, er det visselig af Vigtighed at have Bjærgkilder, hvis Temperatur staar flere Grader lavere end Brøndenes.

Kilder, som have en højere Temperatur end deres Omgivelsers Middelvarme, kaldes varme, de, som have en lavere Temperatur, kaldes kolde. De varme Kilder komme op af Dybet, de kolde ned fra Højderne; dette er en almengyldig Regel, som kun opviser faa Undtagelser.

Vi have her navnlig at dvæle lidt ved de varme Kilder eller Thermer, da disse spille en vigtig Rolle i vor Klodes Organisme. Overgangen fra kolde Kilder til Thermerne er naturligvis ganske jævn; fra Kilder, hvis Temperatur kun staar en Brøkdel af en Grad over Frysepunktet, og til Aguas Calientes de las Trincheras i Sydamerika, der danne en Strøm af næsten kogende Vand, forekomme alle Mellemtemperaturer. Det er dog fuldkommen overflødigt at klassificere disse Kilder yderligere efter deres Varme og foruden kolde og varme ogsaa at ville skjelne mellem kølige og lunkne Kilder, saa meget mere som Betegnelsen kold eller varm Kilde kun er ganske relativ. En kold Kilde i Dalen maatte, med samme Varme, men paa Toppen af et nærliggende Bjærg, betragtes som en Therme, ja mange Kilder, man plejer at betegne som kolde, ere i Virkeligheden svage Thermer, fordi deres Temperatur overstiger deres Omgivelsers Mellemvarme en ringe Kjende.

Denne Forekomst af Thermer i alle Jordens Egne, under Æqvator saa godt som i Nærheden af Polaregnene, i Lavsletterne som i Højbjærgenes Omgivelser, er en Kjendsgjerning af højeste Betydning i geologisk Henseende; thi da selv det ringeste Varmeoverskud i en Kilde ikke kan hidrøre fra Luftkredsen eller fra Temperaturen i det øverste Jordlag, men maa have en anden Aarsag, finde vi, at denne anden Aarsag er tilstede overalt paa Jorden, og at den følgelig maa være en almengjældende. Dette er da i Virkeligheden ogsaa Tilfældet, og hin Aarsag maa være den overalt iagttagne Forøgelse af Temperaturen imod vor Jordklodes Indre; det er denne almindelige Varmekilde, som Thermerne skylde deres Oprindelse.

Saa vidt vore Erfaringer række, er den indre Jordvarme uforanderlig, og i Overensstemmelse hermed udvise de varme Kilder ogsaa gjennemgaaende en Uforanderlighed i deres Temperatur, som i mange Tilfælde er højst mærkelig. Naturligvis kunne ogsaa, som Tilfældet er, lokale Aarsager øge mange Kilders Varme; men medens den indre Jordvarme uforandret opvarmer Vandet i

Thermerne, blive de lokale Aarsager vistnok aldrig uforanderlige, og med dem forandrer sig da ogsaa Temperaturen i paagjældende Kildevand.

Stige smeltede eller stærkt opvarmede Masser op fra Jordens Indre og enten hæve sig over Overfladen eller forblive indeklemte tæt under samme, ville de Vande i Jordskorpen, som komme i Berøring med disse Masser, ophedes, og paa denne Maade kan der danne sig varme Kilder; men med de ophobede Massers jævne Afkøling ville disse Kilders Temperatur lidt efter lidt aftage til en Varmegrad, som svarer til Stedets Temperatur. Have disse Masser imidlertid et meget betydeligt Omfang, kan der hengaa Aartusender, før de ganske afkøles, og varme Kilder, som ere opstaaede ad denne Vej, kunne derfor strømme i lige saa lange Tider, om end med en Temperatur, som lidt efter lidt formindskes.

Slige Fremtoninger have vistnok hyppig gjentaget sig i tidligere Perioder af vor Jords Historie, da de krystalinske Bjærges mægtige Masser dels hævede sig over Jordens Overflade, dels kun fremkaldte Hævninger og Sprængninger af den yderste Jordskorpe; mange Lag, hvis ejendommelige Art og Beskaffenhed hentyder paa, at de sandsynligvis ere blevne afsatte af varme Kilder, og som vi nu til Dags forefinde i Egne, hvor der enten slet ikke forefindes Kilder eller dog kun kolde Kilder, turde afgive Vidnesbyrd om slige varme Kilders tidligere Forekomst.

I Nærheden af nylig udslukte Vulkaner kan der paavises Exempler paa en temmelig hurtig Afkøling af varme Kilder. Saaledes var Temperaturen i de hede Kilder ved Jorullo aftagen med 18° i de 24 Aar, som laa mellem Humboldts og Burkarts Besøg. Temperaturen i de Gasmasser, som udstrømme fra Kløfterne i Quindius Pas, tæt ved Moral, er efter Humboldts og Boussingaults Iagttagelser fra 1801 og 27 afkølede fra 48° til 19°. Hvis der paa dette Sted havde været en Kilde, som var bleven ophedet af denne Gasmasse, vilde denne Kildes Temperatur ligeledes være sunken.

Omvendt viser der sig i Nærheden af endnu virksomme Vulkaner en Tilvæxt eller en Foranderlighed i mange varme Kilders Temperatur; saaledes anfører Boussingault, at i et Tidsrum af 23 Aar er Temperaturen i de varme Kilder las Trincheras stegen flere Grader, højst sandsynlig som en Følge af en ny Opstigning af Lava.

De varme Kilder, som under Navnet la Pisciarella udspringe paa Solfataras yderste Kegle i Nærheden af Neapel, ere underkastede overordentlige Forandringer i Temperaturen fra 30° til 74° C. Selv inden for ganske korte Perioder viser sig mangen Gang paafaldende Forandringer. Saaledes anfører Forster, at i Nærheden af Tannas Vulkan, paa en af Hebriderne, kan Temperaturen i de varme Kilder variere flere Grader fra den ene Dag til den anden. Slige hurtige Forandringer i Kildernes Temperatur tyde rimeligvis paa, at de Vanddampe, som mere eller mindre hyppig stige op gjennem Spalterne, fremkalde en afvexlende Opvarmning af Kildevandet.

6. Hede Springkilder eller Sprudlere.

I nogle af Jordens vulkanske Egne, paa Island, Java, New-Zealand og ved Øvre-Yellowstonefloden i Klippebjærgene, findes hede Kilder, hvis Vande fra Tid til anden, under en brølende Larm og hyllede i Støvskyer, slynges højt i Vejret. De længst bekjendte hede Kilder findes paa Island, og blandt dem indtager den store Geysir den første Rang; dens Navn skal komme af det islandske „giosa“, at koge, men er nu gaaet over til en Fællesbenævnelse for den hele Klasse hede Springkilder eller Sprudlere.

Islands varme Kildeegn, som ikke er meget omfangsrig, ligger i Øens sydlige Del i Nærheden af Gaarden Haukadal, omtrent 6 Mil nordvest for Hekla. Før Jordskjælvet 1784 fandtes kun tre kogende Kilder i Geysirs Nærhed, derpaa steg Antallet til 35, hvoraf mange dog senere ere forsvundne. Allerede langt borte bebude Kilderne sig ved lette Dampe. Geysir fremtræder i det Ydre som en stor Rundvold paa omtrent 200 Fods Gjennemsnit og en Snes Fods Højde. Denne Vold eller Kegle bestaar af Kiselsinter, som i Tidernes Løb er aflejret af Vandet; i Midten af Keglen ligger et rummeligt Bassin, omtrent 170 Fod i Omkreds, til Dels fyldt med krystalklart, hedt Vand (80° C.) i sagte boblende Bevægelse. I Midten af Bassinet sænker sig et Rør, 10 Fod i Gjennemsnit og 75 Fod dybt, og op af denne Kanal stiger det hede Vand. Geysirs smaa Udbrud finde for det meste Sted hver Dag med regelmæssige Mellemrum af 80—90 Minutter, Vandet i

Bassinet bobler op, og opstigende Dampblærer paa en Snes Fod slynge det højt i Vejret. Flere slige Udbrud, afbrudte ved Hviletider, følge paa hverandre, til der hyppig paafølger et storartet Udbrud, i Reglen efter 24—30 Timers Forløb. Frygtelige Tordendrøn fra Dybet bebude det, Bassinet fyldes til Randen, Vandet begynder at koge, mægtige Dampbobler udvikle sig, og pludselig skyder med Lynets Fart en vældig, sammenhængende Vandsøjle

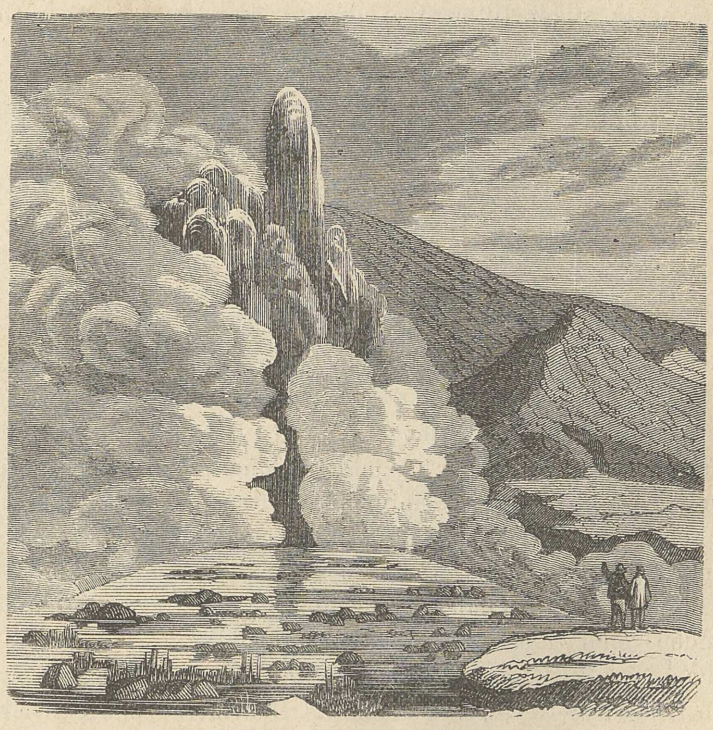


Fig. 86. Den store Geysir.

som en Raket i Vejret til en Højde af over 100 Fod og med 20—30 Fod i Omfang. Snart følger en anden og tredje Straale, som skyde endnu højere til Vejrs; smaa Straaler hvisle paa Siderne og danne Buer, Luften fyldes med udstyrtende Røgskyer, der bølge opad, og til samme Tid brister Vandet fra den kogende Søjle til en skummende Damp og trænger i alle Retninger gjennem Røgen. Saaledes varer det storartede Skue henved en halv Snes

Minutter, da synker Vandsøjlen ned i svære Styrtninger, risler gjennem en Mængde smaa Render paa Kiselvoldens Overflade ned i den tørveagtige Jordsmon, og det Hele er forbi. Medens det nedstyrtede hede Vand saaledes risler ned ad Keglens Sider, ligger det indre Bassin fuldkommen tørt, ja selv i Røret staar Vandet adskillige Fod under Mundingen, og Vandspejlet er roligt som i en almindelig Brønd. Iagttageren kan nu uden Fare gaa lige hen til Rørets Rand og foretage de Undersøgelser, han ønsker, medens Vandet sagte stiger til næste Udbrud. For øvrigt binder Geysir sig ikke til en bestemt Termin, men viser sig saa lunefuld, at den undertiden i et Tidsrum af hele tre Døgn ikke giver nogen fuldstændig Eruption til Bedste.

I Nærheden af Geysir ligger en anden Springkilde, Strokr, som ligeledes frembyder storartede Udbrud af varmt Vand og Vanddampe; men disse Udbrud ere fuldkommen uregelmæssige og forefalde uden noget Varsel. Andre mindre Sprudlere i Nabolaget holde Besøgerne skadesløse ved meget interessante Udbrud. Den saakaldte Lille-Geysir ligger i en særlig Gruppe varme Kilder, omtrent 8 Mil fra den store Geysir. Dens Udbrud finde gjennemsnitlig Sted hver $3^3/_4$ Time; en tiltagende Dampudvikling og en underjordisk plaskende Larm gaar forud. Derpaa trænger kogende Vandskum frem; det stiger og falder i langsomme Perioder, hæver sig højere og højere, til Fremtoningen efter omtrent 10 Minutters Forløb har naaet sin højeste Udvikling, og Vandet i lodrette og til Siden sprøjtende Neg hæver sig 30—40 Fod. Derpaa aftage Straalerne lidt efter lidt i Omfang og Højde, og efter andre 10 Minutter er Kilden vendt tilbage til sin tidligere Ro.

Paa New-Zealands Nordø fremtræde langt mere storslaaede varme Kilder og Geysere. I et eneste Distrikt og paa et Omraade af 2 engelske Kvadratmil findes mere end et halvt Tusende hede Kilder og forskjellige mægtige Geysere; Maorierne kalde dem Puia, de varme Kilder hedde Ngawah. Særlig storartet fremtræder Vaikatoflodens Dal, ved hvis Skildring vi ville følge Hochstetter, som besøgte Egnen i April 1859.

„Hvilket Skue! I et rivende Løb og dannende den ene Strømhvirvel efter den anden styrter Vaikatofloden afsted gjennem en snæver Dal, der har skaaret sig dybt ind mellem stejle Bjærgsider; dens Vande skumme og syde omkring tvende Klippeholme, som

ligge midt i Strømmen, og skyde brusende gjennem Snævringen. Ved Bredderne stige hvide Dampskyer op fra Vandfald, der styrte i Floden og komme fra Kedler med kogende Vand, som indfattes af hvide Stenmasser. Hist stiger et dampende Springvand i Vejret og synker atter ned, nu hæver et andet sig paa et nyt Sted, saa begynde samtidig tvende andre at springe, det ene helt

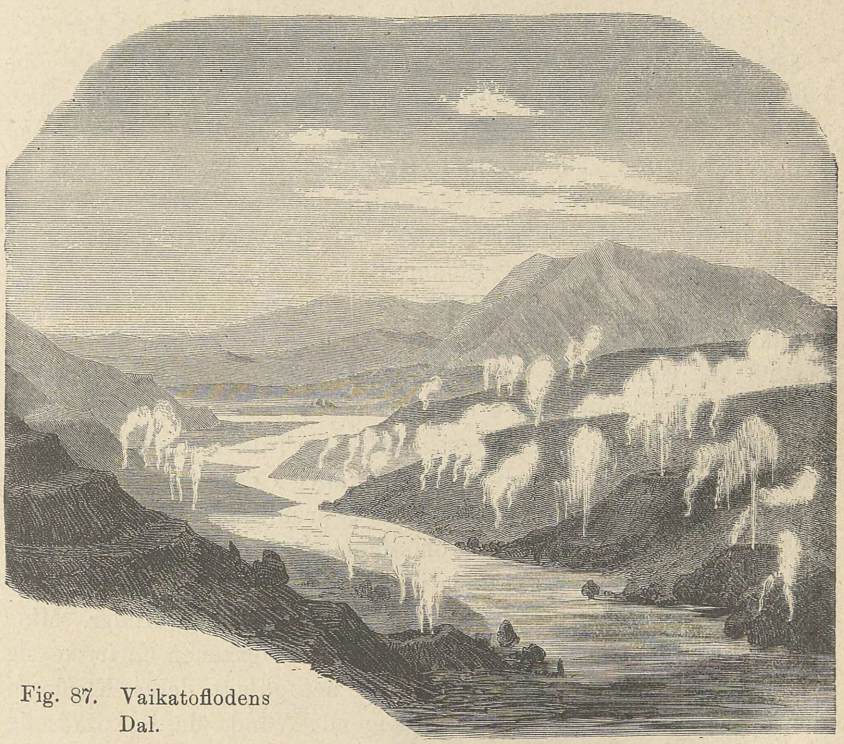


Fig. 87. Vaikatoflodens Dal.

nede ved Flodbredden, det andet lige over for paa en Terrasse, og saaledes vexler Legen videre, og det Hele tager sig ud, som om man anstillede Forsøg med et kunstigt og storslaaet Vandværk for at prøve, om Springvandene ogsaa alle kunde spille, og om Faldene havde Vand nok. Jeg begyndte at tælle alle de enkelte Steder, hvor et kogende Vandbassin var synligt, eller hvor en Dampsky antydede et saadant. Jeg talte 76 Punkter, uden dog at

kunne overskue hele Omraadet, og blandt hine fandtes flere geysirlignende Springkilder, som havde periodiske Udbrud. Det Billede, jeg udkastede paa Stedet, kan kun give en svag Forestilling om Fremtoningens hele Storslaaethed og Ejendommelighed, og endnu mindre evner Ordet det.

„Hele Omraadet strækker sig omtrent en Fjerdingvej langs begge Vaikatoflodens Bredder til Foden af det skovklædte Tutukau-Bjærg imod Nord. Den større Del af Kilderne ligger paa højre Bred, men er yderst vanskelig at komme til, da man ikke kan passere den rivende Flod ved selve Kilderne, men kun højere oppe eller længere nede, og da maa klatre omkring langs de stejle, med tæt Krat bevoxede Brinke, hvor man intet Øjeblik er sikker paa ikke at synke ned i kogende hede Dyndmasser, eftersom Jordbunden paa talløse Steder er aldeles gjennemblødt af hede Vanddampe. Jeg maatte derfor indskrænke mig til en nærmere Undersøgelse af Kilderne langs den venstre Flodbred.

„En stor Klippeflade, 120 Skridt lang og lige saa bred, der af de Indfødte kaldes den „flade Sten, Papa kohatu“, og som bestaar af hvidlig Kiselsinter, strækker sig som en skjæv Flade fra Foden af Tutukau-Bjærget og lige ud i Vaikato. Den omfatter nogle af de mærkeligste og mest betydelige Kilder i hele Omraadet, fremfor alle „Puia te mimi-a Homaiteranyi“, der ligger ved Flodbredden paa en ophøjet Del af denne „Sprudleskaal“ eller Kumme. Maaden, hvorpaa vi belærtes om denne Sprudlers Ejendommeligheder, udviser, hvor stor Forsigtighed der udkræves, naar man for første Gang og uden kjendte Førere nærmer sig slige Kilder. Mine Rejsefæller, Haast og Hay, vilde tidlig om Morgenen forfriske sig ved et Bad i Vaikatofloden og havde netop lagt deres Klæder i Nærheden af et Bassin, fuldt af kogende Vand, da de pludselig hørte vældige Drøn ved Siden af sig og saae, hvorledes Vandet svulmede mægtig op i Bassinet. Forfærdede sprang de til Side og fik lige Tid til at undgaa et Styrtebad af kogende hedt Vand; thi under Syden og Brusen slyngedes i skjæv Retning en Dampsøjle 20 Fod til Vejrs. I største Ophidselse fortalte mine Rejsefæller mig deres Æventyr med den lumske Geysir, men da jeg kom til Pletten, var Alt for længst roligt, og i det 4—5 Fod vide, kedelformige Bækken saae jeg kun det krystalklare Vand sagte boble; det holdt 95° C. og smagte som tynd Kjødsuppe. Den første

Explosion, jeg selv iagttog, fulgte Kl. 11¼ om Formiddagen. Bækkenet var kort før Udbruddet fuldt til Randen, under Mumlen og Larmen fra Midten af Bassinet kom Vandet i stadig stærkere Kog og blev derpaa med stor Kraft og under en Vinkel paa 70° slynget 20—30 Fod til Vejrs; under hvislende Larm bruste samtidig ogsaa mægtige Dampmasser op af Kjedlen og tilhyllede til Dels Vandspringet. Det Hele stod 1½ Minut paa, derpaa aftog den drivende Kraft, Vandet sprang kun et Par Fod, og 2 Minutter senere hørte hele Vandspillet op under en dump, gurglende Larm. Da jeg nu traadte hen til Bassinet, var det tomt, og jeg kunde se 8 Fod ned i et tragtformigt Hul, hvor fra sydende Vanddampe søgte bort. Lidt efter lidt steg Vandet igjen, efter 10 Minutters Forløb var Bækkenet fuldt paa ny, Kl. 1½ om Eftermiddagen fandt et andet Udbrud, Kl. 3¼ et tredje Sted, og Udbruddene synes saaledes at forefalde omtrent hver anden Time. Denne saavel som de andre Kilder afsætter Kiselsinter; de friske Aflejringer ere geléagtig bløde, efterhaanden styrkne de til en klæbrig, sandig Masse, og endelig dannes af Lagene en fast Stenmasse, som paa de forskjellige Steder vexler paa den mest mangfoldige Maade med Hensyn til Farve og Struktur".

Nordøst for den her skildrede Egn ligger Rotomahana eller den varme Sø. Paa dens Bund bryde varme Kilder frem, i dens Omgivelser damper, syder og koger det, saa at man pletvis kun behøver at grave en lille Aabning i Jorden for at faa en Ovn, man kan koge ved. De betydeligste hede Kilder ligge ved Søens østre Bred og ere nøjagtig undersøgte og beskrevne af Hochstetter, hvorfor vi ogsaa her ville indskrænke os til et Udtog efter denne Forfatter.

„Øverst staar Te-Tarata ved Søens nordøstlige Bred. Denne vældige, kogende Sprudler med sine Sinterterrasser, der naa langt ud i Søen, er det vidunderligste af Rotomahanas Vidundere. Omtrent 80 Fod over Søens Spejl, paa Skrænten af en Bakke, der er overgroet med Bregner, og hvor Vanddampe i Mængde undslippe af Huller, hvis Rande ere røde af Jærnilte, ligger Sprudlerens Hovedbassin i en krateragtig, mod Søsiden aaben Kjedel med stejle, 30—40 Fod høje, røde Lervægge. Bassinet er omtrent 80 Fod langt og 60 Fod bredt og lige til Randen fyldt med fuldkommen klart, gjennemsigtigt Vand, der i det snehvide, kiselforsintrede

Bækken skinner fuldkommen blaat, som Turkisblaa eller som mange Ædelopalers Blaa. Ved Bassinets Rand fandt jeg en Temperatur paa 84° C., saa Vandet vel maa være kogende hedt i Midten, hvor det stadig bobler flere Fod op og ned. Uhyre Dampskyer, som reflektere Bækkenets smukke Blaa, hvirvle i Vejret og hindre hyppig Skuet af hele Vandfladen; men man kan stedse tydelig høre Larmen af Sydningen og Kogningen. Min indfødte Fører fortalte, at undertiden udslynges den hele Vandmasse pludselig med uhyre Magt, og at man da kan se omtrent 30 Fod ned i det tomme Bassin, der imidlertid hurtig fyldes paa ny; slige Udbrud skulle dog kun forekomme med heftig vedholdende Østenvinde. Hvis dette virkelig forholder sig saa, er Te-Tarata-Kilden en Geysir, som spiller med lange Perioder, og dens Udbrud kunne maaske i Storslaaethed maale sig med den islandske Geysirs. Te-Taratas Bækken er større end Geysirs, den udslyngede Vandmasse maa derfor være uhyre.

„Vandet har en svag saltaltig, men ingenlunde ubehagelig Smag og besidder i høj Grad Evnen til at forstene eller rettere til at forkalke. Ligesom ved de islandske Kilder afsættes der Kiselsinter eller Kiseltuf, og Sprudleren har paa Skrænten afsat en Række Kiselterrasser, der tage sig ud som hugne af hvidt Marmor og frembyde et Skue, som ingen Beskrivelse og intet Billede evner at gjengive. Det er, som et Vandfald var styrtet ned over Trinnene og pludselig forvandlet til Sten. Hver af disse Trin have en lille ophøjet Rand, hvor fra der hænger fine Drypstensdannelser ned paa det næste Trin, og de forskjellige Trin danne lige saa mange naturlige Baderum, hvor Vandet straaler i det skjønneste Blaa, og som selv den mest rafinerte Luxus ikke vilde kunne skabe mere prægtige eller bekvemme; man kan vælge sig Bassinerne lave eller dybe, store eller smaa, alt efter Behag, og af en hvilken som helst Varmegrad, da Bassinerne paa de højere Trin, der ligge nærmest Hovedbassinet, have varmere Vand end de lavere. Nogle af Bæknerne ere saa dybe, at man bekvemt kan svømme om i dem.

„Fra Te-Taratakildens Fod fører en Sti gjennem Krattet langs Bakkens Skrænt hen til den store Ngahapu-Sprudler; den ligger omtrent 10 Fod over Søen, men tæt ved dens Bred og omgiven af tæt Krat. Den kæmpemæssige Dampsøjle, som stadig stiger til Vejrs, røber allerede i det Fjærne dens Beliggenhed. Bækkenet er

smalt, 40 Fod langt, 30 Fod bredt, Vandet i samme er klart og gjennemsigtigt, men næsten altid i frygtelig Bevægelse; kun et Par Sekunder ad Gangen er det roligt i Kjedelen; saa bølger den igjen op, snart mere til den ene, snart til den anden Kant; den sætter hvidt Skum, Vandet slynges 8—10 Fod til Vejrs, og en frygtelig Brænding af kogende hede Bølger styrte med Larm mod Bassinets Vægge, saa Tilskueren sky viger tilbage. Dog den ophøjede Rand af Kiselsinter hindrer Vandet i at strømme over Sprudlekummen.

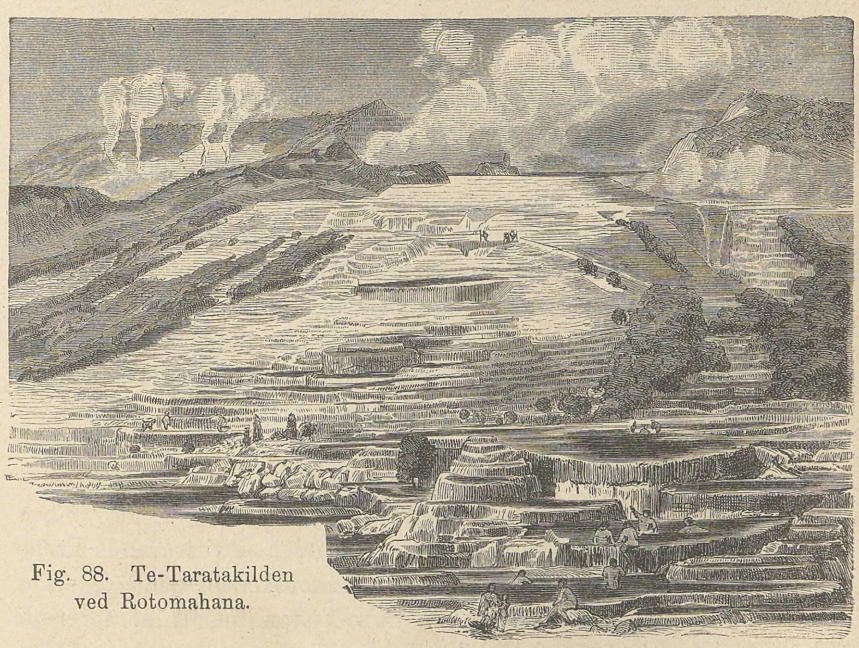


Fig. 88. Te-Taratakilden ved Rotomahana.

De Indfødte have ledet den lille Bæk fra Bassinet gjennem Render af Sinter til flere, kunstig anlagte Badebassiner. Thermometeret stiger i de varme Bølger til 98° C., Vandet faar blaat Lakmuspapir til at rødne svagt. Den Kiselsinter, som Sprudleren afsætter, har en smudsig-brun Farve, og i de Revner og Spalter, hvor Vandet damper frem, lægger man ogsaa Mærke til Skorper af Svovl.

„Nærmest ved den store Ngahapu-Sprudler ligger tæt ved Bredden Springkilden Te-Takapo, en Kjedel, som er overtrukken

med Sinter, er 10 Fod lang og bred, og har klart Vand paa 96° C.; undertiden skal denne Sprudler springe 30—40 Fod. De talrige mindre Kilder, sydende Dyndpytter, og rørformige, svagt forkalkede Huller, som ligge langs Bredden mellem Te-Tarata og Te-Takapo, have ingen særlige Navne. Ved Te-Takapo ligge nogle forladte Hytter, og faa Skridt længere frem kommer man til en Dal eller en Kløft, Waikanapanupa, det brogede Vand, der fortsættes en lille Fjerdingvej i nordøstlig Retning, og i hvis Baggrund der ligger den „grønne Sø, Rotopunamu". Adgangen til Kløften er tilgroet og noget besværlig, og der kræves en Del Forsigtighed, da man maa passere mangt et mistænkeligt Sted, hvor man staar i Fare for at synke ned i det hede Dynd. I Kløften selv ser det ud som i et Krater; de nøgne Vægge ere frygtelig spaltede og sønderrevne, æventyrlige Fjældtinder af rødt, hvidt og blaat Ler rage spøgelseagtig i Vejret og true hvert Øjeblik med at styrte sammen; det er aabenbart de sidste Rester af Grundfjældet, som opløses af de hede Dampe, der strømme frem paa alle Ender og Kanter. Kløftens Bund dannes af fint Dynd, og tykke sprængte og brudte Sintersplader ligge rundt omkring som Isflader efter en Isgang. Hist en Helvedespøl med kogende Dynd, her en dyb Kjedel med sydende Vand; ved Siden af samme et frygteligt Hul, hvor fra den kogende Damp hvislende undslipper . . ." *)

Endnu langt mere storartede Springkilder og tilsvarende Fremtoninger, der først ret ere blevne gjennemforskede i den nyere Tid, forefindes i „Vidunderlandet" ved Øvre-Yellowstone i de forenede Stater. Allerede 1856 fremdukkede dunkle Rygter om denne Egn, men først i 1870 vakte General Washburnes Beretning Opmærksomhed i videre Kredse, og det næste Aar udsendte Unionsregeringen Geologen, Prof. F. V. Hayden for at gjennemforske Egnene ved Øvre-Yellowstone (den gule Stens Flod) og Madisonfloden, og hans Meddelelser overtraf langt de højeste Forventninger.

---

*) Med foranstaaende Skildring efter Ferd. v. Hochstetter kan sammenlignes Dr. ph. Sv. Berggren: „Et Besøg i de vulkanske Egne paa Ny Zealand", i Dansk geogr. Selskabs Tidsskrift I, 141—44.

I det Følgende give vi en sammentrængt Fremstilling af Beretningen, saa vidt de egentlige Geysere angaar.

Der findes to særskilte Omraader, det ene ved en lille Biflod til Yellowstone, det andet langs Fire Hole Floden; sidst nævnte er det betydeligste og falder i et øvre og et nedre Bassin. Det nedre Bassin er først nylig gjennemforsket af Hayden. „Denne Egn frembyder et mærkeligt Skue tidlig ved Solopgang, naar Dampen hvirvler op som fra Hundreder af Skorstene, og man tror at se en hel Fabrikegn for sig". En af Geyserne „Thumping" eller „Thud Geysir" (den puffende Geysir) har sit Navn efter den dumpe Tone, som ledsager Vandets Stigen og Falden; en smuk, udtakket Rand omfatter Geyserens Aabning, og talrige mindre Bassiner ere lejrede rundt om samme. Fremdeles findes her endnu et betydeligt Antal større og mindre Geysere med Straaler paa 2—10 Fod, andre ere uafbrudt i en heftig Bevægelse, stige og falde, saa man træffende kan kalde dem „pulserende".

Syd for „Thud Geysir" ligger et stort Bækken paa 150 Fod med et Midtkrater paa 25 Fods Gjennemsnit, fra hvis indre Munding der hæver sig en Vandsøjle 30—60 Fod i Vejret; Vandet opløser sig i Millioner af Draaber og styrter atter ned som en Regn af Sølvkugler; Straalen spreder sig under Tilbagefaldet som et naturligt Springvand, saa den strømmer mindst 10 Fod ud over sin indre Rand.

En Smule syd for denne saakaldte „Fontain Geysir" koger og syder det i et mærkværdigt Dyndkrater, hvis Bækken har et Gjennemsnit af 40—60 Fod og er fyldt med en overordentlig fint fordelt Dyndmasse. Store Blærer dække sammes Overflade, og idet de springe, slynges Dyndet med en dump Lyd flere Fod højt i Vejret; da der nu samtidig dukke 20—30 Blærer op, gjentager denne Fremtoning sig hvert Sekund og fremkalder en uafbrudt Bragen. Massen udgjør et fint, kiselholdigt Ler af forskjellig Farve, fra det reneste Hvidt til livlig Kjødfarve. Større og mindre Dyndvulkaner forefindes i anseligt Antal i Nabolaget og adskille sig kun ved deres ubetydelige Omfang fra den her omtalte.

Medens det nedre Bassin omfatter et Flademaal paa mindst 30 Kvadratmil, omfatter det øvre kun henved 3 Kvadratmil og indeslutter efter Tallet færre Kilder, men til Gjengjæld udmærke de sig ved deres heftigere Virksomhed og deres skjønnere og større

Kratere. Flertallet af samme findes nær ved Floden og strækker sig 3 Mil hen langs begge Bredder.

„Strax efter vor Ankomst", fortæller Hayden, „bleve vi Vidne til et i Sandhed vidunderligt Skue. En dump Torden lød i Jordens Indre, Jordskorpen bævede i alle Retninger, og pludselig brød en Dampsøjle frem af et Krater, nær ved Flodens Rand; Stødvis fulgtes denne Dampsøjle af en 6 Fod stærk Vandstraale, som hævede sig til en Højde af 200 Fod, medens Dampen steg 1000 Fod eller højere. Det vilde falde vanskeligt at skildre den Ophidselse, som greb os, medens denne Fremtoning udfoldede sig; havde vi dvælet her nogle Dage og kunnet vænne os til de uhyggelige Forbud, vilde det vel ogsaa snart være blevet os muligt i stum Forbavselse at beundre den vidunderlige Lethed og Skjønhed, hvormed den mægtige Vandstraale hele 20 Minutter blev dreven op til den svimlende Højde. Efter Udbruddet svinder Vandet flere Tommer i Bækkenet, og Varmegraden synker langsomt ned til 65,6° C. Ingen af Dalens øvrige Geysere synes at virke med en Kraft, som kan sammenstilles med „Grand-Geysir"s, hvis krystalklare Bølger risle frem af to Huller, af hvilke det uanselige mindre, der holder $2^1/_4$ og 4 Fod, dog er Hovedstraalens Udgangsaabning. I en Omkreds af 10 Fod har der afsat sig afrundede Masser Kiseljord fra nogle Tommer til 3 Fods Mægtighed, og som ligne Svampkoraller; Bunden af Bækkenet udviser tilsvarende Forhold, og Randen er overordentlig sirlig udsmykket med perlelignende Smaakugler. Uden for findes endnu fordelt flere trekantede Beholdere paa $1^1/_2$—3 Fods Vidde og talrige mindre, alle fyldte med gjennemsigtigt Vand og med nydelige Indfatninger. Naar Vandet langsomt siver bort, danner der sig ved Fordampningen brede, flade Bassiner med fint farvede Forsteninger, der undertiden se ud som Hovederne af Jordsvampe, og enhver af de talløse Smaakanaler fremtræder i den herligste Farvepragt. Den store Aabning synes hvert tyvende Minut at komme i Oprør og stuver hele Vandmassen 10—15 Fod til Vejrs; men skjønt begge Huller ligge inden for samme Rand, kunde jeg dog ikke komme til Sikkerhed om, hvor vidt der existerer nogen som helst Forbindelse mellem dem. Rører det sig i den større Aabning, viser „Store Geysir" ikke Spor af Bevægelse, begge virke ganske uafhængig af hinanden. „Store Geysir" havde under vort Ophold tvende Udbrud

med et Mellemrum af 32 Timer; de ere imidlertid ikke nøjagtig periodiske, og kun flere Dages Iagttagelse vilde kunne give tilstrækkelig Oplysning herover.

„Vor Forskning efter nye Vidundere førte os tværs over Fire Holefloden til en jævn Tufskraaning, og pludselig stode vi over for et stort ovalt Svælg med et Gjennemsnit af 18 og 25 Fod, med takkede Rande og bratte Vægge af graahvide Kiselsinter, der vare synlige til en Dybde af 100 Fod. Vand kunde vi ikke skimte; kun nede i Dybet gurglede og kogte det. Pludselig begyndte Vandet at stige, kogende og skummende at udstøde mægtige Dampskyer, saa vort Selskab skyndsomst greb Flugten. Da Massen var naaet omtrent 40 Fod fra Overkanten, syntes den at beroliges, vi ilte til og saae Vandet frygtelig bølgende og skummende, medens det af og til slyngede hede Smaastraaler op til Mundingen. Da syntes Massen paa én Gang at falde i frygtelige Krampetrækninger; med en saadan Fart, at vi næppe havde Tid at redde os til en sikker Afstand, steg Vandet med en mægtig Svulmen henved 60 Fod over Bækkenets Rand, og Toppen af denne Vandmasse blev gjennembrudt af 5 eller 6 mindre Vandsøjler paa 6—15 Tommers Diameter; de naaede op til den forbavsende Højde af 250 Fod og syntes at hidrøre fra Siderør, der i Nærheden af Overfladen forenede sig med Hovedrøret. Dette storartede Udbrud varede omtrent 20 Minutter og var det vidunderligste, vi nogen Sinde have set. Vi vendte Ryggen mod Solen, dens Straler fyldte de funklende Vandsøjler og Taageskyer med Myriader af Regnbuer, som under bestandig Vexling bølgede frem og tilbage, forsvandt og afløstes af andre; opløste i talløse Smaakugler styrtede de mindre Straaler tilbage som i en Diamantregn, og enhver Skygge, der kastedes paa Vandkeglen fra en lidt tættere Dampsky, straalede med en prismatisk Farveglans, som i Pragt lignede den mest vidunderlige Helgenglorie. Alt Tidligere traadte i Skygge over for dette Skue, og vi havde den Lykke i et Tidsrum af 22 Timer at kunne beundre tvende saadanne Udbrud. Denne Geysir kaldte vi „Kæmpekvinden“ (Giantess). I en Afstand af 150 Alen fandt vi en 3 Fod høj symmetrisk Kegle, „Bikuben“ (Beehive), hvis Tilværelse vi næsten havde overset ved Siden af alle disse Vidundere, og som vi ikke engang vilde have holdt for en Geysir, dersom „Bikuben“ ikke havde overtydet os om det Modsatte ved et storartet Udbrud,

der holdt ved i 18 Minutter, og hvis Højde vi trigonometrisk kunde bestemme til 219 Fod. Omtale værd er ogsaa „Viften“ (Fan Geysir) og „Pyramiden“.

„Paa Tilbagevejen til Yellowstone-Søen fulgte vi Fire Hole-floden op mod dens Kilde. Tidlig om Morgenen, netop som vi lavede os til at forlade Dalen, gav den store gamle Geysir, der ligesom holder Vagt ved sammes øvre Del, os endnu et prægtigt Afskedsskue; næsten uden noget forudgaaende Varsel sendte den en 6 Fod tyk Vandstraale 100—150 Fod i Vejret og syntes et helt Kvarter at holde Straalen i samme Højde ved rask paafølgende Stød, til den igjen hurtig sank sammen, og der efter Vandets Bortstrømning herskede den tidligere Ro i Bækkenet. Dette er en af de mest taknemmelige Geysere i hele Bassinet, og da den arbejder med stor Regelmæssighed, én Gang i hver Time, og udmærker sig ved sin ejendommelige Beliggenhed, blev den kaldet: „Gamle Trofaste“ (Old Faithful)“ *).

Den bekjendte tyske Kemiker Bunsen har givet en tydelig og utvungen Forklaring af alle de Fremtoninger, som ere forbundne med de periodiske Geysir-Udbrud. Efter samme ere de intermitterende Udbrud betingede dels af Rørets Opbygning, dels af Dannelsen af større Dampmasser i Rørets dybe Del. Paa Island som i Nordamerika, paa Japan som i New-Zealand gaar den fremadskridende Udvikling for sig paa samme Maade, og Springkilderne gjennemløbe uforanderlig de samme Trin i deres Tilværelse. Enhver Geysir har først været en Reykir, som Islænderne sige, det er en dampende varm Kilde. Det hede Vand, som er mættet med Kulsyre og Alkalier, opløser Tuffen i Kildens Omraade samt betydelige Mængder af Kiselsyre, og ved Vandets Fordampning udfældes Kiselsyren under Form af Opaler og Kiselsinter igjen omkring Kildens Bassin. Paa denne Maade maa Kildens Bassin sluttelig blive overbygget af en Høj af Kiseljord med et Rør i Midten, hvoraf det

*) Med denne Skildring efter F. W. Hayden kan sammenlignes Fr. Visby: „En Udflugt til Yellowstones vulkanske Egne“ i Dansk geogr. Selskabs Tidsskrift 1878 (Extraheftet).

varme Vand udstrømmer. Betingelsen for, at Kogning overhovedet kan indtræde, er, at Vædsken har en saa høj Varmegrad, at Trykket af Dampene kan overvinde det Tryk, der hviler paa de enkelte Dampblærer. Under almindelige Forhold er dette Tryk ligt med Luftens, og kun naar Karrets eller Beholderens Dybde er meget stor, kommer ogsaa Trykket af den oven over liggende Vandsøjle i Betragtning, og de nederste Vandlag maa i saa Fald, for at komme i Kog, have en Varmegrad, der kan være betydelig højere end Vandets sædvanlige Kogepunkt.

Bunsen undersøgte nu Varmeforholdene i Geysir kort før et Udbrud og fandt, at Temperaturen ved Bunden var 126° C. eller 10 Grader lavere end den Varmegrad, ved hvilket Vandet koger under det daværende Tryk. Overalt gjennem hele Røret var Vandet flere eller færre Grader under den Varmegrad, ved hvilken det koger ved det Tryk, det paa disse Steder var underkastet; men omtrent midt i Røret var Varmegraden kun 2 Grader under Kogepunktet. Vi kunne nu let forklare os den hele Udvikling. Tænke vi os nemlig, at Varmegraden ved de indre vulkanske Kræfter et Sted, f. Ex. midt i Røret, naar Kogepunktet, vil der her finde en større eller mindre Dampdannelse Sted; de udviklede Dampe hæve Vandsøjlen noget i Vejret, og en Del af Vandet strømmer ud af Røret for oven. Herved er imidlertid Vandsøjlens Højde bleven formindsket, Kogepunktet paa de forskjellige Steder synker, og Vandets forhaandenværende Varmegrad kan da let naa eller endogsaa overskride det til det mindre Tryk svarende Kogepunkt. Der finder da en voldsom Dampudvikling Sted, som frembringer de stærke Explosioner og Udslyngninger af Vandmasser, der karakterisere Geysernes Udbrud. Det er saaledes ganske de samme Aarsager, som fremkalde de frygtelige Explosioner, der kunne indtræde som Følge af ubetydelige Brud paa en Dampkjedel.

Hvert sligt Udbrud forøger imidlertid Højen omkring Røret, der udkræves derfor stadig et større og større Tryk, naar Dampdannelsen og Udbruddet skal kunne indtræde, og naar den neden fra tilstrømmende Varme ikke mere strækker til, kan der ikke mere paafølge noget Udbrud. I Steden for en Geysir ser man nu hine dybe, med varmt Vand opfyldte Bassiner, som Islænderne kalde Laug, og i hvis klare Vande man undertiden endnu kan skjelne den gamle Geysir-Aabning.

7. Mineralske Kilder.

Intet som helst Kildevæld er fuldkommen kemisk rent; dets Vande ere altid mer eller mindre blandede med Bestanddele fra de underjordiske Lag, som gjennemstrømmes af Vandaarerne. Man betegner imidlertid kun en Kilde som mineralsk, naar de opløste mineralske Stoffer eller Gasarter umiddelbart kunne iagttages gjennem Smagen eller Lugten.

Der hengik mange Tider, før den simple Sandhed kunde blive almindelig anerkjendt, at Mineralkildernes Rigdom paa fremmede Stoffer kun skyldes denne Opløsning af underjordiske Lag; man fantaserede om umulige, underjordiske Processer, hvorigjennem de Stoffer, som indeholdes i Mineralvandene, umiddelbart skulde fremgaa, og endnu i Aaret 1827 forsvarede Keferstein denne taabelige Opfattelse og troede, at man maatte forklare Maaden, hvorpaa Mineralstofferne opstaa i Kildevandet, som en Slags Livsvirksomhed af Jordkloden. Omvendt mindede Steffens om Elektriciteten og opfattede Bjærgene som mægtige voltaske Søjler, der af ukjendte Stoffer frembragte Kildernes mineralske Bestanddele. Og dog havde allerede Aristoteles, Plinius og Galenus udtalt, at Kilderne ikke have andre Bestanddele, end de have truffet paa i Jorden, og Rigtigheden af denne Opfattelse godtgjordes senere ved visse Saltkilder (Soolekilder), i hvis Nærhed man ved direkte Boringer naaede underjordiske Saltlag. Fremdeles paaviste Fournet i Auvergnes Gruber en Opstigning af Kulsyre, som ogsaa forsynede nærliggende Kilder, og Boussingault og Rivero fandt ved visse sydamerikanske varme Kilder, at deres mineralske Bestanddele og Gasarter nøjagtig vare de samme, som fandtes i nærliggende Vulkaner. I 1826 paaviste dernæst Bischof, hvorledes man paa en simpel og tilfredsstillende Maade kunde forklare mineralske Kilders Fremkomst, dels ved Bjærgmassernes Udvaskning, dels ved deres Opløsning gjennem kulsyreholdigt Vand. Endelig har F. A. Struve fuldstændig godtgjort vor Opfattelses Rigtighed ved at fremstille kunstige Mineralvande, som i kemisk Henseende fuldstændig svare til de naturlige.

Den Mængde faste Stoffer, som bringes for Dagens Lys gjennem de mineralske Kilder, er meget betydelig; for Karlsbader-Thermerne

løber denne Masse aarlig op til 12 Millioner Pund Soda (kulsurt Natron) og 20 Millioner Pund Glaubersalt (svovlsurt Natron). De varme Kilder i Byen Bath ere ingenlunde særlig fremtrædende med Hensyn til Mængden af de i dem opløste mineralske Stoffer, og dog vilde man efter Professor Ramsays Beregninger i Løbet af et Aar kunne fremstille en Søjle paa 150 Fods Højde og 10 Fods Gjennemsnit af de i disse Kilder opløste Masser Gibs og Glaubersalt; nu løbe disse Stoffer umærkelig bort gjennem Avon; men hvis man tænker sig dem afsatte rundt omkring Kildernes Munding, som Kiselsinteren ved Geyserne, vilde der inden føje Tid fremkomme et helt lille Keglebjærg med en Krateraabning. Den hede Svovlkilde i Warasdin-Teplitz (Kroatien) skal siden vor Tidsregnings Begyndelse have ført 8000 Millioner Pund mineralske Stoffer op til Overfladen.

Allerede langt tilbage i Tiden har man gjort den Erfaring, at de mineralske Kilder i mange Sygdomme øvede en gavnlig Virkning; man har derfor kaldt dem Sundhedskilder. Saaledes kjendte Grækerne Ædepsoskilden paa Euböa, Agamemnonsbadene ved Smyrna, Romerne benyttede Svovlkilderne ved Bajæ, Thermerne i Wiesbaden og Aachen o. s. v. Paa Grund af det varme Vands større opløsende Evne ere Thermerne fortrinsvis Mineralkilder; men der forekommer dog ogsaa varme Kilder, som have næsten kemisk rent Vand. Efter de Bestanddele, som fortrinsvis indeholdes i Mineralkilderne, kan man dele dem i Surbrønde, Glaubersaltskilder, Jærnkilder, Kogsaltkilder, Bittervandskilder, Svovlkilder og Kalkkilder.

Surbrøndene, som udmærke sig ved deres Righoldighed paa Kulsyre og kulsurt Natron, findes fortrinsvis i Nærheden af endnu virksomme eller udslukte Vulkaner. Det fra Jordens Overflade nedtrængende Regnvand mødes i Dybet med den opstigende Kulsyre, mættes med samme og træder senere som Kilder frem for Dagens Lys. Talrige Surbrønde findes i Eifelbjærgene (en Del af de rhinske Skifferbjærge), særlig i Omegnen af den oven for, Side 236—37, omtalte Laacher-Sø, hvor man ogsaa umiddelbart kan studere Surbrøndenes Dannelse. Mange Steder finder man nemlig her Hulninger, som fyldes med Overfladevand og danne virkelige Surbrønde; øser man Vandet bort af en slig Hulning, kan man overtyde sig om Gassens Opstigning. Ved Laacher-Sø finder man fremdeles 10 Fod over Vandspejlet en Grube paa omtrent 7 Fods

Vidde og 3—4 Fods Dybde, paa hvis Bund man stadig kan finde døde Smaadyr, og hvor man mærker Kulsyregassen, naar man bøjer sig ned over Aabningen; denne Grube har alt længe været kjendt og har muligvis fremkaldt det ved Rhinen gængse Sagn, at ingen Fugl kan flyve over Søen uden at kvæles. I selve Søen kan man ogsaa tæt ved dens Bred iagttage Opstigningen af Luftblærer. Efter en ualmindelig høj Maalestok foregaar dernæst en Udstrømning af Kulsyre ved Landsbyen Wehr, en Mil fra Laacher-Sø; paa den saakaldte Wehrer-Mose findes her talløse Mineralkilder, der ikke have noget Afløb og derfor danne en Mose af betydelig Udstrækning; kun i den tørre Tid, naar de enkelte Tuer, der som Øer rage op over Mosen og ere bevoxede med Rør og Siv, ligge tørre, kan man uden Livsfare vove sig ind i Mosen og nøjere iagttage den uhyre Udvikling af Kulsyre rundt omkring sig; Kulsyregassen udvikler sig som Blærer paa et helt Hoveds Størrelse og driver Surbrøndvandet fodhøjt i Vejret, og man kan allerede i betydelig Afstand høre Gassens Brusen. Hvilke betydelige Mængder Kulsyre der her i umindelige Tider maa være udstrømmede, kan man slutte sig til af den Mængde Jærnokker, som er afsat rundt omkring, og hvoraf der aarlig indvindes ikke ubetydelige Mængder.

Man inddeler Surbrøndene i almindelige, alkaliske og alkalisk-muriatiske. De første ere rige paa Kulsyre, men indeholde kun meget faa andre Bestanddele; de levere et stærkt musserende, i Reglen meget behageligt Drikkevand. Tallet paa denne Art Kilder er ualmindelig stort; de berømteste ligge ved Rhinen og dens Sidedale (Apollinaris, Heppingen, Lamscheid), andre i Bøhmen.

De alkaliske Surbrønde indeholde foruden Kulsyren navnlig kulsurt Natron; der gives baade varme og kolde, og de nyde med Rette et vidtbredt Ry som lægende; til de kolde høre Bilin-Kilderne ved Teplitz og Kilderne Elöpatak i en vildt romantisk Dal i Transilvanien; blandt de varme mærkes de alt af Romerne kjendte Kilder ved Mont Dore i Auvergne og de berømte Vichykilder.

De alkalisk-muriatiske Surbrønde indeholde Kogsalt og ere ligeledes enten kolde eller varme; blandt de første mærkes særlig de vidtberømte Kilder, som sprudle frem paa en Eng ved Niederselters; blandt de varme staa Thermerne ved Ems i første Række.

Glaubersaltskilderne indeholde foruden kulsurt tillige svovlsurt Natron og ere dels kolde, dels varme; blandt de kolde

høre flere Kilder ved det berømte Badested Marienbad, Elisabethskilden ved Ofen og Kilderne ved Tarasp i Graubünden; blandt Thermerne ere Kilderne ved Karlsbad i Bøhmen de mest berømte. Sagnet tilskriver Kejser Karl IV deres Opdagelse og hensætter denne Begivenhed til Aaret 1347. Thermerne ere talrige i Tepels Flodleje og i Kjælderne til mange Huse; Hovedkilden, Sprudleren, ligger ved Tepels højre Bred og strømmer frem med stærk Brusen; den svulmer 18—19 Gange op i Minutten. Den Kalksten, hvoraf Vandet trænger frem, har dette selv afsat, idet Kulsyren, som optages i Dybet, slipper bort, hvorpaa Kalkstenen afsætter sig som Sinter, idet den forstener alt. Denne Kildekalk dækker sandsynligvis et meget stort, dybt liggende Bassin, hvorover en Del af Karlsbad er bygget, og som er fyldt med varmt Vand; overalt, hvor man gjennemborer disse Hvælvinger, strømmer varmt Vand frem. Aabningerne, hvor fra Dampene fremvælte, blive fra Tid til anden rensede og friede fra Forsteningerne; hemmes Vandets Udstrømning paa et enkelt Sted, forstærkes Udløbet paa de andre.

Jærnkilderne have koldt Vand og indeholde foruden fri Kulsyre tillige kulsurt Jærnforilte, kulsurt Natron og svovlsure Salte; de falde i forskjellige Grupper. Til de rene Jærnvande, som ere rige paa Kulsyre, høre Kilderne i Bjærgdalen ved Schwalbach, Staalbadene i Ardennerne ved Spaa og flere. Alkaliske og alkalisk-salinske Jærnvande, som ogsaa indeholde kulsurt og svovlsurt Natron, ere Franzensbad og det meget besøgte Cudowa i Grevskabet Glatz. De jordagtig-salinske Jærnvande indeholde fremdeles kulsur og svovlsur Kalkjord; herhen høre Jærnsurbrøndene ved Pyrmont, Staalkilderne ved St. Moritz i Øvre-Engadin, de Kilder, som bryde frem ved Wildungen i Waldeck, og mange andre. Jærnkilder, som ere rige paa svovlsur Jærnforilte, ere Alexisbad i Nedreharzen, Kilderne ved Muskau i Nedrelausitz o. s. v.

Kogsaltkilderne indeholde navnlig Kogsalt, derhos i Reglen ogsaa andre Chlorforbindelser, hyppig kulsurt Jærnforilte og undertiden Jod- og Bromforbindelser. Saltvande af saadan Righoldighed, at man fabrikmæssig kan indvinde Kogsalt af dem, kaldes Saltsooler. Til de simple Saltkilder høre de kolde Kilder ved Kissingen og Homburg, de varme Kilder ved Aachen, Baden-Baden, Burtscheid, Wiesbaden; jod- og bromholdigt Saltvand have Kreuznach, Salzbrunn, Hall ved Steyr.

Saltkilder fremtræde i alle Egne af Jorden; i de fleste Tilfælde er Saltholdigheden kun ringe; dog forekomme ogsaa Kilder — f. Ex. ved Lüneburg —, der næsten ere mættede med Salt. Til de mærkværdigste Saltkilder høre Thermerne i Dalen Tuzla-ssu i Nærheden af Troja. Fra de omsluttende Klippevægge siver det varme Vand ned og danner overalt Saltafsætninger; Jorden er rundt omkring overtrukken med hvide Saltlag, saa den ser ud, som den var dækket med Sne; trænger man videre frem over den øde Flade, staar man sluttelig foran bratte Bjærgvægge, hvor fra en mægtig Saltkilde sprudler frem i en stor Bue og, understøttet af andre svagere Kilder, danner en Bæk med kogende Saltvand, som bugter sig frem mellem skumle Klipper.

Bittervandskilderne indeholde foruden en ringe Del Kulsyre navnlig større Mængder af Glaubersalt og engelsk Salt. Herhen høre Kilderne ved Friedrichshall i Hertugdømmet Meiningen, som levere det bekjendte Bittervand, Hunyadi-Jánoskilden ved Ofen, de fem Brønde ved Landsbyen Püllna mellem Teplitz og Karlsbad, og endelig de Kilder, som den bøhmiske Landsby Saidschütz har at takke for sit Ry.

Svovlkilderne ere alt kjendelige ved Lugten af Svovlbrinte; herhen høre de otte Kilder ved Barèges i Pyrenæerne, Bagnères de Luchon i Departementet Øvre-Garonne, Heustrich i Kanton Bern og flere.

Kalkkilderne indeholde overvejende kulsur og svovlsur Kalk og Chlorcalcium; de forekomme baade som kolde og varme Kilder; blandt de sidste mærkes særlig de berømte Thermer ved Leuk i Kanton Wallis.

Den kulsure Kalk, som afsættes af slige Vande, danner undertiden vidtstrakte Lag af Kalktuf eller Kalksinter. Næsten alle danske Kilder ere Kalkkilder, ved enkelte, f. Ex. ved Skanderborg, finder en ikke ubetydelig Aflejring Sted, og denne Kildekalk har tidligere været benyttet til Bygningssten. Særlig gaar denne Afsætning hurtig og rigelig for sig ved de hede Kalkkilder, som man derfor hyppig betegner som forstenende. Mest bekjendte i denne Henseende ere, som alt oven for nævnt, Kilderne ved Karlsbad, hvor en Del af Staden hviler paa de Lag, som saaledes ere afsatte, og hvor enhver Gjenstand, som henlægges i Vandet, efter en kort Tids Forløb overdrages med Kalksinter. Vidtstrakte

Lag af Kalktuf finder man fremdeles i Harzen og Thüringer-Wald; her afsættes den endnu hyppig og undertiden saa hurtig, at man af og til maa udhugge de Mølledamme, hvorhen Kilderne ledes. Hos Oldtidens Forfattere findes endog Fortællinger om Vandløb, som have bygget Broer over sig selv. Et Exempel herpaa har

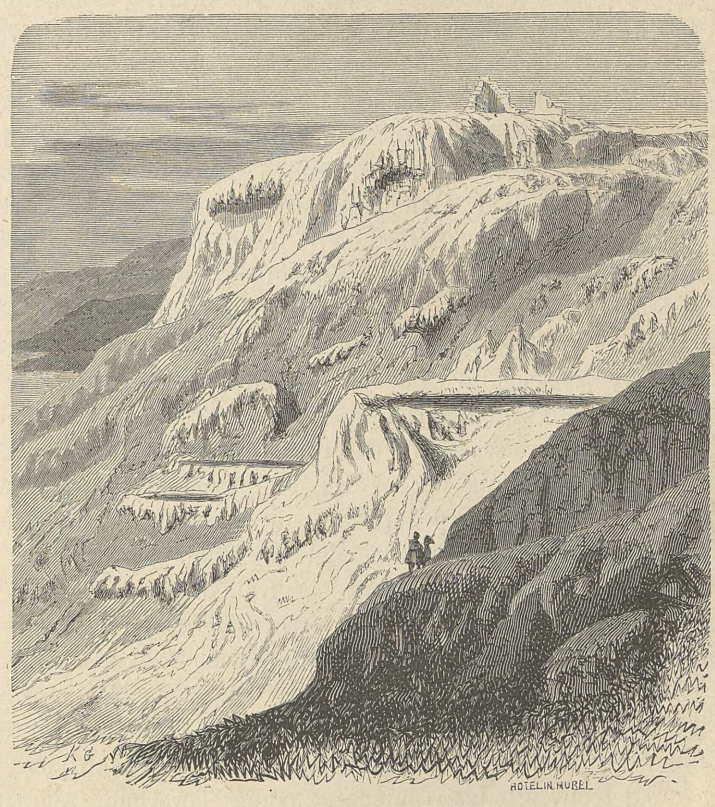


Fig. 89. Pambuk Kalissi.

man i den varme Kilde St. Allyre ved Clermont i Auvergne. Kildens Afløb havde lidt efter lidt omgivet sig med en Kalktuf, som endelig voxede op til en uhyre Stenmur, paa hvis Ryg Vandet bredte sig og flød videre; Muren fik Navn Pont natif de St. Allyre, fordi den stadig bredte sig videre og videre, til den naaede Randen af en Bæk, hvis Vande hindrede Kalktuffens Afsætning i

dens Leje, men gav Anledning til, at Tuffen lidt efter rykkede hen over samme og videre frem paa Bækkens modsatte Side. Man har senere sprængt en større Aabning for at skaffe Bækkens Foraarsvande Afløb; Muren har her en Højde af flere Fod paa en Bredde af mere end 4 Fod.

E. Smyth har ved Tauruskjædens Nordskrænt, mellem Erzerum og Trapezunt, fundet en endnu langt mere storartet Dannelse. En varm og stærk gasholdig Kilde, som styrter ned ad Kalkbjærgenes Skrænt, har her over en Flod slaaet en Bro af Tufsten og Stalaktiter med en mægtig Bue, under hvilken Strømmen rolig fortsætter sin Vej. Denne hele Naturbro er nu dækket med Jord og Planteveext, og længere nedad staar en anden Bro halvvejs færdig ud i Floden. Mærkværdige Dannelser fremtræde ogsaa sydøst for Smyrna, nær ved Hieropolis's Ruiner. Delt i fire Arme styrter her et mægtigt Vand ned i Dybet midt gjennem faste Stalaktitgrupper. „Set neden fra", fortæller Ritter, „skyder Strømmen som sølvhvid Skum frem af mørke Grotter; over samme hvælve sig kolossale Grupper, der tage sig ud som et hængende Krat af Taarepile; det er kridhvide Stalaktitdannelser med et Udseende som uldagtigt Skum. Dette fantastiske Skue retfærdiggjør fuldkommen det moderne Navn „Pambuk Kalissi" eller Bomuldskastellet, som det fører hos de omboende Tyrkere". I de romerske Vandledninger, der fra Eifels Højder strække sig dels til Køln, dels til Trier, har der i Aarhundredernes Løb afsat sig Kalksinter i saa betydelig Mængde, at man heraf har kunnet forfærdige Søjler, som hist og her findes i Kirkerne paa Eifel; efter Bischofs kemiske Undersøgelser bestaar denne Sinter af næsten ren, kulsur Kalk. Italiens kalkrige Apenninerkjæde giver Halvøens Vande Æmner til talrige Afsætninger; der gives her ikke blot forstenende Kilder, men endog forstenende Floder, saaledes navnlig Teverone (Anio), som danner Cascaderne ved Tivoli. Man udsætter alle Slags Smaagjenstande for Vandstøvet, som i Løbet af faa Dage overtrækker dem med den glimrende smaakornede Kalksinter, hvorpaa de sælges til de Fremmede som „Confetti de Tivoli". Romernes „Lapis tiburtinus", den nu saakaldte „Travertin", hvoraf man har opført saa mange berømte Bygningsværker, t. Ex. Colosseum, dannes endnu den Dag i Dag efter storartet Maalestok ved Tivoli.

8. Underjordiske Vandløb. Huler.

I foregaaende Kapitel henviste vi allerede til den Mængde Bestanddele, som de mineralske Kilder føre op fra Jordens Dybder (se oven for S. 288). Som en Følge af denne uafbrudte Fjærnelse af faste Æmner udvides de Kanaler, hvori Vandet løber paa sin underjordiske Vej, og vi kunne meget vel tale om uhyre vandfyldte Reservoirer, der paa visse Steder maa findes under Jordens Overflade. Nauheimer-Kilderne levere aarlig omtrent en Million Kubikfod Salt, og da de have strømmet i umindelige Tider, kan man danne sig en Forestilling om de Udhulninger, disse Kilder have foraarsaget i Jordens Indre. I Følge en anstillet Beregning maa Nauheimer-Kilderne med deres nuværende Vandfylde og Saltholdighed i Løbet af 4000 Aar have kunnet udhule et Rum, der i Volumen kunde svare til Rhinens Flodseng mellem Bingen og Coblenz; det er nu en historisk Kjendsgjerning, at disse Kilder have existeret i næsten 2000 Aar, og ingen Geolog vil tage i Betænkning at tillægge dem endog en højere Alder end 4000 Aar; man kan heraf slutte sig til, hvilke uhyre underjordiske Hulninger der maa existere alene i Nauheims Omgivelser; hvor dybt de ligge, og hvilken Form de have, kan man ikke vide; men de maa under alle Omstændigheder være til, og vi maa tænke os dem opfyldte med Vand.

Foruden Stensalt er det navnlig Kalksten, Dolomit og Gips, som opløses og bortføres af Vandet, hvorfor det især er i disse Stenarter, at man finder vidtstrakte underjordiske Vandløb og Huler. I tidligere Tider fremførte man de mest taabelige Formodninger om disse Hulers Oprindelse; nu til Dags ere dog alle enige i at betragte dem som et Værk af Vandet, og en Undtagelse herfra danne blot enkelte Huler i vulkanske Egne; men disse kunne aldrig i Storslaaethed stilles ved Siden af dem, vi her alene have for Øjet I talrige Huler træffer man nu ikke mere paa betydelige Vandløb; men det Sand og Grus, de gjemme, ere et slaaende Vidnesbyrd om tidligere voldsomme Vandstrømme, og at disse nu til Dags ere forsvundne, er ikke noget Paafaldende, naar man betænker, at Vandet ved Jordlagenes forandrede Retning maa søge andre Veje; i de tilgængelige Huler vil man derfor ogsaa

finde, at Vandet lidt efter lidt har søgt og fundet en Udvej til dybere og dybere Rum. De fleste Huler fremtræde som kirkelignende Haller, der ved smalle Spalter, Kløfter og Kanaler staa i Forbindelse med andre, højere eller lavere Hvælvinger.

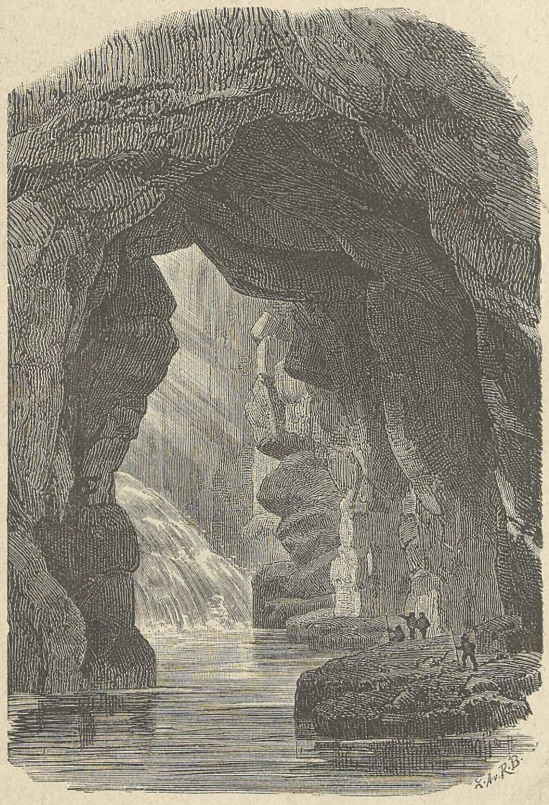


Fig. 90. Parti af Satanshulen.

En særlig Pryd for Kalkstenshulerne ere Drypstensdannelserne, der i sælsomme Former fremtræde paa Lofter og Vægge, og som Indbildningskraften med let Møje omskaber til fantastiske Skikkelser; snart ligne de uhyre Orgeler, snart Vandfald, som ere stivnede af Kulde, snart Piller og Taarne, snart fine Slør og Gardiner. Maaden, hvorpaa denne Drypsten er fremkommen, er simpel nok. Hvor det med kulsur Kalk mættede Vand bliver hængende i Draaber, udskille sig smaa Kalkdele, og efter en tilstrækkelig lang Tids Forløb danner der sig Ophobninger, som ligne Istapper. Man kalder dem Stalaktiter. De nedfaldende Draaber ere heller ingenlunde fri for Kalk, der samler sig paa det Sted, hvor Draaberne falde, og saaledes giver Anledning til, at der opstaar en Tap, en Stalagmit, som stræber opad. Stalaktiten voxer nedad, og naar Aarsagen til deres Vext varer ved, maa de tvende

sluttelig møde hinanden, og saaledes opstaa de Søjler af Kalksinter, som ligne Orgelpiber og hyppig ved deres Finhed vække Tilskuerens Beundring. Uhyre Tidsrum maa være forløbne, inden slige Bygninger af kalkholdige Vanddraaber kunde fuldføres i Jordens Skjød. Efter Maalinger, som Boyd-Dawkins har foretaget paa en Stalagmit, der efter sin Form er bekjendt under Navnet „Jockey Cap", anslaar denne Forfatter Stalagmitens aarlige Vækst til $7^1/_2$ Millimeter (omtr. $^1/_4$ d. Tomme). I Adelsberghulen opdagede man i Begyndelsen af dette Aarhundrede Skelettet af et Menneske, der sandsynligvis havde forvildet sig i de labyrinthiske Gange; nu var det fuldkommen overdraget med en Drypstensmasse. I en Hule i Franken opsamlede man det over en Stalagmit neddryppende Vand, og man fandt, efter Pfaffs Angivelser, at den Kalkmængde, som paa denne Maade blev opsamlet i 24 Timer, beløb sig til $^1/_8$ Gram ($^1/_{4000}$ d. Pund); i dette Tilfælde vilde der altsaa udfordres mere end 2000 Aar for at levere en Kubikfod Drypsten.

I Tyskland findes flere Omraader, hvor man støder paa mægtige underjordiske Huler; mest bekjendte ere Hulerne i det frankiske Schweiz, særlig Gailenreutherhulen ved Göszweinstein. Den opviser flere Etager og Kamre, og en videnskabelig Undersøgelse af Hulens Bund har godtgjort, at den i en tidligere Periode var beboet af Løver, Bjørne og Hyæner. Nu til Dags er den let tilgængelig, hvilket ligeledes gjælder om den 1793 af Professor Rosenmüller opdagede Hule ved Muggendorf. Mindre bekjendte og tilgængelige ere de underjordiske Kamre og Gange paa Altmühlalps Højslette (i Rauhe Alb i Bayern), med hvilke Kugler har gjort os bekjendt. Syd for Raitenbuch ved et Skovbryn ligger det saakaldte Hohloch, som Döderlein kalder „den højst mærkelige, Mennesker og Dyr opslugende Hule". Den er 8—10 Fod bred, og Sidevæggene lude mod hinanden. Man angiver Dybden til 70 Fod. Ved Middagstid om Sommeren, naar Solstraalerne falde mere lodret ned, ser man enkelte Hvælvinger i den gjennembrudte Sidevæg; hvorledes der egentlig ser ud der nede, kan Ingen fortælle, men det er en Tradition hos Landbefolkningen, at i Dybet gaa mange, umaadelig lange Gange ud fra hverandre. I Sammenhæng med disse Huler staa Jordfaldene oppe paa Højsletten. De kaldes af Beboerne „Reindeln". „Deres Tal", bemærker Kugler i sin Beskrivelse af Altmühlalp, „øges endnu fra Tid til anden, og det selv paa Steder, hvor de

kunne udsætte menneskelige Boliger for Fare; det indtraf t. Ex. to Gange for faa Aar tilbage. Ved Landsbyen Oberndorf, paa Khevenhüllerbjærget ved Beilngries, viser man et Sted, hvor en hel Landsby paa en saadan Maade er sunken ned, og dette er intet Folkeæventyr; men Byen har virkelig været til, hed „Frankendorf" og forekommer i Dokumenter fra Aarene 1305 og 1306 sammen med Oberndorf og andre Landsbyer. Disse „Reindeln" ere et uomstødeligt Bevis for, at der i Bjærgmassens Indre forefindes en Mængde Huler og Gange, maaske vidtforgrenede Hvælvinger, som, naar de bleve gjorte tilgængelige, vilde byde Geologen og vel især Naturforskeren et højst mærkeligt Stof. Disse Huler ere utvivlsomt Vandbeholderne for de Kilder, som bryde frem i Dalene, og levere ogsaa Vandmasserne til de Udbrud, som af og til forefalde i Dalenes Skrænter. Midt om Sommeren og i det smukkeste Vejr brød saaledes for omtrent 60 Aar siden en betydelig Vandmasse pludselig frem af Bjærgvæggen neden for Landsbyen Windischhof og henved 300 Fod fra Landevejen; Strømmen banede sig Vej til Kløften „Ulvesvælg" (Wolfsdrossel) og gjennem samme ned til Dalen og ud i Altmühl; den varede ved omtrent 30 Timer og var saa stærk, at Spekulationen allerede tænkte paa at anlægge en Mølle".

Den øde, lidet opdyrkelige Kalkhøjslette Karst er meget bekjendt ved sine talrige Kløfter, underjordiske Floder, Huler og Jordfald. Naar man paa Jærnbanen fra Graz til Triest farer hen over denne Stenørk, ser man kun hist og her lidt Krat, men talrige Fjældstyrtninger og enkelte Fordybninger. Man maa imidlertid gjennemvandre den hele Egn til Fods for at vinde et rigtigt Billede af dens hele Ejendommelighed. Først og fremmest er det de talrige, tragtformige Fordybninger „Dollinerne", og de skaktlignende Fald, „Jama", der frembyde sig for Vandringsmanden. De føre fra Overfladen, undertiden med glatte, til Dels endog stejle Vægge, 100—200 Fod dybt ned til underjordiske Huler og Vandløb; Gjennemsnittet af disse Fordybninger beløber sig undertiden til mere end 1500 Fod, og de kunne saaledes sammenlignes med Vulkankratere; deres Fremkomst maa føres tilbage til Sammenstyrtningen af Lofterne i underjordiske Hulninger. Jordbunden i slige

Fordybninger er mangensteds meget frugtbar og frembyder ved sin Planteveext et venligt Skue midt i det herskende Øde, og saaledes kunde Kohl sammenligne Dollinerne med Blomsterpotter, der vare satte ned i Jorden. Undertiden kan man fra Tragtens Rand skjelne de i Dybet brusende Vande; Floden Recca, der forsvinder under Landsbyen St. Canzian, bliver t. Ex. i nogen Afstand synlig som en stærk underjordisk Bæk paa Bunden af flere Dolliner. Man maa antage, at hele Karsten er gjennemskaaren af Gange og Huler, som kun for en ringe Del ere bekjendte eller tilgængelige, og som have en vis Sammenhæng indbyrdes; sandsynligvis danner Timavo Afløbet af alle de underjordiske Vande i den sydlige Del af Karsts Højslette.

Den berømteste Hule i hele Karst ligger nordvest for den uvenlige Landsby Adelsberg; den var allerede kjendt i Middelalderen, men gik i Forglemmelse og blev først 1816 gjenfunden ved et Tilfælde. Den Del af Hulen, som er tilgængelig for Besøgeren, har en samlet Længde af over $^1/_2$ dansk Mil. Hulen bestaar af forskjellige Afdelinger; den forreste er Poikhulen, der gjennemstrømmes af Poikfloden, som man kan besejle en lang Strækning, til den endelig forsvinder under en Klippevæg. Oppe fra Højsletten kan man gjennem flere af de omtalte tragtformige Aabninger forfølge Poiks videre, underjordiske Løb en Fjerdingvej længere frem, ja man kan stige ned til Floden og trænge frem imod den Kant, ad hvilken den forsvandt bag Klipperne i den store Hule. Indgangen til Hulen ligger 60 Fod over det Sted, hvor Poik træder ind, og over tvende naturlige, ved Kunst forbundne Klippebroer naar man frem til den saakaldte store Domkirke, en uhyre Hvælving, hvis Loft skjules af det dæmrende Tusmørke. Videre frem kommer man til den i 1816 opdagede Kejser-Ferdinands-Grotte, en Række af Haller, som ere smykkede med de herligste Drypstensdannelser. Franz-Josef-Elisabeths-Grotten, som opdagedes 1829, fører ind til den storartede Hall, Calvariebjærget. Sideforgreninger føre til andre Dele af Hulen, blandt hvilke den gothiske Hal er den skjønneste.

I umiddelbar Forbindelse med Karstens underjordiske Kløfter og Vandløb staar Zirknitzersøen, som allerede den græske Geograf Strabo (lidt før Kristus) kjendte, og som lige til den nyere Tid har givet Anledning til de sælsomste Æventyr. Man skulde

ikke alene aarlig i regelmæssig Afvexling kunne fiske, høste og jage paa samme Sø; men dens Vande, der pludselig med tordnende Larm trængte frem af Dybet, skulde endog huse underjordiske Dyr, som ellers ingensteds vare kjendte. Maaske have Beboerne i den nærliggende Flække Zirknitz selv udklækket disse Myther, for at gjøre Søen endnu interessantere for Besøgerne, hvorpaa det ikke mangler; men under alle Omstændigheder høre disse Fortællinger til Fablernes Rige. I topografisk Henseende kan bemærkes, at Søen ligger omtrent $1^1/_2$ Mil sydøst for Stationen Rakek paa den østerrigske Sydbane, og at dens Flade strækker sig langs med Foden af Jawornik. Rundt omkring ligger et Antal Landsbyer. Søen falder i flere Dele, som skilles fra hverandre ved Halvøer, og dens Bredder ere for en Del stejle, men for det Meste dog ganske flade; Dybden er ubetydelig, undtagen i den sivgroede Blodigledam, „Pijauza". Grev Pfeil har givet en meget god Fremstilling af de særlige Fremtoninger, Søen frembyder, og hans Fremstilling følge vi derfor her nærmest.

„Søen har omtrent 3 Mil i Længden og mellem $^1/_2$—1 Mil i Bredden. Sommeren over ligger dens Leje helt tørt, saa det benyttes som Eng, tidligere vel ogsaa som Ager; men under den stærke Efteraarsregn, muligvis ogsaa til andre Tider efter heftige Tordenskyl, strømmer der betydelige Vandmasser ud fra en Mængde Huller, Sugehuller og Spygatter kaldede, i Søens Bund og dens Sider, og med Vandet følger Gjedder paa en hel Alens Længde, Hvillinger, Sudere, den besynderlige Olm (Proteus anguineus) og store Krebs; naar Søen har optaget en vis Mængde Vand, mangen Gang mere, mangen Gang mindre, høre Spygatterne op at yde Vand.

„Efter 24 Timers Forløb er Søen fyldt og forbliver nu saaledes i Regelen hele Vinteren og Foraaret til Begyndelsen af den tørre Tid. I Juli eller Avgust begynder den sædvanligvis at løbe af igjen, og i omtrent 14 Dage er den nu fuldkommen tør; paa de højere liggende Dele er dette naturligvis indtruffet til et tidligere Tidspunkt. Ogsaa til andre Tider, f. Ex. om Vinteren, kan Søen være løbet ud, naar der er indtraadt Tørke. Til andre Tider er det ogsaa indtruffet, at Søen flere Aar i Træk slet ikke er løbet af, som Faderen til en af Grevens Førere havde fortalt det til sin Søn; men da man senere hen var kommet paa den Tanke at rense de store Sugehuller paa Søens Sider fra de Træmasser og

det Grus, som havde forstoppet dem, fulgte ogsaa Udtørringen sin regelmæssige Gang.

„Søen faar i øvrigt ogsaa Vand gjennem aabne Tilløb og har ligeledes Afløb gjennem et eller flere af Spygatterne; den stiger ved Regnvejr og falder med Tørken som enhver anden Vandmasse. Vedholdende Regnvejr fremkalder vel en Stigning af Søspejlet, men ingen Tilstrømning gjennem Spygatterne. Naar Søen ligger tør, sno de smaa Bække sig rolig afsted gjennem Engene.

„Sugehullerne og Spygatterne — der er i øvrigt kun den Forskjel mellem dem, at de første ligge paa Søens Bund, de sidste ved dens Bredder — ligge i Karstens meget spaltede og kløftede Kalksten. Hullerne ere mindre og større, dels saa smaa, at Dyndet fuldstændig dækker dem, naar Vandet er løbet af, dels saa store, især ved Søens Bredder, at 60 Stykker Hornkvæg kunne søge Ly mod Middagsheden i Aabningen til et enkelt Hul. Et af de Spygatter, vi betraadte, maalte 8 Fod i Højden og lige saa meget i Bredden; naar Vandet strømmer til, skal dette Hul være helt fuldt. Den fremvældende Strøm fører Sten paa flere Centner 10—20 Skridt, mindre Sten over 100 Skridt bort; Vandet medfører fremdeles meget fint Dynd, hvis Spor vi kunde iagttage overalt, især paa de dybere Steder og Stenene. Naar Søen fyldes, bryder Vandet frem, ikke blot af Spygatterne, men ogsaa af Sugehullerne paa Søens Bund; de Fisk, som komme til Syne, ere aldrig forstødte eller beskadigede og ligne aldeles de sædvanlige Flodfisk.

„Den Omstændighed, at det er sædvanlige Fisk, beviser, at den Beholder, som forsyner Søen med Vand, maa være aaben; thi i lukkede Huler kunne vore sædvanlige Fisk ikke leve. Det Vand, hvor fra Tilløbet kommer, kan fremdeles ikke være en Sø, men maa være en Flod; thi en Indsø kan for det Første ikke opvise saa store Forandringer i Vandstanden, at de kunde forklare den foreliggende Fremtoning, og derhos maatte man ogsaa kunne lægge Mærke til Vandspejlets Sænkning, saafremt Søen da ikke skulde være meget stor; men en slig meget stor Sø ligger nu ikke i Nærheden, og man kan ikke søge det paagjældende Reservoir alt for langt borte, da Fiskene i saa Fald af Mangel paa Luft i de underjordiske Kanaler vilde skifte Farve, hvad dog ikke er Tilfældet. Forskjellen mellem Vandstanden i Zirknitzersø og Reservoiret kan heller ikke være meget stor; thi ellers vilde Fiskene blive beskadigede ved den

heftige Strømning, og Stenene vilde blive førte længere bort, end Tilfældet er. Det er derhos endelig sandsynligt, at den samme Vandsamling, hvor fra Tilløbet hidrører, ogsaa optager Afløbet; herpaa tyder den Omstændighed, at Vandet ogsaa strømmer til gjennem de dybere Afløbshuller, Sugehullerne.

„Halvanden Mil fra Zirknitz, hinsides en temmelig høj Bjærgkjæde, vælder en Flod, Obrechbach, saa mægtig frem af Jorden, at den strax kan bære smaa Baade; efter en Fjerdingvejs Løb forsvinder den igjen i Jorden, bryder atter frem en Mils Vej længere borte, flyder nogle Mil videre, og forsvinder sluttelig ved den lille Stad Gotsche. Længe kjendte man ikke Flodens Fortsættelse, til man endelig opdagede, at den strømmer underjordisk ud i Havet elleve Mil fra Triest.

„Obrechbach er muligvis det Vandløb, som giver Anledning til de mærkværdige Fremtoninger ved Zirknitzersøen. Obrechbach eller et af dens underjordiske Tilløb skærer formodentlig i sit Løb Niveauet af den ikke synderlig dybe Sø, saaledes at en Del af den underjordiske Vandbeholder ligger højere, en anden Del dybere end Søen. Naar Floden nu svulmer op efter en heftig Regn, maa den løbe over som enhver anden Flod; men da Vandet ikke kan brede sig til Siderne, stiger det op i de tusende underjordiske Kanaler, til det kan skaffe sig Afløb udad. Dette finder nu navnlig Sted i Zirknitzersøens Dyb, eller rettere, man lægger maaske blot her ret Mærke til denne Omstændighed, fordi de talrige andre Kilder, som muligvis ogsaa springe frem, ikke give Anledning til nogen Opstuvning af Vand, men strømme henad Jordens Overflade paa sædvanlig Vis.

„Vandet maa stige lige saa højt i Søen som i Flodsengens aflukkede Rør; naar det er indtraadt, ophører Tilstrømningen, og det Dynd, Vandet har ført med sig, bundfælder i det rolige Vand. Dette Dynd tilstopper de smalle Kanaler paa Bunden, hvorigjennem Vandet brød frem, og hvis nogle enkelte i Begyndelsen holde sig aabne, blive de dog ogsaa forstoppede, naar Vandet strømmer fra Søen tilbage i Floden; heri ligger intet Vidunderligt, naar man er kjendt med den Magt, som ligger i heftige Strømninger, og véd, hvilke Jordmasser der kan bortføres og afsættes af dem.

„I den tørre Tid klares Søens Vande, de sive ned gjennem den yderst porøse Stenmasse, som ligner en Si eller Svamp, og

det udfældede Dynd skylles overalt bort; saaledes aabner der sig først mindre Kanaler, hvis Virkninger ikke spores, da Vandtabet i Søen opvejes gjennem andre Tilløb; derpaa danne sig større Aabninger, hvor Vandet strømmer hastig ud og hurtig fjærner Dyndet; Vandets Bortstrømning øges saaledes, til Søen sluttelig udtømmes gjennem mange og store Aabninger".

I Danmark har eller havde man et lille Sidestykke til denne mærkelige Sø. I Hillerslev Herred i Thy ligger den $^1/_2$ Mil lange og $^1/_4$ Mil brede Nors-Sø, som dog nu for største Delen er udtørret. Sandklitterne skille Søen fra Vesterhavet, hvortil den dog vistnok maa have Udløb, da Vandet, selv efter de største Vandskyl, snart falder til sin sædvanlige Vandstand. For et halvhundrede Aar siden steg Vandet pludselig til en saadan Højde, at ikke blot de tilgrænsende Jorder overskylledes, men endog de nærmeste Bygninger vare truede; noget efter trak Vandet sig dog saa betydelig tilbage, at det endogsaa ganske forsvandt i Søens østlige Del. Søens Stigning var sandsynligvis foranlediget ved en ualmindelig Tilstrømning fra skjulte Vandaarer, og at Vandet igjen faldt, tilskrives dybe Jordfaldshuller, hvoraf der paa Søens Bund fandtes adskillige, netop i den østlige Del, som dog nu er ganske udtørret. Forchhammer mener, at der paa Søens Bund findes en underjordisk Hævert i Jordbundens Kridtformation.

Blandt Hulerne i Harzen ere Baumanns- og Bielshulen mest kjendte. Besøgerne tage i Regelen deres Udgangspunkt fra den lille Bjærgværksflække Rübeland. Baumannshulen er endnu ikke gjennemforsket i alle sine Forgreninger, skjønt den vistnok har været kjendt i mere end tre Aarhundreder. Dr. Scheffer, som i 1663 beskrev Hulen, formener, „at den strækker sig under Jorden næsten lige til Omegnen af den kejserlige frie Rigsstad Goszlar, der ligger fire store tyske Mil fra Hulens Indgang"; men denne Paastand er vistnok lige saa begrundet som samme Autors videre Udsagn: „Mange foregive, at underjordiske Spøgelser længe have jaget dem om i Hulen". Baumannshulen bestaar for øvrigt af 5 Afdelinger, der ligge i en forskjellig Dybde og ere indbyrdes forbundne ved Gange, Trapper eller skaktformige Huler. Den anden Hule ligger

saaledes femten Alen dybere end den første, og for at naa den tredje maa man først lade sig hisse et godt Stykke i Vejret ved Hjælp af Reb og derpaa atter stige en Tid lang nedad, indtil man til sidst naar en Gang, hvis Bund er dækket med Vand, og som indeholder en stor Masse Knokler af Bjørne, Hyæner og andre

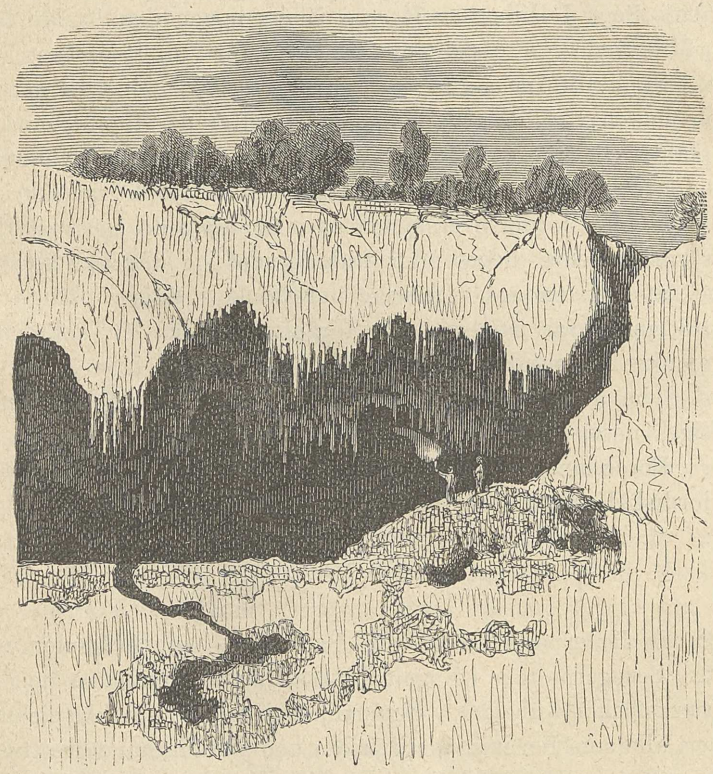


Fig. 91. Baumannshulen.

uddøde Dyrearter. De talrige Stalaktiter, der næsten overalt hænge ned fra Lofterne og paa mange Steder udvikle sig til hele Søjlerader, give flere af de større Haller i denne underjordiske Labyrinth et prægtigt Skue; blandt alle disse Drypstensdannelser er den 9 Fod høje klingende Søjle den mest bekjendte. Den nærliggende

Bielshule blev først opdaget 1672 og gjort tilgængelig fra 1788; blandt dens enkelte Dele er Eneboergrotten den skjønneste.

Dechenhulen ved Letmathe, der blev opdaget 1868 ved Anlægget af Jærnbanen fra Iserlohn, hører til Tysklands smukkeste Drypstenshuler, men dens Omfang er ikke betydeligt. De enkelte Dele have faaet særlige Navne, som til Dels ere meget svulstige; hele Omegnen er i øvrigt rig paa Huler, blandt hvilke den store Klutert i Nærheden af Milspe fra gammel Tid har været bekjendt.

De mähriske Huler ere meget talrige, de have allerede i Aarhundreder været bekjendte for deres Rigdom paa Knokler af ukjendte Dyr, og man fantaserede om Ben af Kæmper og Drager, som her forvaredes. Blandt disse Huler indtager den nylig af Wankel undersøgte Slouperhule en fremragende Plads. Den omtales første Gang 1669 af Hertod, og af hans Skildringer fremgaar, at Hulen paa den Tid allerede længe havde været bekjendt og maa have afgivet et prægtigt Skue, til den berøvedes sine Drypstensmasser, hvormed man udsmykkede en nærliggende Grotte ved Slottet Eisgrub. Vor gamle Hjemmelsmand fortæller tillige en Historie om en Stenhugger, der ved et Reb lod sig hisse ned til de nederste Dele og efter sin Tilbagekomst fortalte en hel Roman om underjordiske Søer med store Fisk, vidtstrakte, gyselige Haller o. s. v.; samme Stenhugger skal oven i Kjøbet være død strax efter, og dette afholdt i mere end hundrede Aar alle Nysgjerrige fra at besøge den mærkværdige Hule, og først 1748 dristede Nagel sig til at gjennemvandre de underjordiske Rum. I Aaret 1804 var et Besøg af det tyske Kejserpar Anledning til, at man tømrede en Trappe; men ophobede Vandmasser hindrede en længere Fremtrængen til Hulens Indre.

En malerisk Kjedel, som dannes af bratte, lodrette Klippevægge, danner Indgangen til Slouperhulen; i Midten af Indgangen knejser en frit staaende, stærk spaltet Klippeblok, en fra en sammenstyrtet Forhal tilbagebleven Pille (Sloup). Hulen selv bestaar af tvende, ved Siden af hinanden liggende Grotter, den nordvestlige kaldes „Nichtsgrotten“, den anden er den egentlige Slouperhule. Efter H. Wankel maa den ganske opfattes som en af Vandet udgravet Hule, thi mange Steder vise tydelig, at der her engang strømmede Vand, til det senere brød sig en Vej til de nedre

Rum. Hulen er smudsig, sværtet og uden Drypstensprydelser, et Tegn paa den Vandalisme, der følger med Besøg i lange Aaringer.

Slouperhulen har en Længde af mindst 250 Favne og fremkalder i det Hele taget et ængsteligt Indtryk hos Besøgeren; dog maa man kalde enkelte Partier, f. Ex. den af Hertod saakaldte Cacus's Kongeborg, storslaaede. Meget interessant er den store Hal med dens Afgrund paa 35 Favne, Vandfaldsstrækningen med dens Drypstensdannelser og den lille Sø i de nedre Rum, hvor hen man kan naa ad en stejl, 60 Favne lang Strækning. „I Sandhed storartet er Skuet af disse vilde, nedre Rum, som ere opfyldte af kolossale Klipperuiner, med deres Travertinplader, der ere optaarnede og skruede hen over hverandre som Isflader, og medens dyb Nat ruger over Baggrunden, hvor fra en Bæks Rislen toner over til os. Man kan saaledes vel forstaa, at den brave Nagel her kunde opfyldes med Gru. Vildt og kaotisk ere Ruinerne hobede over hverandre og taarne sig enkelte Steder op til hele Bjærge; andre Steder ligge Klippekolosser, der ere flere Kubikfavne mægtige og synes løsnede fra Loftet, medens andre løsrevne Blokke, som ere sammensatte af Lerjord, Graavakke og Knokler, med samt Blokkene af Travertin eller Kalksinter synes styrtede ned gjennem en eller anden mørk, ukjendt Aabning og



Fig. 92. Wyers Hule.

saaledes vække den Formodning, at der mellem de øvre og nedre Rum maa findes andre, ukjendte Hulninger".

Slouperhulens Bund er gjennemgaaende dækket af et Lag Kalksinter, der pletvis hæver sig til anselige Stalagmiter, hvor blinde Huleboere, som den lynsnare Scyphus spelæus, den dorske Leabonum troglodytes og andre, have opslaaet deres Bo. Paa enkelte Steder, hvor særlige Omstændigheder have fremmet Kalksinterdannelsen, er den særlig mægtig og har derved netop kunnet beskytte Knoklerne af Fortidens Dyr mod Luftens Indflydelse og Vandflodernes Voldsomhed.

Til de mest kjendte Huler hører ogsaa Igritzer-Hulen i det ungarske Komitat Bihar. Den bestaar af et Antal større og mindre Haller, der ved Gange ere forbundne indbyrdes; flere af disse Gange ligne fuldkommen kunstige Hvælvinger, og flere Steder skulde man tro sig henflyttet til en Kjælder. Paa et Sted findes kun en overordentlig smal Gjennemgang, der imidlertid fører til „Bjørnegruben", det smukkeste, dybeste og største Rum i Hulen. Dette Rum fremtræder som en kredsformig Sal, hvis Vægge fra Midten hvælve sig og støde sammen; rundt omkring findes Sidenicher, der lidt efter lidt ere udhulede af Vandet. Salens Gjennemsnit er mellem 50—70, Højden 90 Fod; Gulvet er dækket af et mægtigt Lag gult Ler, som for øvrigt findes overalt i Hulen; talrige Knokler af uddøde Hulebjørne og Hulehyæner findes i dette Lerlag lige til 12 Fods Dybde.

Blandt Englands Huler ere de mest bekjendte: Kenthulen ved Torquai, Kirkdalerhulen ved York, Peakshulen i Derbyshire, Pooleshulen ved Buxton, Ochyhulen i Sommersetshire, Viktoriahulen i Yorkshire, Wokeyhulen i Derbyshire. Munke fortæller, at Dolsteenhulen i Herroe efter Folks Udsagn skal strække sig dybt under Havet hen mod Skotland, og nogle Gejstlige, der i Aaret 1750 trængte langt frem i Hulen, men uden at naa dens Ende, ville have hørt Havets Brusen over deres Hoveder, og da de kastede en Sten ned i et Svælg, hørte man dens Fald først efter et helt Minut, hvad dog sikkert er meget overdrevent.

I andre Verdensdele findes naturligvis ligeledes talrige Huler, men kun faa ere blevne bekjendte i videre Kredse; blandt de mærkværdigste hører under alle Omstændigheder den gyselige Hule ved Wonderfontain i den transvaalske Republik; Mooibækken, som har

et underjordisk Løb paa hele fire danske Mil, strømmer gjennem denne Hule. Amerikas berømteste Hule er Mamuthhulen, hvis uhyre Udstrækning ligefrem vækker vor Forbavselse.

Mamuthhulen, som ligger i den sydlige Del af Staten Kentucky, overtræffer i Størrelse langt alle evropæiske Huler, ja mange af dens Sidegange overgaa de fleste andre Huler. Den Dag i Dag kjender man endnu ikke denne Kæmpehules hele Udstrækning, og skjønt mange Sideforgreninger endnu aldrig ere betraadte af nogen Menneskefod, anslaar man dog Længden af de hidtil undersøgte Dele, Sidegangene indbefattede, til over 30 danske Mil.

Navnet „Mamuthhulen" har mere end én Gang givet Anledning til den Antagelse, at Hulen skulde være opkaldt efter talrige Knokkelsamlinger af hint Forverdenens Dyr; men Navnet skriver sig vistnok fra en kæmpemæssig Klippeblok, som ligger i Nærheden af Indgangen og har nogen Lighed med Mamuthdyrets Krop.

Selv længe efter Statens Kolonisation var Hulen ikke kjendt af Evropæerne; den opdagedes først 1809 af en Jæger, der forfulgte en Bjørn, som søgte sin Tilflugt her; men man gjorde ikke stort Væsen af den hele Sag. I Aarene 1812—14 vare talrige Negere sysselsatte i Hulen med at indvinde Salpeter; men da Krigen med England var endt, var den Forretning ikke mere indbringende, og Hulen gik mere og mere i Forglemmelse. Alt som Kentuckys Opdyrkning imidlertid voxede, maatte ogsaa Antallet paa de tilfældige Besøgere stige, men de Fleste trængte kun et Stykke frem og forlode igjen Hulen uden at have nogen Anelse om de underjordiske Rums virkelige Udstrækning. Da hændtes det imidlertid, at en Besøgende, der vovede sig videre frem end de øvrige, ikke kom tilbage, man maatte antage, at han havde forvildet sig i det labyrintiske Indre, og foranstaltede hele Expeditioner for at opdage ham, hvad da ogsaa lykkedes efter næsten tvende Dages Forløb. Først saaledes kom man til Kjendskab om de vidunderlige, snart ophøjede, snart gyselige Skuespil, der frembyde sig for Besøgerens Øje i denne umaadelige Hules Indre*).

---

*) Jfr. V. C. S. Topsøe: Fra Amerika, p. 264—84. Citaterne ere tagne fra denne fortrinlige Rejsebeskrivelse.

Fra Louisville, Kentuckys største Stad, fører en daarlig Jærnbane til Cave City, som kun er en fattig, sydlig Landsby med en enkelt Gade og nogle tarvelige Hoteller. Efter et Par Timers

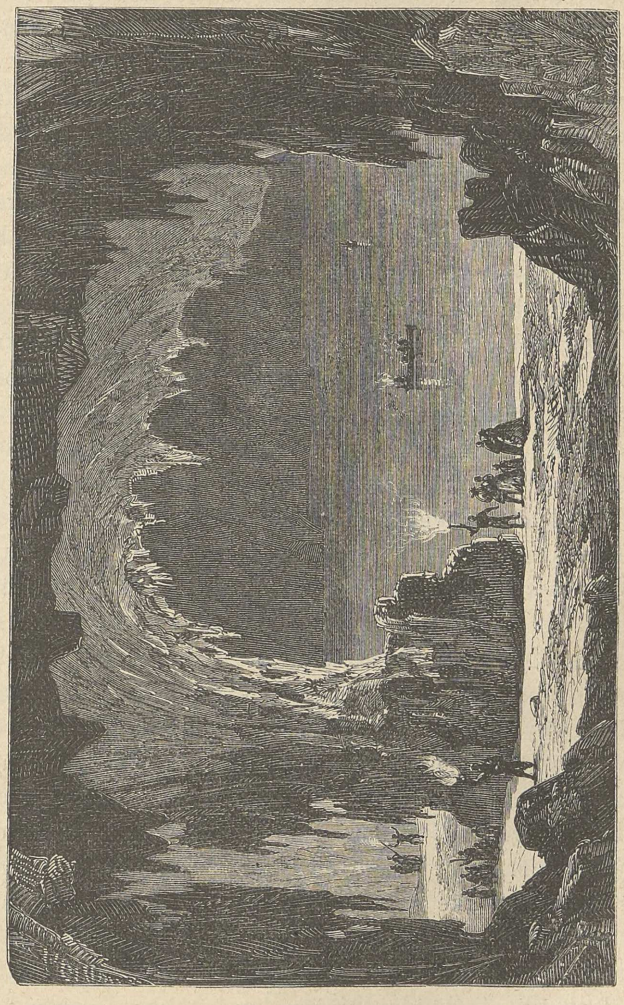


Fig. 93. Mamuthhulen.

Diligencekjørsel naar man et lavt, vidtstrakt Hôtel lige ved Indgangen til Hulen. Fra Hotellet udgaa hver Morgen de forskjellige Udflugter, som ledes af kyndige Førere; den, som forsømmer

Afgangstiden om Morgenen Kl. 9—9½, maa opsætte sit Besøg i Hulen til næste Dag. Gjennem en lang Kløft og tæt Skov gaar Toget hen mod Hulens Indgang, over hvilken der sædvanlig hænger en Taagesky; denne opstaar gjennem en Fortætning af Luftens Vanddampe ved den lavere Temperatur i de underjordiske Rum. Luftens Varme holder sig altid uforandret i Hulen og er omtrent 26° R.

Luften i Hulens Indre er overordentlig ren, ganske fri for Ammoniak, og dens Kulsyreholdighed er tillige noget ringere end uden for. Fugtigheden er derimod i høj Grad forskjellig; i mange Dele, hvor der flyder underjordiske Vandløb, er den ikke ubetydelig, i andre Dele derimod saa ringe, at Lig, som bringes her hen, snart hentørres til Mumier. Man fandt derfor paa at gjøre Hulen til et Opholdssted for Brystsvage; der byggedes flere Huse her nede, og her indlogerede sig femten Syge. „Et ubeskriveligt trist Opholdssted maa Hulen have været i de lange Maaneder for disse Ulykkelige; man forstaar ikke, at de brøde sig om at forlænge Tilværelsen, hvis den skulde bestaa i et Liv paa disse øde, ubevægelige, lys- og farveløse Steder, et sandt Billede af Underverdenens glædeløse Skyggerige, hvor de sørgelige Boliger kun formaaede at skabe en lille, svagt oplyst Cirkel i Mørket, hvor Livet ikke rørte sig stærkere end hos de Dyr, hvis Hjem Hulen er. Og det Offer, de Syge bragte ved at stænge sig inde fra Lys og Liv, førte ikke til noget. De flyttede ind i September og bleve til Januar, tre af dem døde her inde, de øvrige, som ikke mærkede nogen Bedring, flyttede ud, og de fleste af dem døde da kort efter. Hvad de vandt ved at leve i den ensformige Temperatur, have de uden Tvivl mistet ved at savne Solens Indflydelse; det er kun Væsner, hvis Udvikling er stemmende med den underjordiske Verdens Fordringer, som kunne leve her. Her findes mangfoldige Flagermus, man ser ikke faa Edderkopper og andre Insekter, og i den underjordiske Flod svømme blinde, farveløse Fisk; men der er for alle disse Dyr Overensstemmelse mellem deres Organisation og Tilværelsesforhold — Omplantninger kunne ikke foregaa. Fugle ville ikke synge, men dø her, og smaa Træer og Planter, som bragtes med af de Syge og passedes og vandedes med den største Omhyggelighed, vilde lige saa lidt skyde Knopper som de Stenblomster,

der dække visse Dele af Hulen. Lampernes Lys kunde ikke erstatte Solen".

Efter en kort Vandring naar man et vidt, højt Rum, kaldet Rotundaen; dens Højde beløber sig til 100, dens Gjennemsnit til 180 Fod. Forbi stejle Klipper naar man frem til „Methodistkirken", en Grotte paa 50 Fods Højde og 80 Fods Dybde; en vældig Klippeblok er Prædikestolen, fra hvilken der virkelig af og til er blevet holdt Gudstjeneste. I en Klippevæg tæt her ved træffer Besøgeren paa den første Kilde, ligesom de andre her nede med klart, velsmagende Vand. Bag nogle løse Klipper lyder det som et gammelt Stueurs Tik-Tak med lige saa stor Regelmæssighed; det er Vand, som langsomt drypper ned. Dag ud og Dag ind, Aar ud og Aar ind har dette Ur efter Førerens Forsikring holdt nøjagtig samme Takt, „bedre end et Kronometer, Sir, bedre end et Kronometer".

Gjennem den „store Bue" med en Spænding paa 60 Fod og en Højde af 50 Fod kommer man ind i en vidt strakt Hal med mærkværdige Drypstensdannelser. En kæmpemæssig Klippeblok paa 40 Fods Længde, 22 Fods Højde og 10 Fods Bredde ligner en mægtig Kiste og har skaffet den Navnet „Kæmpens Sarkofag"; over Kisten staar i Loftet med fuldkommen Nøjagtighed Billedet af et Dyr, der ligesom lyttende bøjer sit Hoved nedad mod den. I Nærheden findes ogsaa hint „Mamuthdyr af Sten", den Klippeblok, som Hulen rimeligvis skylder sit Navn. Vejen bliver nu meget smal og lav, saa Besøgeren hist og her maa bukke sig, og man maa gaa én efter én. Efter at have passeret forskjellige Rum kommer man til et gabende Svælg paa 200 Fod, „det bundløse Hul". „En Fakkel kastes ned, Flammerne suse med en underlig stærk Lyd, men brænde godt i den stille Luft. Mørke Klippesider, snart lodrette og glatte, snart kastende sig frem og tilbage i underlige Bøjninger, snart sønderrevne i de skarpeste Kanter, vise sig paa den Vej, Lyset gjennemfarer. Faklen bliver hængende paa en Afsats og viser i et Øjeblik en Nedgang til Underverdenens Riger, som ingen Digters Fantasi har malet ham mere fulde af imponerende Gru; mere udbrændt kommer Faklen atter ud af Ligevægt og forsvinder susende ned i et Dyb, hvor fra et fjærnt Gjenskin endnu spiller langt nede paa de sorte Sider, indtil det dybe Mørke atter lukker sig tæt og uigjennemtrængelig over Afgrunden. En Sten kastes ned, man hører den rulle og springe,

længe, længe, standse en Tid og saa, ligesom kastet videre af usynlige Hænder der nede, atter rulle og standse og rulle".

En lille, smal Træbro med et Rækværk af sammenslaaede Lægter er spændt over en Kløft ved Afgrunden, og Vejen fører nu videre frem gjennem den trange, snoede Sti, „Fed Mands Plage", til man naar „Stjærnekammeret". „Man træder ind i en stor Hal; Føreren tager alle Lamperne og gaar noget bort med dem. „Se opad!" hedder det da, og hvilken Overraskelse! Over os straaler Nattens Stjærnehimmel, og man har ligesom en velgjørende Følelse ved at kunne se op til Himlen i det Mindste ét Sted fra Jordens Dyb. Man glemmer, efter at have færdedes adskillige Timer i Mørket, at det endnu er fuldt Daglys oppe paa Jorden, og at hint Billede af Nattens Stjærnehimmel derfor kun kan være et gjøglende Bedrag; og saaledes er det ogsaa. Loftet er beklædt med et Lag af Jærn- og Manganforbindelser, paa hvilket sidder talrige Krystaller, der glimte og skinne som Stjærner i det Lys, der kastes op paa dem. Føreren tager Lampeknippet op, forsvinder med det Hele bag Klipperne, og et underligt Gjøglespil af Lys og Skygge begynder. Klipperne kaste store, vexlende Skygger hen over Himmelloftet; det er som mørke Skyer, der samle sig over det og dække det mere og mere til, og endelig bliver Alt ganske mørkt. Det er en Nat i Natten. Og saa Stilheden, denne Stilhed, som man synes at kunne høre gjennem Blodets Susen i Ørene. Endelig bryder et svagt Lysskjær frem paa Himlen, Mørkets Skyer ere bristede paa en Kant, og Lyset bliver stærkere, Himlens Stjærner stige atter frem for os; det ser endnu ud, som om der er Skyer, og de drage hid og did, men endelig vige de ganske. Vi se atter hele Hvælvingen, og kort efter kommer Føreren dukkende frem fra den anden Ende af Hulen".

En Mils Vej længere frem, og Besøgeren staar ved den „døde Sø", en Dam paa 15 Fods Dybde, 50 Fods Længde og 20 Fods Bredde. „Ganske stille staar dens Vandflade blandt de mørke Klipper, intet Spor af den letteste Krusning findes paa dens Overflade, den ligger dér som et stort sort Spejl, der er kommet ud af Vane med at gjenspejle noget Lyst, og paa hvilket Skinnet fra vore Lamper falder dødt og glansløst. Det er et Landskab, der trodser enhver Beskrivelse, som her udstrækker sig ved denne Sø og denne Flod — den har faaet det betegnende Navn „Styx" —,

som flyder i en evig Nat og i en Stilhed, der trodser enhver Beskrivelse. Og man maa ikke tænke sig Floden som et lille Vandløb; man møder den i en Strækning af omtrent en Mil, og dens Dybde er indtil 30 Fod".

Paa en pramlignende Baad indskiber man sig til en længere Sejlads paa en anden Flod, Echofloden. I Begyndelsen hænge Klipperne lavt ned over Floden, saa lavt, at en høj Vandstand gjør en videre Fremtrængen umulig. Floderne i Mamuthhulen have lige saa vel som Oververdenens Floder en vexlende Vandstand, der i Reglen retter sig efter Green River i Nabolaget, med hvilken de staa i Forbindelse. Denne Forbindelse lægger sig ogsaa for Dagen ved den lejlighedsvis forekomne Taage i hele Omegnen af Echofloden; naar Vandet i Green River nemlig er varmere end Luften i de Dele af Hulen, den gjennemstrømmer, fortættes Vanddampene, og saaledes opstaar en uigjennemtrængelig Taage. Længere frem paa Sejlturen højne Hvælvingerne sig anselig. Saa vidt Øjet kan naa ind til Bredderne, er det smukke glatte Klippevægge, som staa langs med dem. Efter en halv Mils Sejltur høres en fjærn Plasken, Sejladsen ender, og over en stenet Dæmning naar man til en storartet Hule, „Kaskade-Hallen". Hallen er saa storartet og vild som noget Parti her nede; men Vandfaldet selv er lille; det er en lille Strøm, som i en Højde af en fyrretyve Fod falder paa Klipperne for neden.

Fra denne Sal kommer man ad en Vej, som er en lille halv Mil lang og hist og her fremviser smukke Stalaktitdannelser, til „Ole Bulls Concertsal", en 30 Fod bred, 40 Fod lang og 20 Fod høj Hal, hvor et dog ikke sikkert Sagn paastaar, at den berømte norske Violinspiller under sin første Rejse i Amerika har spillet et Par Stykker. Gjennem „Rhodas Buegang" kommer man til „Lucy's Dom", en 300 Fod høj Hal, hvis Sidevægge alle Vegne ere beklædte med mægtige Drypstensdannelser; dette er den højeste af alle Mamuthhulens Haller, saa vidt man da til Dato har undersøgt samme.

Gjennem andre og atter andre Gallerier, snart let passable, snart i høj Grad vanskelige, staar den Rejsende foran en stejl Stige, der gjennem et smalt Hul fører ind i „Marthas Vingaard". I Nærheden af dette Sted gjør man i Regelen Holdt og nyder sine

medbragte Forfriskninger; i Hallen opbevares tillige et Forraad af Olje for mulig indtrædende Tilfælde.

Nu begynde de egentlige Drypstenshuler, som udstrække sig en halv Mils Vej. „Væggenes Beklædning bestaar af smaa, fint kornede Krystaller, og man maa derfor se lidt nøje til for ret at beundre deres Skjønhed. Mange Steder beklæde de Væggene helt og tindre som fin Sne i Lysets Straaler. I „Snebolde-Hallen“ ere Væggene beklædte med Mærker ganske som dem, en Snebold sætter paa en Mur. Andre Steder danne Krystallerne skjønne Blomster og Rosetter, sammensatte af de fineste Blade og Traade. Vor Fører standsede med sin sædvanlige Sikkerhed midt i Galleriet, tændte en af de smaa Oljepapirsfakler og holdt den op mod Loftet; dér hang over vore Hoveder „the last rose of the summer“, den skjønneste Blomst af dem alle, vidunderlig regelmæssig formet og, saa vidt vi kunde dømme, en halv Alen bred. Drypstensgallerierne have det fælles Navn „Elindo Avenue“, men enkelte Afsnit have særegne Navne, „Sneværelset“, „Clevelands Avenue“ og „Blomsterhaven“; i denne sidste findes den rigeste Mangfoldighed af skjønne Dannelser spredte paa Vægge og Loft; de funkle og skinne ved vore osende Lampers Lys; hvilket Syn vilde det ikke være, naar en rig Belysning kunde bryde sine Straaler paa disse hvide Skjønheder“.

„Ved Enden af Drypstenshulerne kommer man til „Klippebjærgene, Rocky Mountains“, en af de interessanteste, men ganske vist ogsaa besværligste og farligste Dele af Hulen. Det er store Dynger af Blokke og mindre Sten, som virkelig danne en lille Bjærgkjæde — i alt Fald efter dansk Maalestok — inde i Hulen, thi de ere henved hundrede Fod høje; over dem skal man nu kravle videre ved det svage Lysskjær, vogtende sig for at glide ud eller træde paa usikre Stene, som kunde sende En langt ned i ukjendte Huler og Afgrunde, der strække sig langs Klippebjærgenes Fod; her begynder nemlig en kløftlignende Dal, som aldrig har været betraadt, men er bleven døbt med Navnet „det afskyelige Hul““.

Besøgeren er nu naaet frem til Hulens Ende, det vil sige til de hidtil undersøgte Dele. Man har naaet en smuk Grotte, hvis Loft og Vægge ere prydede med Krystaller og halvt gjennemsigtige Stalaktiter, vældige Drypstensklaser hænge her ned over en af de

mørke Afgrunde, en gruopvækkende Kløft, som er 20 Fod Gjennemsnit og 200 Fod dyb; det er den saakaldte „Malstrøm“, man standser ved. „Naar man lyser med Lamperne ned i det kulsorte Dyb, skal man kunne opdage Indgangene til forskjellige Gallerier dybt nede. Ethvert Forsøg paa at undersøge Malstrømmen har hidtil været forgjæves. Det dristigste blev gjort af en ung Mand, som i Sommeren 1859 besøgte Hulen med Professor Wright og andre. I en Kurv, der hang i et meget ufuldkomment Trisseværk, lod han sig hejse ned, stadig i største Fare for, at Apparatet skulde gaa i Stykker eller Kurven støde paa en uset Klippekant eller Tovet blive skaaret over. Han naaede ogsaa at komme paa nogle Steder, hvor aldrig noget levende Væsen før havde traadt; han skal ikke blot, betrædende et af de Gallerier, der udmunde i Hullet, have fundet Begyndelsen til storartede Søjlegange, som strakte sig i uransagelige Retninger, men ogsaa have set et virkeligt Vandfald. Bunden af Hulen naaede han dog ikke; neden under var bestandig det samme gaadefulde Mørke. Han ridsede sit Navn paa en af Søjlerne, William Courtland Prentice hed han. Til Dato har han ikke fundet nogen Efterfølger“.

Hulerne ere navnlig af stor Vigtighed for Geologien; thi nedgravne i Lerjorden eller dækkede af stenhaarde Kalklag finder man her velbevarede Levninger af deres tidligere Beboere, og herved har Nutiden fundet en Lejlighed til at kaste et videnskabeligt Blik tilbage i en meget fjærn Fortid. Den Gransker, som undersøger og tømmer Indholdet af slige Huler, trænger successivt frem til en fjærnere og fjærnere Fortid, og for hans aandelige Blik oprulles et Billede af forhistoriske Tider, om hvilke hverken Sange eller Sagn vide noget at melde, men hvortil hine Huler have været stumme Vidner. For at indskrænke os til et Exempel ville vi her give en kort Fremstilling af Resultaterne af de Undersøgelser, som bleve foretagne af Viktoriahulen ved Settle i Yorkshire.

I denne Hules Indre fandt man i det øverste Gruslag romerske Lerkar og Mønter fra Kejserne Trajan († 119) og Konstantin († 337), Hulen var altsaa beboet i det fjerde Aarhundrede af vor Tidsregning. Den videnskabelige Undersøgelse fastslog fremdeles, at

der fandtes talrige Knokler af Oxen, som altsaa vel havde udgjort Beboernes Hovednæring; men derhos fandtes Knokler af Geder, Svin og Heste, sjældnere af Hjorte og Raadyr. Sandsynligvis havde de daværende Beboere været Hyrder. Fremdeles fandtes Smykker, Glasperler og Spænder, hvis Stil henpegede paa det 5te Aarhundrede. Tilværelsen af slige Kunstgjenstande i Hulen er paafaldende og lader sig kun forklare saaledes, at Mennesker, der have været vante til Vellevned og Yppighed, have maattet søge Ly i Hulen og ved denne Lejlighed reddede det mest værdifulde af deres Løsøre. Historien beretter da i Virkeligheden ogsaa, hvorledes Pikterne og Skoterne, efter at de romerske Legioner vare kaldte hjem i Begyndelsen af det femte Aarhundrede, anfaldt de romaniserede Britter og tvang dem til at søge Ly i Bjærgene, Skovene og Hulerne, til det sluttelig lykkedes Britterne ved de indkaldte Angelsachseres Hjælp at jage Pikter og Skoter tilbage til deres Bjærge.

Dog længe før denne Beboelse af Britterne havde Viktoriahulen allerede tjent til Opholdssted for Mennesker; thi 6 Fod under det Lag, som indeholdt de nys beskrevne Kulturrester, fandtes liggende paa et fast, graat Lerlag en Harpun og en Perle af Ben, Kul, tre Flintflækker samt spaltede Knokler af den brune Bjørn, Kronhjorten, Hesten og Oxen. Over de øverste Kulturlevninger, hvis Alder er beregnet at ligge 1200 Aar tidligere end de først beskrevne, havde der dannet sig et Gruslag af omtrent 2 Fods Højde; hvis man nu kunde antage, at Gruset ogsaa var afsat i samme Forhold nedad, maatte Resultatet blive, at de nederste Kulturrester havde en Alder af næsten 5000 Aar. Under dette Lag fandtes den graa, sejge Lerjord; men under samme fandtes ved Hulens Indgang atter i en Dybde af 48 Fod en rødliggraa, leragtig Hulejord paa 3 Fods Tykkelse, der igjen hvilede paa et Lag store Kalkstensblokke, hvis Mellemrum vare udfyldte med Ler og groft Sand. I denne Hulejord fandtes talrige Levninger af Hulehyænen, det uldhaarede Næsehorn, Mamuthdyret, Rensdyret, Hulebjørnen o. s. v., og ved Siden heraf en Menneskeknokkel i samme Forsteningstilstand som Dyrelevningerne.

Hvilke Tidsrum der ere forløbne, siden Hulen beboedes af Hyæner og Bjørne, og siden det uldhaarede Næsehorn gjennemstrejfede Skovene, vide vi ikke; men saa langt ligger denne Epoke

forud for Nutiden, at England i den mellemliggende Periode skiltes fra Fastlandet, at Vinterens Strænghed mildnedes ganske overordentlig, og at Mennesket fra at være en med Pil og Bue væbnet Vild, der klædte sig i Huder for at skytte sig mod Kulden og stredes med Fortidens Kæmpedyr om sin Existens, arbejdede sig op til sit nuværende høje Kulturtrin.

9. Floderne.

Det rindende Vand, der tager sin Begyndelse som en Kilde og først som en Bæk, derpaa som en Aa og sluttelig som en Flod bugter sig gjennem Fastlandet, har til alle Tider været den Vej, ad hvilken Landenes Indre blev tilgængeligt. Den Dag i Dag som for Aartusender tilbage frembyde Floderne de Veje, der først fængsle Opmærksomheden hos de Rejsende, som berede sig til at drage frem i ukjendte Egne. Og hvor disse Veje engang findes, forekomme de os uforgængelige, de trodse Tiderne og overleve Nationerne. Uden Rist og Ro risler Bækken afsted, uafbrudt haster Floden frem mod Havet; men Aartusender have ikke udtømt den Kilde, hvor Vandet har sit Udspring, Tiden har ikke udtørret den Sølvtraad, som kommer ned fra Klippen. De mægtige Floder, hvortil Menneskets ældste Erindringer knytte sig, ere endnu for Haanden; Evphrat og Tigris haste endnu som for Aartusender tilbage frem til den persiske Bugt, og Nilen fører uforanderlig sine dyndede Vande ud i Middelhavet, lige saa vel som den lille Kilde Kastale endnu udspringer ved Foden af Parnasset. Saaledes rage Floderne langt ud over Menneskeslægtens historiske Tid og ind i vor Klodes Fortid, og ved nogle Floder kunne vi med stor Sandsynlighed antage, at de have været til allerede i en uhyre Række af Aartusender. Ikke desto mindre skrive vore nuværende Strømme sig først fra de yngste Tider af Jordens Udviklingshistorie; de høre til vor Planets yngste Dannelser og ere til Dels kun sammenskrumpede Levninger af tidligere, langt mægtigere Forgængere, om hvis uhyre Vandmasser vi tilnærmelsesvis kunne gjøre os et Begreb, naar vi træffe paa de Grusmasser, de have efterladt paa langt fra hinanden liggende Bjærgskrænter, højt oppe over det nuværende Flodspejl.

Man betegner undertiden de store, vandrige Floder som Strømme; men denne Adskillelse er ren vilkaarlig, og der lader sig ikke drage nogen Grænse for, naar man kan anvende den sidste Benævnelse. Vanskeligheder af en anden Art frembyde sig, naar der i et stærkt forgrenet Flodsystem bliver Tale om at fastslaa, hvilket Løb der er Hovedfloden. Hvilken Maalestok skal man her anlægge? Skal man tage Hensyn til Vandmængden? I saa Fald er Donau en Biflod til Inn, og Rhinen i Schweiz til Aar. Eller til Flodlængden? I saa Fald maa Rhônen opgive sit Navn til Fordel for Doubs, og Mississippi til Missouri. Vil man endelig lade det afgjørende Moment være, hvilken af de sammenløbende Floder der skifter Retning, flyder Donau ud i Drave, og sammen med denne atter ud i Save.

I nogle Tilfælde ligger den urigtige Benævnelse klar for Dagen, saaledes t. Ex. ved Mississippi. Et Par Mil oven for St. Louis ser man denne Flod med sit klare, grønlige Vand komme ned fra Nord, medens den mægtigere Missouri med sine uhyggelig mørke Bølger fra Vest falder næsten retvinklet i Flanken paa den. „Det er ikke en Biflods beskedne Sammenløb med Hovedfloden, det er et tilintetgjørende Flankeangreb. Endnu 3—4 Mil kæmper Mississippi for at frelse sin grønlig-klare Flod-Existens; men hvor kraftig den end værger sig mod det overmægtige, flydende Dynd fra Klippebjærgene, hvormed dens Biflod overvælder den, Mississippi beholder dog intet uden Navnet tilbage; dens fornemme Flodguds-Væsen gaar helt og holden til Grunde for den hæslige „Big-Muddy“ (den store, dyndede), som tager Mississippis Leje i Besiddelse og nu fører Klippebjærgenes og de nordlige Territoriers Dyndmasser ud i den mejicanske Golfs subtropiske Vande“.

For Tiden har Sprogbrugen i de allerfleste Tilfælde for længst og for stedse fritaget Geograferne for de antydede Vanskeligheder, og kun i hidtil ukjendte Lande vil Opdageren lejlighedsvis være uvis om, hvilken Flod han skal holde for Hovedfloden. Disse Vanskeligheder blive desto større, som hos ukultiverede Folk Floderne i de enkelte Dele af deres Løb idelig skifte Navne, og disse Navne i Regelen kunne føres tilbage til „Vand“, det „store Vand“ eller simpelthen „Flod“. Amazonstrømmen hedder i Sydamerika „Parana-açu“, det vil sige „den store Flod“, og ved Siden heraf gives der en „Parana“, det vil simpelthen sige „Floden“, og

endelig en „Paranahyba, Floden som efterligner Parana“. I Don, Donetz og Donau gjenkjender man den samme Stavelse, der i Virkeligheden heller ikke betyder andet end Floden. Paa lignende Maade forholder det sig med Navnene Rhin og Rhône.

Reclus viser meget klart og smukt, hvor unødvendigt det er overalt strængt at ville efterforske, om den Strøm, som giver Navnet, efter Længden, Vandmassen og Løbets Retning virkelig er den betydeligste i hele Flodsystemet. „I Virkeligheden er en Strøm den samlede Enhed af de Floder og Bække, som løbe sammen fra hele Strømområdet; den forener i sig Millioner af Vandaarer, som sprudle frem fra Isbræer og af Klippespalterne; den dannes af de Draaber, der trænge gjennem den af Regnen mættede og af Sneen dækkede Jordbund; den fornyes uafladelig, og alle Tilløb have deres Part i denne Forøgelsesproces. Missouri, Ohio og Red-river arbejde lige saa fuldt som Mississippi paa at opdynge den stadig voxende Mudderbanke i den mejicanske Bugt. Tapajoz, Rio-negro og Madeira vælte lige saa godt som Solimões deres Bølger ud i Amazonstrømmens vide Munding; saaledes sige ogsaa Sønændene ved den bizcayiske Bugt, at Garonnes og Dordognes „tvende Have“ ved deres Vandes Forening danne Girondes „Hav“. Det er derfor ganske efter Geografens Sind, at man har dannet en Flods Navn ved simpelthen at sammenføje Navnene paa dens Hovedtilløb; herhen høre Navne som Somme-Soude og Bjærgstrømmen Gyronde (Gyr og Onde) i Højalperne, men fremfor alle Navnet paa den virginske Flod Mattapony (Mat, Ta, Po, Ny)“.

10. Flodernes Strømudvikling og Vandrigdom.

Man skjelner mellem forskjellige Arter af Floder. Oceaniske Floder udgyde sig direkte i Havet, medens de kontinentale Floder ikke naa Oceanet. Til disse sidste høre Steppefloderne, som enten falde i Indsøer uden Afløb eller udtørres efter en frugtesløs Kamp mod Sandet og Luftens glødende Hede. Floder, der udspringe i Nærheden af Havet og efter et kort Løb udmunde i samme, kaldes Kystfloder. Ingen Flod beskriver den korteste Linje mellem sin Kilde og sin Munding; dens Løb danner altid mere eller mindre store Krumninger, udertiden næsten fuldstændige

Slyngninger, der bringe Flodskipperne til Fortvivlelse. Blandt Tysklands Floder er Mosel navnlig bekjendt i denne Retning; under sin Sejlads kan Skipperen meget vel om Aftenen være nødt til at tage ind i samme Værtshus, han forlod om Morgenen. I nogle Tilfælde kunne forskjellige Flodsystemer staa i Forbindelse indbyrdes ved en naturlig Kanal, saa at Vandet i en og samme Strøm løber i ganske forskjellige Retninger. Denne saa kaldte Bifurkation eller Gaffeldeling finder i mindre Maalestok Sted mellem flere evropæiske Floder; saaledes ere Kalixelven og Torneelven i deres øvre Løb forbundne ved en Arm af Torneelven (Tärendöelven), og i Højvandetiden sender Glommen undertiden en Del af sit Vand gjennem Dalføret fra Kongsvinger ud i Vrangselven, som falder i Venern. Det mest storslaaede Exempel paa Bifurkationen frembyder imidlertid den sydamerikanske Flod Orinoco, fra hvis øvre Løb en mægtig Arm, Cassiquiare, skiller sig og falder i Rio-negro, der igjen er en Biflod til Amazonstrømmen. En Flods Længde er altid større end den korteste Afstand mellem dens Kilde og Munding, og jo større denne Forskjel er, desto større Udvikling har hele Flodsystemet naaet. Enhver Flod danner med sine Floder og deres Tilløb et mere eller mindre vidt forgrenet Net, der som et helt System af Aarer gjennemdrager Landet. Den hele samlede Flade, der gjennem Bække og Aaer sender sine Vande til en Flod, kaldes dens Afvandingsegn eller Vandomraade. Tilnærmelsesvis finder man en Flods Vandomraade, naar man forbinder Kilderne til alle dens Tilløb ved rette Linjer.

Flodernes Vandomraader ere naturligvis højst forskjellige i Størrelse, og denne Størrelse beror paa Hovedflodens og dens Tilløbs større eller mindre Længde. Det største Vandomraade kan Amazonfloden opvise; det anslaas til 100 000 □ Mil, medens Mississippis Afvandingsegn omtrent er halv saa stor. Naturligvis kan der ved en slig Beregning, eller rettere ved en slig Vurdering, ikke være Tale om en Nøjagtighed paa nogle Kvadratmil; man maa nøjes med runde Tal, der naturligvis ere desto nøjagtigere, jo mindre paagjældende Flod er, og jo bedre de Landstrækninger, den gjennemløber, ere kjendte og optagne paa Kortet.

Paa samme Maade stiller ogsaa Forholdet sig med Hensyn til Flodernes Længde eller Strømudvikling; ogsaa i denne Henseende er der selv ved evropæiske Floder stor Mangel paa nøjagtigt

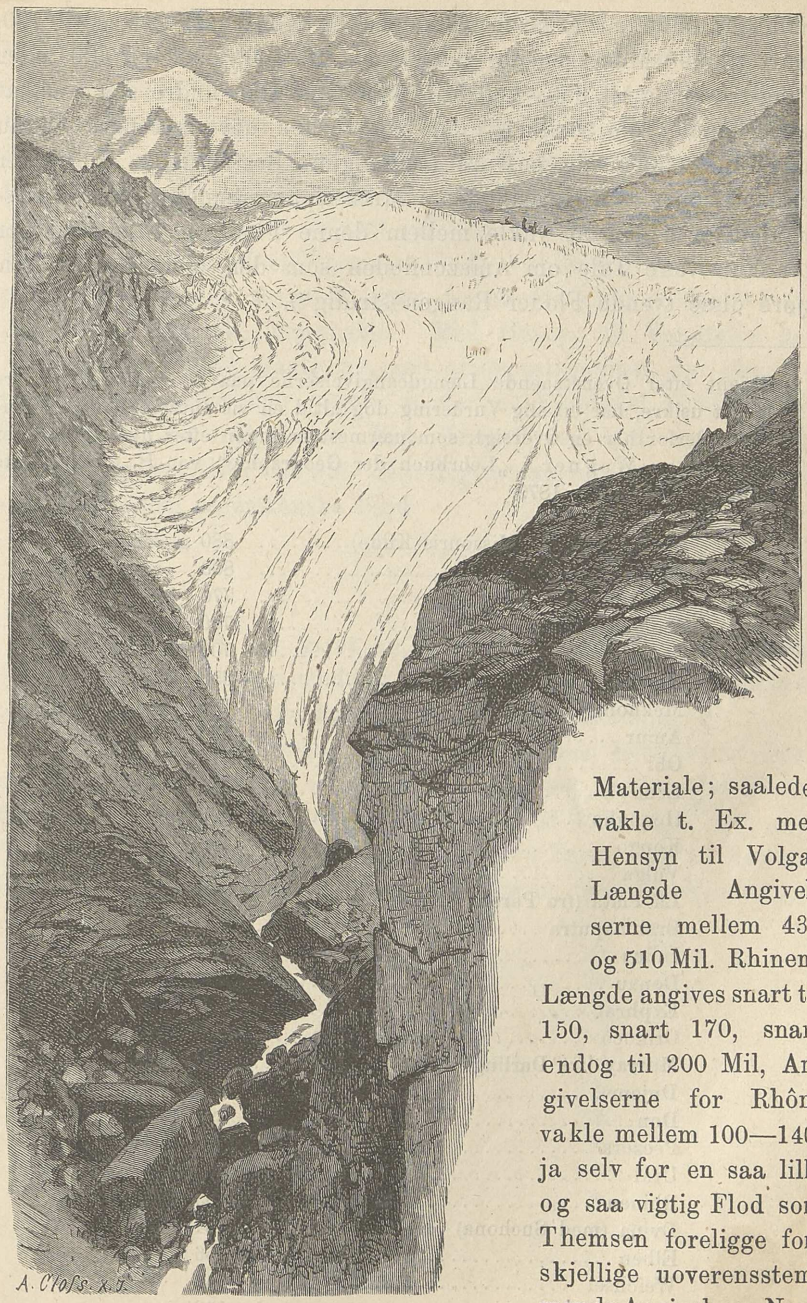


Fig. 94. Rhinens Kilde.

Materiale; saaledes vakle t. Ex. med Hensyn til Volgas Længde Angivelserne mellem 430 og 510 Mil. Rhinens Længde angives snart til 150, snart 170, snart endog til 200 Mil, Angivelserne for Rhône vakle mellem 100—140, ja selv for en saa lille og saa vigtig Flod som Themsen foreligge forskjellige uoverensstemmende Angivelser. Naar

thi de ere i Sandhed storartede. Jeg vil heller ikke her minde om, at den førstnævnte Flod, dér hvor Tocantins falder ud i den, eller rettere, hvor den antager Navnet Gran-Pará, danner et saadant Hav af fersk Vand, at alle Fremtoninger fra det aabne Hav, som Ebbe og Flod, Storm og Bølgegang, forekomme her i betydeligt Omfang; men jeg skal kun henlede Opmærksomheden paa Synskredsen eller Horizonten paa denne Flod; thi lige op til Tabatinga vil man finde denne smelte sammen med det ferske Vand. At Synskredsen smelter sammen med Vandet, er jo ret egentlig karakteristisk for det aabne Hav, er det fulde Udtryk for Havets Uendelighed, og naar det samme Forhold finder Sted ved en Indsø, er det et tydeligt Bevis paa denne Indsøs Omfang; dens Flade udgjør en saa betydelig Del af Jordens Overflade, at vor Klodes Krumning bliver kjendelig ved samme. Paa Amazonfloden fremtræder nu denne Indsø-lignende Udstrækning paa Hundreder af Mile; i evig Afvexling bølger denne Ferskvandsstrøm, denne lange, brede, mægtige Bane, fra Vest mod Øst.

„Hvor den kæmpemæssige Strøm danner stærke Krumninger, eller hvor den gjentagne Gange forgrener sig om sine Øer, fremtræder den nu ganske vist som en Flod; man ser den bøje omkring det fjærne Skovbryn eller en blaalig Bjærgskrænt, bruse afsted og ligesom forsvinde langs de milevidt fra hinanden liggende Bredder. Og mellem mange Øgrupper træffer man enkelte mere rolige Arme eller Paranas, der undertiden ere Mile lange, paa Grund af deres mere stille Vande opsøges af Skipperne og have det ret egentlige Flodpræg, hvoraf deres Navn Parana. Naar man nu efter at have tilbagelagt en slig Arm af Floden atter bøjer om et Skovbryn eller Højdedrag, naar man forlader den stille Parana mellem de fredelige Øer og igjen kommer ud paa den „store Strøm, Parana-açu", staar man som lynslagen ved sit Skibs Bord; atter og atter fremtræder det samme Kjendetegn for det aabne Hav, atter har man den samme aabne Synskreds for Øjet, atter og atter føler man sig vugget paa et Indhav, hvad enten man føres nedad samme mod Øst eller kæmper sig op mod dets Bølger i den modsatte Retning.

„Denne Fremtoning af en Synskreds af fersk Vand viser sig i særlig storslaaet Grad ved Mundingen af mange Bifloder, især naar man fra en af disse kommer ud i Hovedstrømmen. Her

ser man ofte allerede i en betydelig Afstand frem lige til Biflodens Munding, før man har naaet denne selv; men man ser Mundingen, saaledes at man hen eller ud over samme ikke kan overse selve Amazonstrømmen, ikke kan skjelne dens modsatte Bred; man kommer ligesom ud i det aabne Hav, og først naar man er midt ude paa dette Hav, skjelner man Flodbredden, medens Synskredsen mod Øst og Vest begrænses af Vand. Ved Tapajoz, denne smukke, brede Strøm — og dog er den efter Størrelsen kun den femte eller sjette af Amazonstrømmens Bifloder — er denne Begrænsning af Horizonten særlig storslaaet. Naar man sejler langs „Nordkysten", Amazonstrømmens nordlige Bred, og der fra krydser over mod Tapajoz, har man baade mod Syd, altsaa indad mod Tapajoz, og mod Øst og Vest langs Amazonstrømmen Synskredsen begrænset af Vand. Uvilkaarlig føler man sig paa den sydamerikanske Strøm mindet om tilsvarende Fremtoninger mellem de danske Øer og tror at se de enkelte Sunde og Bælter af Østersøen for sig.

„Ved at forlade Mundingen af den mørke Rio-negro og af Madeirafloden følte jeg mig i endnu højere Grad end ved Tocantins's Munding slaaet af Amazonstrømmens om Havet mindende Uendelighed. Med et vist Overmod og en Opbydelse af al deres Kraft synes de to Strømme at kaste sig ud i Hovedstrømmens graa, hvirvlende Bølger, og de tvende Bifloders mørke Vande ile virkelig med en stærk Sondring fra Amazonstrømmens Vande en temmelig lang Strækning afsted i Parana-açus fælles Flodleje, der ikke synes at være voxet neden for disse tvende store Floders Udmunding, men omvendt heller ikke synes mindre oven for samme. Og dog er Madeira næsten 500 danske Mile lang og selv opstaaet af anselige Floder, og Rio-negro eller Parana-pichuna er over 300 Mil og optager ligeledes en Række anselige Tilløb. — Det samme imponerende Skue af en vældig Strøm, et Ferskvands-Indhav med en Synskreds begrænset af Vand, fremtræder endnu ved St. Paulo Olivença, hvor fra der dog paa det Nærmeste er hele 500 Mil til Havet".

Den berømte amerikanske Rejsende H. M. Stanley har først paavist Kongoflodens store Betydning i geografisk Henseende; men allerede langt tidligere vidste man dog af Iagttagelser fra Flodmundingen, at den var et af Jordens største Vandløb. Kongo

— bemærker Findley allerede en Fjerdedel af et Aarhundrede tilbage — fører en uhyre Vandmasse, som har gravet sig en smal Flodseng af meget vexlende Dybde. Paa mange Steder i Æstuariet (Flodens bugtlignende Munding) finder man paa 200 Favnes Dybde endnu ikke Bund, 9 Sømile ude i Havet er Vandet endnu ganske fersk, og 40 Sømil uden for Flodmundingen have dens Vande først til Dels blandet sig med Havet; store Masser af Bambus m. m., der af den mægtige Flod bæres langt ud i Havet, paavise dens Hovedstrømning; den herved fremkaldte Strømning ude i Oceanet skal beløbe sig til 4—8 Sømil i Timen. Kongo-Strømningen kan, selv i stor Afstand fra Afrikas Kyst, spores ude i Havet, og Skibe, som under deres Sejlads krydse den fra Nord til Syd, maa under Navigationen tage den med i Betragtning. Man fortæller, at den paa 300 Sømiles Afstand fra Kysten endnu farver Havvandet gulliggrønt, og at Flodens Strømning endnu er mærkelig paa denne Distance.

Oven for de Vandfald, som Kongofloden danner ved at gjennembryde Kystbjærgene, fandt Tuckey, at den har en uafbrudt Vandflade paa 2—4 engelske Mils Bredde og en Strømfart af 2—3 Mil i Timen; naar det i samme Forfatters Rejsebeskrivelse fremdeles hedder, at den med lavest Vandstand fører 2 Millioner Kubikfod Vand i Sekundet, bekræftes denne Angivelse ved Vidals senere Iagttagelser.

Ved disse Kæmpestrømme, der tilmed have en Vandstand, som periodisk vexler i Aarets Løb, er det naturligvis umuligt at anstille nøjagtige Maalinger af Mægtigheden af de Vandmasser, de føre med sig; man maa her nøjes med Beregninger, der undertiden kunne fjærne sig langt fra det Rigtige. Saaledes antager man, at Amazonstrømmen hvert Sekund udgyder over $2^1/_2$ Million danske Kubikfod (80 000 Kubikmetre) i Oceanet; men i Flom- eller Højvandetiden strømmer der efter Avé-Lallemants Beregning hvert Sekund maaske 8 Millioner Kubikfod (250 000 Kubikmetre) Vand ud i det atlantiske Hav. Kongofloden fører efter Behms Beregning hvert Sekund gjennemsnitlig $1^3/_4$ Millioner Kubikfod (54 000 Kubikmetre). Nærmest denne afrikanske Strøm synes Yang-tse-kiang at komme, denne „Havets Søn", der efter kinesiske Forfattere strømmer

afsted „bundløs som Oceanet“. Desto værre ere ingen nøjagtige Maalinger bekjendte; men desto bedre er til Gjengjæld en anden Kæmpeflod, Mississippi, bleven studeret med Hensyn til dens Vandfylde; efter Humphreys og Abbots Undersøgelser fører den i Flomtiden 1 100 000 Kubikfod (35 000 Kubikmetre), ved laveste Vandstand $^1/_4$ Million, og gjennemsnitlig $^3/_4$ Millioner Kubikfod Vand hvert Sekund. Nilens Vandrigdom er udfunden af Jordan; efter hans Beregninger vælter denne Strøm hvert Sekund gjennemsnitlig 275 000 Kubikfod (8500 Kubikmetre) forbi Esneh; Minimummet i Maanederne Marts til Juni er 100 000 Kubikfod, Maximummet i September 650 000 Kubikfod. Lige saa vandrig er Gangesfloden, medens Brahmaputra efter Brødrene Schlagintweits Angivelser har en gjennemsnitlig Vandfylde af 350 000 Kubikfod (11 000 Kubikmetre) pro Sekund.

Sammenligne vi hermed vore evropæiske Strømme, finde vi, at Donau (efter Hartley) gjennemsnitlig fører 290 000 Kubikfod (9000 Kubikmetre) pro Sekund, Rhinfloden ved Byen Emmerich (paa Hollands Grænse) derimod kun 65 000 Kubikfod, Rhônen og Po omtrent lige saa meget, Loire og Seine endog kun 16 000 Kubikfod.

11. Flodernes periodiske Stigning og Oversvømmelse.

Som alt berørt udvise mange Floder i Aarets Løb en periodisk Stigning og Fald i Vandstanden. Dette Forhold afhænger ganske af Regnens Fordeling paa vedkommende Flodomraade. I de tropiske Egne er Regnen strængt bunden til visse Aarstider, og følgelig indtræder her Flommen eller Flodernes Stigning med en vidunderlig Regelmæssighed. Regntiden i det tropiske Bælte svarer til den Tid, Solen staar højest paa Himmelen; i alle varme Egne nord for Æqvator maa Regntiden følgelig falde sammen med vor Sommertid, i Egnen syd for Linjen derimod med vor Vinter. Fra den Tid, da Flommen begynder, kan man følgelig med Sikkerhed slutte sig til, paa hvilken Halvkugle paagjældende Flods Kilder maa ligge. Allerede før Stanleys Undersøgelser af Kongoflodens Kilde-Egn har Behm t. Ex. med Sikkerhed paavist, at Livingstones Lualaba, hvis Flomtid falder sammen med vor Vinter, ikke kunde

falde i Nilen eller Benue, men maatte staa i Sammenhæng med Kongofloden, og efter Stanleys store Rejse maa det anses for godtgjort, at Lualaba er Kongoflodens øvre Løb.

I Oldtiden indtog Nilen den første Rang blandt de Floder, som saaledes periodisk stige og falde; dens regelmæssige Oversvømmelse var en Betingelse for Ægyptens Frugtbarhed, forvandlede de støvfulde Egne først til en Ferskvandssø, dernæst til et Blomsterbed. Tolv Alens Vandstand var ikke tilstrækkelig, først af en 14 Alens Vandhøjde kunde man med Sikkerhed gjøre Regning paa en gunstig Høst, og med 16 Alen indtraadte Overflod. De Gamle anstrængte sig forgjæves for at udgrunde Gaaden ved Nilens Stigning, de kunde ikke naa længere end til Formodninger, og den Dag i Dag finder man i Kopternes Almanak Natten mellem den 16de og 17de Juni betegnet som „Draabens Nat", den Stund, da den vidunderlige Draabe falder fra Himlen og bringer Nilen til at svulme. Omtrent 14 Dage senere er Stigningen mærkelig over hele Landet, og Flommen naar sin største Højde mod Slutningen af September. Som Øer paa et uendeligt Hav rage nu Stæder og Landsbyer op midt i de gullige Bølger. For yderligere at drage Nytte af Oversvømmelsen er det dyrkelige Land ved Dæmninger inddelt i Bassiner, hvori man kan indlade Nilvandet. I Begyndelsen af September gjennemstikkes Dæmningerne, og i Slutningen af Oktober begynder Udsæden, medens Strømmens Vandrigdom fra nu af mindskes uafbrudt til næste Juni.

Af Nilens tvende Hovedkilder kommer, som bekjendt, den vestlige eller hvide Nil fra to mægtige Søer, der ligge lige under Æqvator. Disse Søer ere de Bækkener, hvor alt det Regnvand opsamles, som i disse Egne falder næsten 10 Maaneder igjennem; disse Søer gjør det muligt, at Nilen til Trods for sit lange Løb gjennem brændende Ørkener dog kan udgyde i Middelhavet en Vandmængde, som er fire Gange større end Rhinen; men de betinge ikke Ægyptens Frugtbarhed. „Mellemafrikas Søbækkener", siger Baker, „frembringe en Flod, der til alle Aarstider er vandrig nok til at bære Tabet ved Fordampningen og Nedsivningen; men hvis den hvide Nil ikke fik noget Tilløb, kunde Floden aldrig træde over sine Bredder, og da vilde Ægypten være berøvet sin aarlige Oversvømmelse, og Dyrkningen maatte indskrænke sig til Flodens nærmeste Omegn. Oversvømmelsen skyldes udelukkende



Fig. 95. Nilens Oversvømmelse.

de Tilløb, som komme fra Abessinien. De tvende store abbessiniske Floder ere den blaa Nil og Atbara, Floder, der have en betydelig Størrelse i Regntiden, hvorimod de i den tørre Tid svinde ind til den største Ubetydelighed; den blaa Nil bliver saa sid, at den ikke kan besejles, Atbara tørrer fuldstændig ud". Naar Himlens Sluser i Regntiden, fra Juni til September, saaledes aabne sig over Abessiniens Alper og Skove, bortføre den blaa Nil og Atbara som to mægtige Afvandingskanaler de Vande, der befrugte det regnløse Ægypten.

Idet Nilen saaledes er det eneste Vandløb, hvorigjennem en stor Del af Nedbøren i Afrikas Æqvatoregn føres bort, kan man betragte denne Flod som en uhyre Regnmaaler. Naar den staar meget højt, maa der aabenbart være faldet betydelig mere Regn, end naar dens Vandstand er ringe. Den højeste Vandstand, 18 Alen, havde Nilen paa Kejser Claudius's Tid († 54 eft. Kr.), den laveste Vandstand, 5 Alen, indtraf samtidig med Mordet paa Pompejus (48 før Kr.). Professor Fritz har nylig undersøgt Angivelserne for Vandstandsmaaleren paa Øen Roda og udfundet, at der i det mindste for Aarene 1825—72 kan paavises en temmelig regelmæssig Vexling i Nilens højeste Vandstande. De ringeste Vandstands-Højder faldt paa Aarene 1835, 1845, 1857, 1866, de største paa Aarene 1828, 1841, 1849, 1861, 1870.

De Floder, som ligge omkring Ørkenen Saharas Rand, kunne kun periodisk have nogen større Vandfylde, og denne maa være afhængig af den aarlige Regns Indtræden. Saa snart der indtræder Nedslag, opstaa vilde Strømme ofte ganske pludselig, styrte ned fra Bjærgskraaningerne, rive Klipper og Grus med sig, og i Tidernes Løb udhule sig Flodsenge (Vadier), der største Delen af Aaret ligge tørre. Den ægyptiske Stad Kosseir ligger ved en Bugt af det røde Hav; i Nærheden udmunder en bred, men meget sid Vadi, som forlænger sig $1^1/_2$ Mil op i Bjærgene gjennem et øde, vegetationsløst Landskab; kun ved Vintertid efter et Regnskyl fyldes den undertiden af en Bæk, der da oversvømmer hele Sletten som en mægtig Strøm. Naar det regner i Bjærgene, fremstaar og udvikler den sig undertiden saa pludselig, at Dalens Beboere næppe ere i Stand til at redde sig. Uden at man i Kosseir havde set noget til Regn, rullede saaledes engang ved Midnatstider i December 1864 Vandfloden ned i Dalen. Strax midt i den dybe Nat løb da

hele Kosseir, Mænd, Kvinder og Børn, ud at skue det sjældne Under, for at hente det kostelige Vand, der snart igjen kunde rinde bort, ja selv for at bade sig i den rivende Strøm. Hele den følgende Dag vare alle Kameler, Æsler, Lastdragere og Trælkvinder i travl Virksomhed med at samle Vandforraad for lang Tid; nogle Dage senere fandtes der kun Vand i enkelte Fordybninger, og her blev det snart saltagtigt.

Amazonstrømmens Oversvømmelser ere langt mere storartede end Nilens. Fra Juni til November har denne Flod sin laveste Stand, derpaa begynder Vandet at stige til Slutningen af Maj, og Vandspejlet hæver sig ikke mindre end 60 Fod. Bølgerne trænge nu frem til de fjærneste Skovensomheder; selv mange Mil oven for deres Mundinger udvise Bifloderne ikke mere nogen Strømning, men danne tilsyneladende Landsøer af umaadeligt Omfang. Paa Grund af denne Sammensmeltning af Strøm og Skov bærer hele Dyreverdenen ved Amazonstrømmen et vist amfibieagtigt Præg — ligegyldig til hvad Dyreklasse disse amfibieagtige Skabninger ellers monne høre. Lignende Forhold forefindes efter Humboldts Skildringer paa de Sletter, som gjennemstrømmes af Arauco, Apure og Payara. Den brasilianske Rio de S. Francisco træder i Flomtiden milevidt over sine Bredder, saa Flodskipperen aldeles forlader den egentlige Flodseng og forfølger den kortere Retning tværs over Markerne, undertiden flere Mil bort fra selve Floden, men da ogsaa mangen Gang med Fare for at strande paa en Høj, hvor Kvæget tidligere græssede.

Den oven for angivne, saa stærkt vexlende Vandstandshøjde giver Amazonfloden ikke blot til de forskjellige Tider et meget forskjelligt Præg, men forandrer ogsaa i meget betydelig Grad dens Bredder og Øer. Vi ville ogsaa her indskrænke os til at gjengive et Øjenvidne, Avé-Lallemants Skildring.

„Under enhver Vandstand i Floden staa de højere Bredder i Fare for at rives med af de forbibrusende Vande. Dog synes Faren mindst, naar Vandet har sin højeste Stand; thi da er Vandets Tryk saa stærkt, at det støtter og opretholder mangen stejl, skovgroet Lerskrænt, som allerede er nær ved at give efter og glide ned. Skrænten gjennemsives imidlertid under den høje Vandstand

helt og holden af Vandet, og mindskes nu Trykket, medens den faldende Flod mere og mere undergraver Skrænten Fod, kan en sidste, i og for sig ubetydelig Anledning, t. Ex. en Træstammes Tørnen mod Bredden eller Aareslaget fra en Cano, sætte en hel Strækning i Bevægelse; den styrter ned og river hele Masser af Skovskrænten med sig, hvorpaa Ødelæggelsen fuldendes af Flodens Bølger, der ved Faldet sættes i vild Bevægelse. Naar Amazonflodens Skippere se sig ladte i Stikken af Østenvinden, og de derfor møjsommelig maa stage sig frem langs Bredderne eller varpe sig op mod Strømmen, liste de sig med stor Forsigtighed forbi slige nøgne, ludende Lerskrænter, og selv Dampskibet undgaar at komme dem nær, da Vandet, som sættes i Bevægelse af Hjulskovlene, tørner mod den nære Skovbrink og let kan give det sidste Stød til Breddens Sammenstyrtning. I forrige Aarhundrede omkom en Guvernør, der havde indskibet sig med flere Fartøjer paa Madeirafloden, med samt sit hele Følge ved en slig Katastrofe; for nogle Aar tilbage gled en saa mægtig Skovbrink ned ved en af Perus mindre Floder, som udmunder i Amazonstrømmen, at Flodens hele Leje udfyldtes, Vandet stuvede sig op til en Indsø, hele Landskabet skiftede Præg, og den ringe Opdyrkning fik sit Dødsstød. Skjønt slige mægtige Ødelæggelser nu vel ikke høre til Dagens Orden, ser man dog paa overordentlig mange Steder hængende Skovpartier og svævende Haver i den vildeste Naturstil, og ofte ser man slanke Palmer paa 60—80 Fods Højde med deres vifteformige Toppe hænge ud over Vandet som Fiskestænger, indtil Bladene langsomt naa ned i det rindende Element, gribes og rives bort af samme, hvorved et anseligt Stykke Skov rives med i Faldet.

Naar de i Strømmen saaledes styrtede Træstammer ikke have et altfor tungt Ved, begynde de, især naar først Blade, Kviste og Grene ere afrevne ved Bølgernes vilde Leg, den lange Rejse mod Oceanet eller strande lejlighedsvis ved Bredden, foran en Ø eller paa en Sandbanke. Slige drivende eller strandede Stammer høre med til Amazonflodens mest karakteristiske Træk. I lange, milelange, ja man turde fristes til at sige i uafbrudte Rækker, ser man disse Træstammernes lysegraa Lag i kaotiske Masser danne Flodbredden, hvor de muligvis bidrage til at fæstne Stranden. Ved mindre Nybygder danner en slig Stamme af Drivtømmer en god Landgangsbro og under Flomtiden en Dæmning mod det Driv-

tømmer, som bryder ind paa Bredden. Strander Stammen imidlertid paa en Grund midt ude i Strømmen, opfanger den lidt efter lidt andre Stammer, svømmende Græs og løsrevne Buske og danner ofte en mægtig, provisorisk Ø, der maaske atter, naar Vandet yderligere stiger, løsner sig fra sin Ankerplads og svømmer videre paa Bølgerne. Set fra det Fjærne frembyder en slig Ø det mærkeligste Skue og fremkalder et virkeligt Fata morgana. Amazonflodens Vandhorizont har nemlig den Egenhed, at de Gjenstande, der svømme paa Strømmen, allerede blive synlige, før de virkelig ere dukkede frem over Synskredsen, og nu synes ligesom at sværve i en kort Afstand over samme; paa samme Maade ser man ogsaa de tvende Flodbredder, som omslutte Synskredsen, lidt længere end Vandet, saa de synes ligesom at hæve sig op mod Himlen. Paa tilsvarende Vis ser man nu ogsaa Drivtømmer og de nys beskrevne Øer komme frem tæt over Synskredsen og først senere svømme paa Vandet, naar de virkelig ere dukkede op over Horizonten".

Mississippis Stigning begynder ved Mundingen først i December, og i Midten af Januar har Vandet sin højeste Stand; derpaa falder Floden, men begynder paa ny at svulme i April og stiger nu uafbrudt til Juni, som er frygtet for sine Oversvømmelser. Den mindste Vandstand falder i November. Hundreder af Mile strømmer Mississippi mellem kunstige Diger (Levees), og i Flomtiden sejle Dampskibene undertiden i lige Linje med Tagene af Husene bag Digerne. „Dog kun altfor ofte sønderrives disse Dæmninger som Papir, og Landet bag dem oversvømmes paa Hundreder af Mile, Plantagerne ødelægges, Huse og Landsbyer rives bort, Skovene oprykkes med Rode. Og dog sker dette ikke, som ved Evropas Floder, ved en vild, pludselig ned fra Bjærgene skyllende Flom; dertil er Mississippi for stor, for mægtig, den er som en Titan, hvem det kun koster et Fingertryk at sprænge den mægtigste Dæmning. Den behøver ingen Anstrængelse hertil, intet Tilløb. Rolig, majestætisk, lidt efter lidt svulme dens Vande, og lige saa rolig giver det stærke Dige efter, uden at endogsaa blot en Bølge kruser det lumske, mægtige Vandspejl. Dog nu er al Redning for Liv og Gods umulig; thi hvor Mississippi strømmer over, hjælper ingen Flugt".

Ved de evropæiske Alpestrømme, der udspringe i Højbjærgenes Sneregioner, bevirker Bræ-Isens Bortsmeltning om Sommeren, at de ogsaa ved denne Tid kunne opvise en anselig Vandrigdom. Dog Isens Tøning fremkalder ingen Oversvømmelser; disse fremkaldes ogsaa kun ved Regnen. Saaledes staar t. Ex. Rhinen i Januar lavest ved Basel, og i Foraaret byder den kun et meget tarveligt Skue; men ved denne Tid foraarsager den vedholdende Regn ved Mellem- og Nedrerhinen mægtige Oversvømmelser, medens Floden hele Døgn igjennem naar Ganges's og Indus's Middelvandmængde.

Reclus meddeler et mærkeligt Exempel, der viser, hvorledes usædvanlige Regnskyl undertiden kunne fremkalde ganske overordentlige Vandstandsforhold i Smaafloder. Doux, Erieux og Ardèche ere tre franske Smaafloder, hvis hele Løb fra deres Kilder til deres Mundinger falde inden for Grænserne af samme Departement. Sædvanligvis strømme Floderne rolig afsted og tilføre Rhônen næppe 650 Kubikfod Vand pr. Sekund. Den 10de September 1857 udgøde de imidlertid i Hovedstrømmen en Vandmængde paa 450 000 Kubikfod, altsaa mere end Ganges og Evphrat føre ud i Havet. I Dalen steg deres Vand 48—60 Fod over den laveste Vandstand, og deres Bølger ødelagde Engene, bortreve Huse og Træer. Mængden af de paa en eneste Dag bortrevne Træstammer var saa stor, at Rhônen neden for Erieux's og Doux's Mundinger var ganske dækket af dem fra sin ene Bred til den anden. Og dog var denne Oversvømmelse endnu ikke den største; thi den 9de Januar 1837 steg Ardèche ved Gournier-Broen ikke mindre end 68 Fod over laveste Vandstand, altsaa endnu mere end i Aaret 1857.

Nøjagtige Undersøgelser i den nyere Tid have godtgjort, at Flommen stiger mere, og Oversvømmelserne ere blevne hyppige ved de større Floder i Mellemevropas Kulturlande, hvorimod deres mellemste Vandstand langsomt er aftagen. Trods al det Tilsyn og den Omhu, der med en Omkostning af mange Millioner anvendes paa disse regulerede Floder, disse saa vigtige Samfærdselsveje, true de altsaa med langsomt at synke tilbage til deres vilde, ukultiverede Standpunkt, synes at ville forvandles til Vildstrømme, der en Tid lang overskylle og hærge Alt, i den øvrige Tid udvise Vandmangel. Det Samme gjælder ogsaa om Volga og Dnjepr, langs hvis Bredder Skovenes Ødelæggelse er skreden saa vidt frem, at disse Floders midterste og nedre Løb allerede falder i fuldstændig skovløse Egne,

hvor Flommen gaar højere end i tidligere Tider. Hyppigere og hyppigere blive Klagerne over de Forandringer, disse høje Vandstande volde ved at danne nye Grunde og Banker og nye Retninger i Sejldybet. Talløse Kløfter, der om Vinteren og i den tørre Sommer ere vandløse, forvandle sig ved Foraarstider til brusende Vildbække, som ofte undergrave og hærge store Strækninger af det bedste Agerland. Det er kun en ringe Trøst, naar yderligere Undersøgelser paavise, at Flodernes gjennemsnitlige Vandmængde ikke er aftagen; thi denne gjennemsnitlige Vandmængde er vel i videnskabelig Henseende af Betydning, men af langt ringere Vigtighed for Samfærdselen; men her drejer det sig meget mere om denne Vandmængdes Fordeling paa Aarets enkelte Maaneder.

Hvorved fremkaldes nu denne paaviste Forandring ved vore evropæiske Kulturfloder? Svaret lyder, at Aarsagen maa søges i Menneskenes Skalten og Valten med Flodløbet, i Sumpenes og Mosernes Udtørring og i Skovenes Ødelæggelse. Whitney tror dog, at denne Vandformindskelse i vore evropæiske Floder ikke tilstrækkelig lader sig forklare ved Skovomraadets Formindskelse, men at den alt har taget sin Begyndelse, før Menneskene begyndte at gribe forstyrrende ind i Tingenes naturlige Gang.

Den Indflydelse, som øves ved Reguleringen af Flodernes Løb, kan tydeligst studeres ved Flomtiden i Theissfloden. Denne dorske, dyndede Flod samler næsten alt Vand fra Karpathernes sydlige og vestlige Skraaninger og fører det ud i Donau. J. St. v. Vilovo har paavist, at tre forskjellige Aarsager betinge Theiss's Flom: 1) Regnen og Snesmeltningen i dens eget, umiddelbare Flodomraade, fraset de højere Egne i dens Bifloder Szamos's og Maros's Omraade; 2) Højvandet i Szamos, Maros og Save; 3) Regnen og Snesmeltningen i hele Øvre-Inns, Donaus og Draves Omraader. Før Aaret 1845 dannede Theiss ved sin Udtræden i Lavlandet stadig vidt strakte Vandpytter, Søer og Moradser, med ødelæggende Feberluft. Den Gang begyndte Reguleringen af Theissfloden og Sumpenes Udtørring, hvorved der blev indvundet 300 □ Mil frugtbart Land, og Flodens Løb blev afkortet med 53 Mil. Naturligvis maatte som Følge heraf Vandstanden under Flomtiden voxe, og idet man beskyttede Sædemarkerne paa de af Theissfloden i tidligere Tid oversvømmede Landstrækninger, maatte Stæderne udsættes for Fare, til endelig den frygtelige Katastrofe i Szegedin indtraf i Foraaret

1879. „Mangt et Aar", bemærker St. v. Vilovo, „ere de tre oven nævnte Faktorer optraadte saa temmelig paa samme Tid, en anden Gang saaledes, at man af Vandstandsmaaleren nøjagtig kan læse sig til Rækkefølgen for de forskjellige Vandopstuvninger; endelig, men det er dog sjældent, kan hver af de tre Faktorer for sig fremkalde et selvstændigt Højvande. I Aaret 1876 optraadte alle tre Faktorer samtidig; Theiss steg rask og uafbrudt hele 25 Fod, og Szegedin svævede i største Fare; men den 30te Marts gjennembrød Strømmen Digerne ved Fegyvérnek oven for Byen Szolnok, ti Dage senere bleve Virkningerne af denne mægtige Aareladning

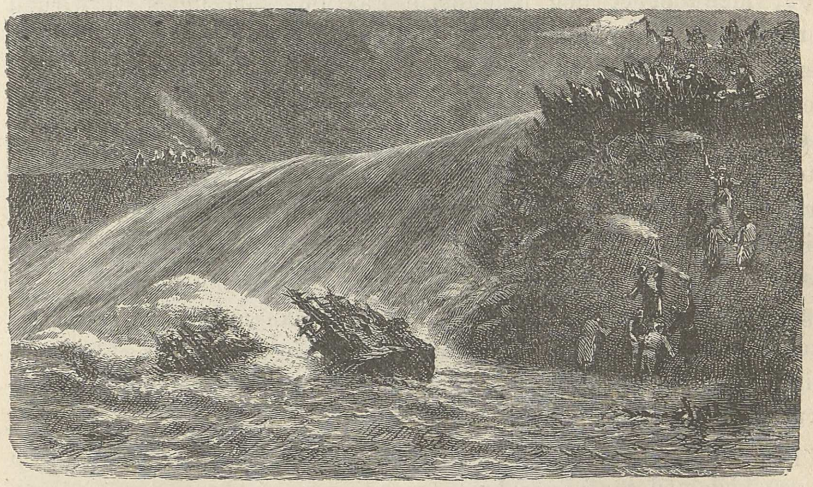


Fig. 96. Digebrud ved Szegedin.

kjendelige i Szegedin, og Byen var reddet. Dog kun for 3 Aar. I hvert Foraars Højvande vise Vandstandsmaalerne ved Szegedin en gjennemsnitlig Højde af 20 Fod. Som Følge af Tøbruddet i December 1878 steg Donau betydelig og standsede Bortstrømningen af Theiss's Vande i saa høj Grad, at der alene herved fremkaldtes et Højvande ved Szegedin; hertil kom nu Foraarsflommen, og hermed var Szegedins og hele Theiss-, Körös- og Zagyvaer-Lavsletternes Skæbne beseglet. Til Forebyggelsen af nye Ulykker hjælper det ikke at gjøre Dæmningerne højere; thi Theiss's Vandspejl forfølger dem; efter St. v. Vilovos Mening er der ingen anden

Udvej end i rette Tid frivillig at gjennembryde Digerne i Flodens Krumninger, saa Vandmængden kan brede sig og Vandspejlet følgelig synke.

12. Flodernes øvre Løb. Virkninger af Erosionen. Vandfald.

Ved større og fuldt udviklede Floder skjelner man mellem deres øvre, deres mellemste og deres nedre Løb. Da alt rindende Vand strømmer nedad eller har et Fald, ligger selvfølgelig en Flods øvre Løb i en større Højde over Havfladen end dens nedre Løb; men det er dog ikke dette Faktum, som ligger til Grund for den angivne Inddeling; man tager herved Hensyn til Flodsengens større Skraaning og Flodbreddernes forskjellige Beskaffenhed. I Nærheden af Flodernes Udspring er deres Fald i Regelen størst. Skummende styrter Bækken ned fra Højden, fører Grus, Sten og større Klippestykker med sig og arbejder saaledes uafbrudt paa at uddybe sit Leje. Vandets Fart er her af langt større Vigtighed end Vandmængden, og vi finde saaledes, at Fjældbækkene langt hurtigere undergrave og nedbryde deres Underlag end mægtige, men jævnt rindende Floder. Herved maa man imidlertid ikke lade ude af Betragtning, at Vandstanden i alle Fjældbække eller Vildbække er højst forskjellig efter Aarstiderne. Smalle Vandløb svulme op af Regnen, ved Laviner eller en pludselig Snesmeltning oppe i Højfjældene; de forvandles til ødelæggende Strømme, som bruse ned med tordnende Larm og tilintetgjør Alt paa deres Vej*).

En opmærksom Iagttager vil i Regelen allerede af et Vandløbs Omgivelser kunne slutte sig til dets Karakter; de udgravede Kløfter fortælle om de ødelæggende Vandmasser, der her lejlighedsvis styrte ned i Dalen. Overlæssede med Grus ligne slige opsvulmede Fjældbække undertiden sande Dyndstrømme, som paa Bunden rulle Sten- og Grusmasser videre og gnide dem mod hverandre. Hvor Kløfterne nu udmunde i brede, jævnt skraanende Dale, finder man hyppig mægtige Sten- og Gruskegler, som Vildbækken lidt efter lidt har optaarnet. Talrige Vildbække flyde i smalle, dybe, mørke Kløfter, som de i Aartusendernes Løb have gravet i Fjældet.

*) Jfr. Skildringen oven for Side 251—52.

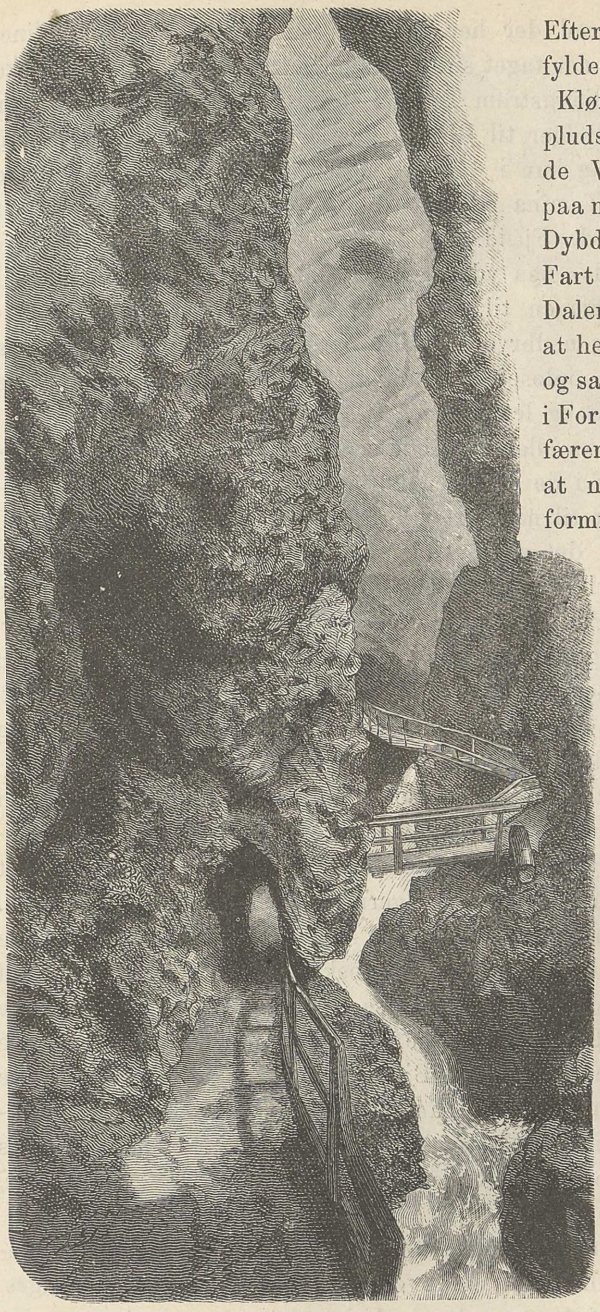


Fig. 97. Kløft i Salzkammergut.

Efter stærke Regnskyl fyldes slige smalle Kløfter undertiden pludselig med brusende Vandmasser, ofte paa mere end 100 Fods Dybde; med Lynets Fart skyde de ned i Dalene, Intet formaar at hemme deres Magt, og saaledes arbejde de i Forening med Atmosfæren uafladelig paa at nedbryde Fjældet, formindske Bjærgene og udjævne det Hele.

Floden Simento paa Sicilien afgiver et godt Bevis paa den Hurtighed, hvormed Floder med stærkt Fald kunne gjennemskære selv den haardeste Sten; ved et Udbrud af Ætna i Aaret 1603 blev dens Løb afspærret ved Lavastrømmen, men nu har Floden i den faste Basaltmasse banet sig et Leje paa omtrent 60 Fods Bredde og en Dybde af

60—100 Fod. Hvad der her er sket saa at sige for vore Øjne, har paa andre Steder taget sin Begyndelse længe før den historiske Tid. Den vilde Bjærgstrøm Tamina (i Kantonet St. Gallen) ruller sine skummende Bølger til Rhinen gjennem en Kløft, der paa den længste Sommerdag kun i 6 Timer beskinnes af Solen; men denne skumle Kløft har Tamina i Løbet af utalte Aartusender selv gravet gjennem det haarde Fjæld. Paa samme Maade arbejder Reussfloden endnu rastløs paa yderligere at uddybe sin dybe Tværdal i Midtalperne. Aarsagen til, at Fjældmassen i Rhindalen i Graubünden saa hurtig nedbrydes, maa søges i dens Righoldighed paa kulsur Kalk, som opløses af Vandet, hvorpaa Stenen mister sin Sammenhængskraft og let ødelægges.

Denne Erosion eller Udgravning, som skyldes den vilde Fjældbæk, møde vi selv i de af Solen udtørrede Ørkener, hvor den hidrører fra de af og til nedstyrtende Regnskyl. Et storartet Exempel herpaa møde vi i det vildt sønderrevne Højland Ahagar (Asgar) i Nordafrika. Barth var her selv Øjenvidne til den Magt, slige Regnskyl have. Paa Rejsen til Agades blev han under 19° n. Br. overfalden af mægtige Regnskyl, der forvandlede Dalen ved den vestlige Fod af den 4—6000 Fod høje Bjærggruppe til et bredt, rivende Flodleje. Strømmen var med en halv Mils Bredde endog saa rivende, at den førte en Kamel bort med sig. Om Eftermiddagen begyndte Floden at vælte sine Bølger nedad gjennem Dalen; den følgende Dag fremviste et storartet Billede paa Ødelæggelse, der kunde give et Begreb om Syndfloden, og først Kl. et om Eftermiddagen begyndte Bølgerne at sagtnes og mindskes. Under sine Rejser i Gobi blev den bekjendte russiske Rejsende Preschevalski Vidne til lignende Regnskyl. I den vandfattige, af Sandørkener indesluttede Bjærgmasse Ala-schan blev han den 1ste Juli 1873 overfalden af et uhyre Regnskyl, der holdt ved i flere Timer, fremkaldte Strømme i Bjærgkløfterne og bortrev mægtige Klippestykker, der med en saa uhyre Magt tørnede mod Dalvæggene, at Jorden bævede som under et Jordskjælv. Det lykkedes med Nød og næppe vor Rejsende at redde sig op i de højere, mere trygge Klipper.

Floderne i Himalaja og Tibet have udøvet en lignende ødelæggende Virksomhed. I deres øvre Løb have saaledes Ganges, Indus og Sadlasch i Aartusendernes Løb gravet sig ned gjennem det



Fig. 136. Lavinskred.

faste Fjæld og de løsere Lag og stedvis dannet Erosionsdale paa indtil 3000 Fods Dybde. Denne uhyre Erosion i det nordlige Indiens Bjærgkjæder beror efter R. v. Schlagintweit paa forskjellige Aarsager, af hvilke følgende ere de vigtigste. „I Himalaja er Regnmængden og Snesmeltningen om Sommeren en af de vigtigste Faktorer til denne Erosion; men baade her og i Tibet — i sidst nævnte Land kan den aarlig faldende Regnmængde dog næppe komme i Betragtning — spiller tillige Dalenes Snæverhed og Stejlhed en vigtig Rolle. Herved øges nemlig den udgravende Kraft ganske overordentlig; thi paa Grund af de kløftlignende Dale samles Nedbørens hele Kraft lige i Midten".

„Som en Følge af denne Dalenes ejendommelige Beskaffenhed og den her saa mægtige Erosion have de i Himalajas Udkanter saa talrige Landsbyer en ganske ejendommelig Beliggenhed. Man skulde vente at træffe dem nede i Dalens Bund; men denne har sjælden den fornødne Bredde, og i Steden ligge Byerne da højt over Flodernes Vandspejl paa Terrasser, som dels ere dannede for Aartusender tilbage af selve Floden, dels kunstig opkastede eller møjsommelig udvidede af Beboerne".

Denne Fjældbækkenes ødelæggende Virksomhed forandrer efter lange Aarrækkers Forløb fuldstændig de bjærgrige Landskabers Karakter. Vore Bjærge ere kun Ruiner af tidligere Hævninger, de mer eller mindre betydelige Levninger, som endnu trodse Luftens Angreb og Vandets Virkninger. Hvad man i den afrikanske Sandørken kalder „Zeugen", Hævninger i Jordbunden, som ere opstaaede derved, at den blødere Jordsmon bortføres af Vand (og Vind), har noget Tilsvarende i mangen dristig Bjærgformation i Evropa. Ogsaa disse ville forsvinde, nogle hurtigere, andre langsommere; thi Vandet taaler ikke nogen blivende Højdeforskjel. Saafremt de Kræfter, der frembragte Bjærgene, ogsaa fremtidig blive i Virksomhed, vil der dog vistnok ikke være nogen Mangel paa nye Hævninger, og endnu evner Ingen at afgjøre, om Vandets nedbrydende og nivellerende Virksomhed vil gaa af med den endelige Sejr.

Til de af Jordens Egne, som kunne opvise en slig meget rask fremskridende, ødelæggende Virksomhed, høre de franske Alper; men her har ogsaa Befolkningens Daarskab i høj Grad fremhjulpet denne uafvendelige Naturvirksomhed. „I Provinserne Dauphiné og Provençe" — fortæller Reclus — „vare Skrænterne, som nu for

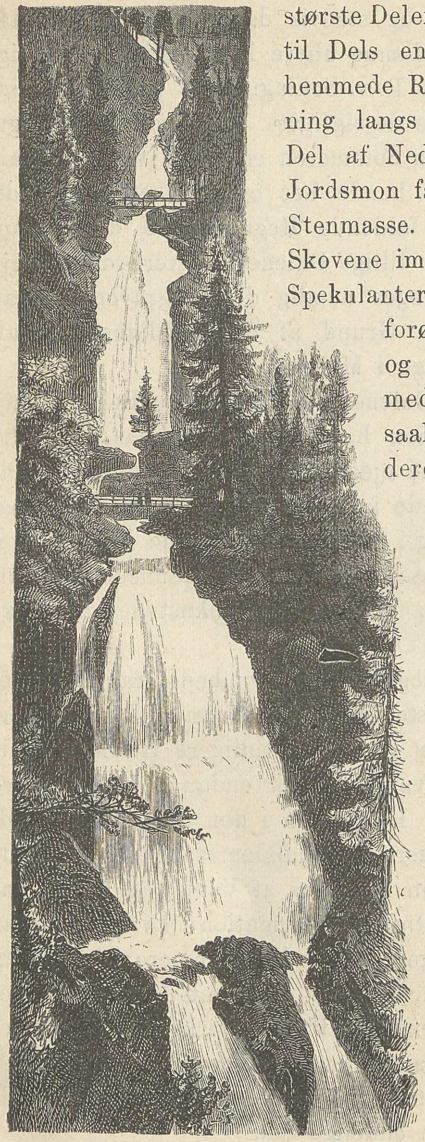


Fig 99. Gieszbach (Kanton Bern).

største Delen ere nøgne, tidligere grønklædte, til Dels endog bevoxede med Skov, som hemmede Regn- og Snevandets Bortstrømning langs Overfladen, opsugede en stor Del af Nedbøren og holdt det frugtbare Jordsmon fast til den underliggende, glatte Stenmasse. I Aarhundredernes Løb bleve Skovene imidlertid slaaede ned af havesyge Spekulanter og taabelige Bønder, som vilde forøge deres Marker nede i Dalene og deres Enge oppe paa Bjærgene med endnu et Par Parceller, men saaledes med Skovene ødelagde selve deres Ejendomme".

„Nu, da Regn- og Snevandet ikke mere af Trærødderne holdes tilbage paa Skrænterne, styrter det rask ned i Dalene og fører selv Gruset fra Bjærgene ned med sig. De tilovers blevne Buske og Urter søndergnaves og ødelægges yderligere af Gederne og Faarene. Det ringe Lag af Muldjord er lidt efter lidt forsvundet, og det nøgne Fjæld træder frem; Bjærgskraaningerne fures af dybe Kløfter og Render, som i Regntiden fyldes af skummende Vildbække, der tidligere slet ikke vare til. Vandet, som før langsomt sivede ned i Jordbunden og tilførte Trærnes Rødder nærende Salte, er nu kun til som ødelæggende Element. Efter at Skovene ere blevne omhuggede, aabnede sig hist og her paa Bjærgskraaninger Erosionskløfter, hvortil der svarer andre Kløfter paa de modsatte

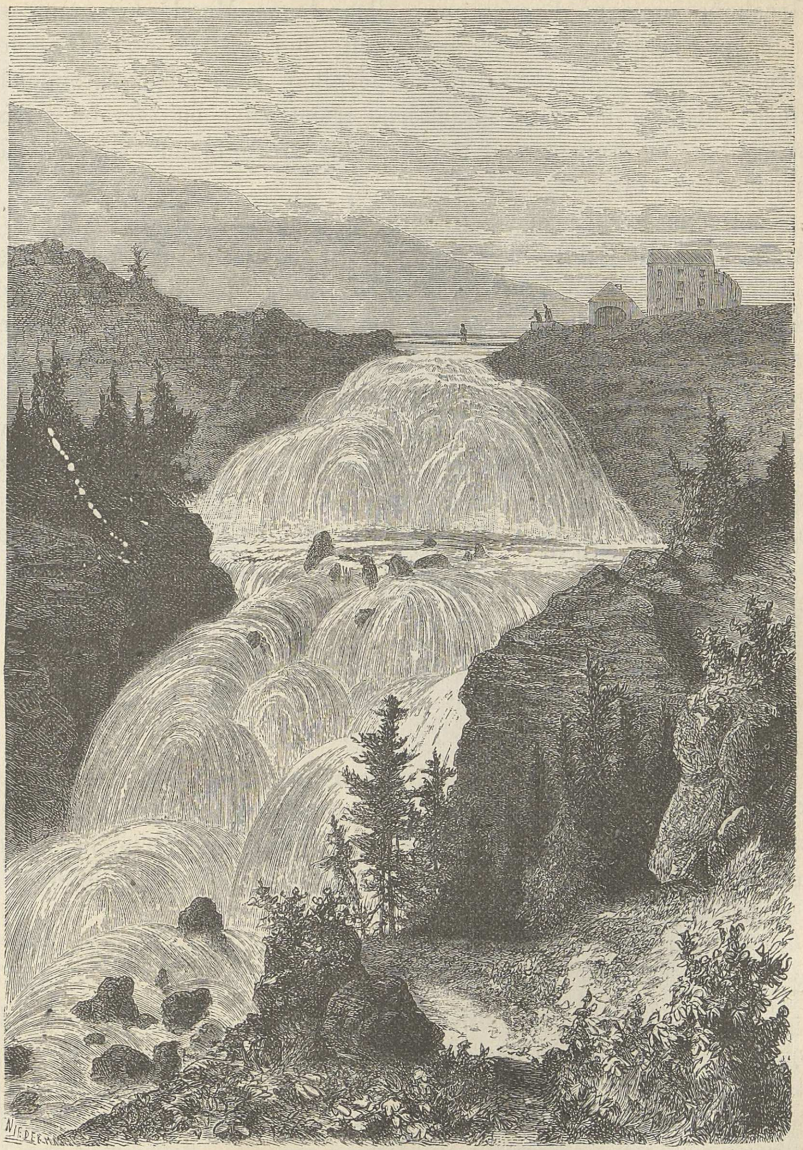


Fig. 100. Tosaflodens Vandfald.

Skraaninger, og under den fremadskridende Ødelæggelse mødes disse Kløfter sluttelig og dele Bjærgryggen i enkelte, af voxende

Grushobe omgivne Bjærgtoppe. Paa denne Maade kan man se mangen Bjærgtop Aar for Aar smelte bort. Paa mange Steder gives der paa milelange Strækninger ikke mere nogen grønnende Busk; hist og her paa Skrænterne fremtræder en tarvelig Græsstrækning, og Ruinerne af de forfaldne Huse blande sig med de hensmulrede Fjælde".

„Denne ødelæggende Virksomhed, som saaledes i de franske Alper øves af Vildbækkene, er en af de mærkværdigste Fremtoninger, der lader Historieforskeren fatte og forstaa, hvorledes det er gaaet til, at saa mangen en Landstrækning i Syrien, Grækenland, Lilleasien, Afrika og Spanien i vore Dage ligger affolket og øde hen. Træhuggerens Øxe har lige saa fuldt som Erobrerens Sværd tilintetgjort og fortrængt hele Folkeslag. For Tiden se vi de sydlige Alpedale blive mere og mere øde og mennesketomme, og hvis man endnu ret længe opsætter at træffe grundige Modforholdsregler, kan man næsten forudsige det Tidspunkt, da Departementerne Øvre- og Nedrealperne ikke mere ville have nogen indfødt Befolkning".

I Flodernes øvre Løb fremtræde hyppig Vandfald. Disse forekomme vel ogsaa i Flodernes mellemste Løb og ere her mere storartede med Hensyn til Mængden af det nedstyrtende Vand; men i Højden staa de regelmæssig tilbage for Vandfaldene i Flodernes øvre Løb.

Vi skulle lidt nærmere omtale nogle af de mest bekjendte i Evropa.

Paa Sydsiden af Walliseralperne (de lepontiske Alper) udspringer Floden Toce (Tosa), strømmer gjennem Ossoladalen og danner et bekjendt Vandfald, der med en Højde af 420 Fod og 80 Fods Bredde styrter ned i tre Terrasser. Til de højeste Vandfald i Schweiz høre Staubbach og Gieszbach. Det første dannes af en Biflod til Aare, Lütschine, der strømmer gjennem den snævre Lauterbrunnenthal, som begrænses af stejle, indtil 1500 Fod høje Kalkklipper. Ved Landsbyen Lauterbrunnen styrter Lütschine fra 840 Fods Højde ned over den bratte Fjældvæg,

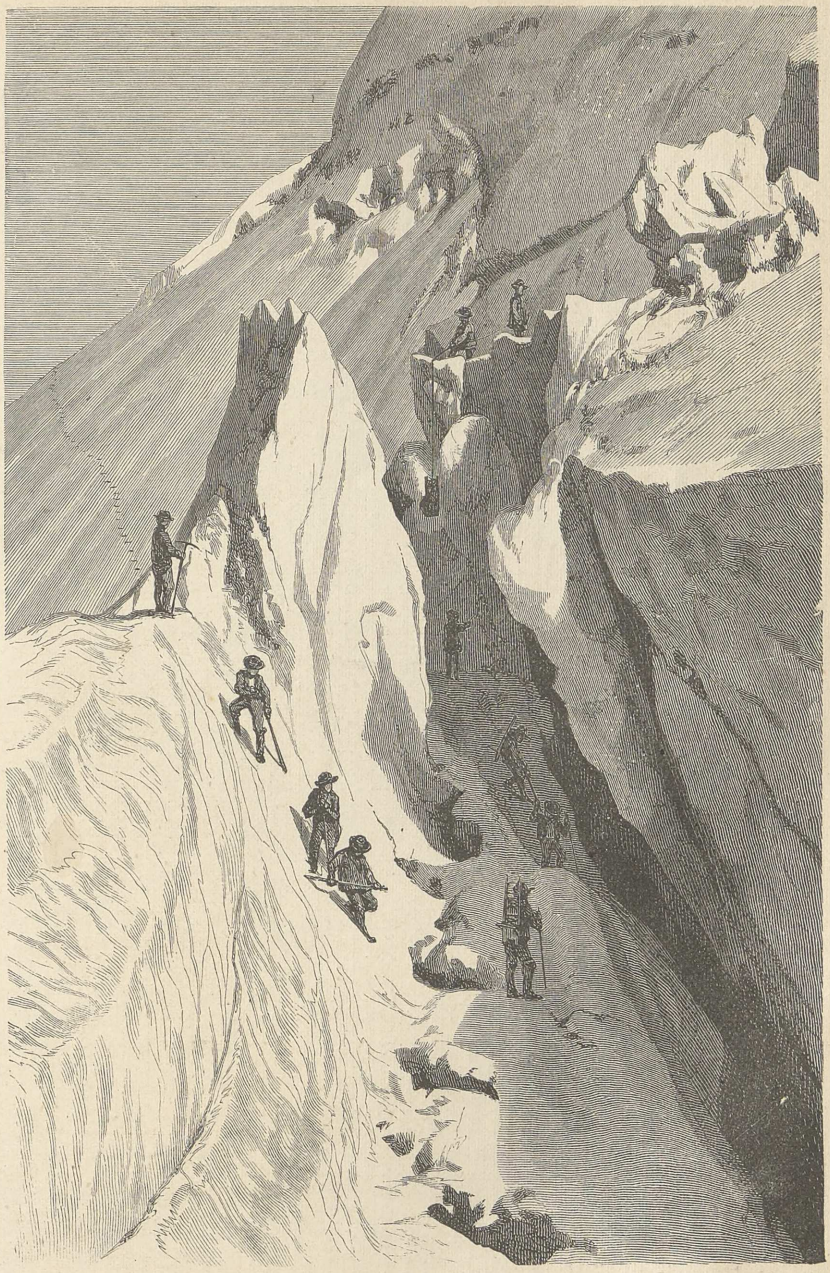


Fig. 138. Isbræspalte paa Siden af Montblanc.

Vandet opløses i Faldet fuldstændig til Vandstøv, saa at Floden, der for oven ser ud som et klart Sølvbaand, sluttelig kun naar Dalens Bund som en fin Regn. Et endnu smukkere Vandfald er Gieszbach (se Fig. 99). Paa den nordlige Skrænt af Faulhorn styrter Bækken i syv Trin fra en Højde af 950 Fod ned i Brienzersøen gjennem prægtige, skovgroede Klippegrupper. I Storartethed staa disse Fald dog langt tilbage for Rhinfaldet ved Laufen, en halv Times Gang fra Schaffhausen. Floden, som paa dette Sted er 350 Fod bred, styrter her pludselig som en samlet Masse

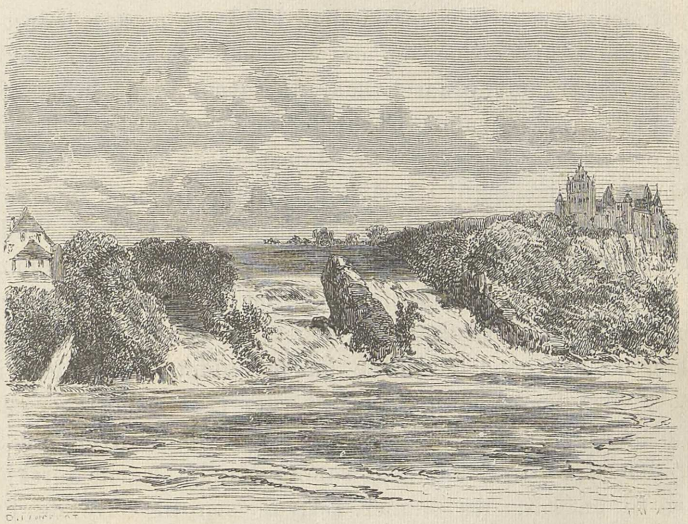


Fig. 102. Rhinfaldet ved Laufen.

ned ad en temmelig brat, men ujævn Skraaning, der paa venstre Side omtrent er 60, paa højre kun 45 til 50 Fod dyb. Tre forskjellige, med Træer og Buske bevoxede Klippetoppe, dele det skummende Fald i fire Dele af ulige Bredde. Fra den største af dem, der omtrent ligger midt i Faldet og paa Grund af sin Stejlhed kun kan bestiges af behændige og nervestærke Personer, nyder man, især om Natten ved Maaneskin, en herlig Udsigt over Faldet, der, naar man tager de nærmeste Strømhvirvler med, i det Hele har en Højde af 100 Fod.

Af Vandfaldene i Pyrenæerne skulle vi blot omtale de bekjendte Gavarniefald. Naar man fra Lavlandet stiger op langs Gave de Pau, kommer man efterhaanden gjennem en Række snævre Kløfter og trange Dale til Toppen af Pimané, som adskiller Estaubédalen fra Gavarniedalen. Den ene Ende af sidst nævnte Dal danner en halvkredsformig Udvidelse, den saakaldte Gavarnies Cirkus, der indfattes af bratte, mere end 1200 Fod høje Klippevægge med takkede Rande. Længere tilbage hæve mægtige Bjærgtoppe sig etagevis til 9000 Fods Højde; de udmærke sig ved deres vilde og dristige Former og ere hele Aaret rundt klædt i skinnende hvide Snemasser. Fra Randen af de stejle Fjældvægge, som lukke Gavarniedalen, styrte tolv forskjellige Fald sig næsten lodret ned, med en efter Aarstiderne og de ophobede Snemasser vexlende Vandmasse. Især om Foraaret, naar de varme Vinde bringe Sneen til at smelte rask, svulme Gavarniefaldene op til et betydeligt Omfang og vise sig i deres hele Majestæt. Vandet i det største Fald, som er omtrent 1350 Fod højt, styrter da ned som en uafbrudt og sammenhængende Masse og med en saa uhyre Voldsomhed, at Klipperne synes at ryste i deres Grundvold. Om Sommeren svinde Faldene derimod efterhaanden ind til mindre omfangsrige Straaler, der baade ved Luftens Modstand og de fremspringende Klippekanter, hvorimod de tørne under Faldet, forvandles til en tyk Sky af blændende hvidt Vandstøv, der i Sollyset tager sig ud som et over Fjældvæggen udbredt Slør af det fineste hvide Musselin. Paa Bunden af Gavarnies Cirkus samler Vandet fra de forskjellige Fald sig til en Elv, der danner Begyndelsen til Gave de Pau*), over hvilken der et Sted i Dalen hvælver sig en bred Snebro med Dimensioner, som vexle efter Aarstiden. Sneen forsvinder nemlig sjælden fuldstændig i den dybe Gavarniedal, men bliver for en Del liggende i Skyggen af de høje Fjældvægge hele Sommeren over.

Ogsaa den skandinaviske Halvø kan opvise en Række prægtige Vandfald (Fossefald). Til de højeste høre Rjukanfos, der ligger ved Foden af Bjærget Gousta, dannes af Maanelven (en af Skienselvens Tilløb) og har en Højde af 780 Fod, samt Vøringfos (i det vestenfjældske Norge), der dannes af Elven Bjoreja og er 470 Fod høj. Disse Fossers Vandmasse er dog ikke stor; langt

*) I Pyrenæerne kaldes enhver Bjærgstrøm „Gave".



Fig. 103. Gavarniefaldene.

betydeligere er Hønefossen, som dannes af Bægnaelv, og Sarpfossen, der dannes af Glommen; begge disse Vandfald naa kun 70 Fod i Højde, men med Hensyn til Vandmængden nærme de sig Rhinfaldet. De norske Elve have i det Hele et stærkt Fald, som lægger uoverstigelige Hindringer i Vejen for Sejlbarheden; mange ere ogsaa til Hinder for Tømmerflødningen, idet Tømmeret dels beskadiges, dels pakker sig sammen i store Masser under Faldene, hvorfor Fossefaldene ogsaa ofte omgaas ved Anlæg af Tømmerrender. Af de svenske Vandfald skulle vi kun fremhæve Trollhættan, der dannes af Götaelven. Trollhættan er kun 120 Fod høj og forholdsvis lidet stejl, da det deles i flere paa hinanden følgende mindre Fald; men det frembyder dog et imponerende Skue paa Grund af den uhyre Mængde Vand, som med rivende Fart vælter sig ned fra Klippeafsatserne og under en bedøvende Larm males til Fraade og Skum i de frygtelige Hvirvler ved Faldenes Fod.

De evropæiske Vandfald staa dog langt tilbage for de andre Verdensdeles. I Afrika mærkes navnlig Victoriafaldene i Zambesifloden; de bleve opdagede af Livingstone og ere senere besøgte af enkelte andre Evropæere. Vi give her en Beskrivelse efter Tyskeren E. Mohr, som mener, at Victoriafaldene i storartet Skjønhed endog overgaa Niagara: „Med en Bredde af en Fjerdingvej styrter den majestætiske Strøm med et Fald af 400 Fod sine Bølger ned i en Kløft, der gaar lige tværs over Flodens Leje og har en vexlende Bredde af 240—300 Fod. Nær Faldene ile Bølgerne afsted med flyvende Fart, og med sine langstrakte Skumstriber tager Vandet sig ud, som det koger. Nær den vestlige Bred ligger en lille Ø, omtrent 120 Fod borte fra Bredden; Vandet, der hyler og bruser med mægtige Hvirvler, styrter her som én Bølge og i et eneste Sæt ned i Dybet. Paa det vestlige Hjørne kan man træde ud paa en lidt fremspringende Klippe, hvad der dog kun kan tilraades saadanne Rejsende, der ere fuldstændig fri for Svimmelhed. Til Venstre, tæt ved Siden af og under sig, ser man nu det nylig beskrevne Fald, og over for sig har man den lange Linje af det store Fald, der dog kun delvis er synlig; thi den Luftmasse, som trykkes ned med Bølgerne, sammenpresses og fyldes med Vanddele, befrier sig med Voldsomhed, stiger hvirvlende i Vejret og fremkalder de Taage- og Dampskyer, som spøgelseagtig lyse højt oppe over dette Vandenes Altar. Har man fra dette Sted

en Tid lang skuet ned i det skummende, bølgende, sprøjtende, larmende Kaos der nede, ombruset af det rasende Elements frygtelige Larmen, er man bleven gjennemrystet af den Hylen, som drøner op fra Dybet og trænger gjennem Marv og Ben, saa undrer man sig over, at selv Klipperne, disse Jordens haarde Ribben, kunne yde Modstand mod en slig Magt". Efter at Zambesi har presset sine Masser gjennem det snævre, kun 270 Fod brede Pas, ruller den videre i tre, fire mægtige Slangevindinger. I den snævre Flodseng maa Strømmens Dybde være umaadelig. Bredderne dannes af lodrette, 5—600 Fod høje Klipper; for Mennesker ere de absolut utilgængelige.

Det mest berømte af alle Vandfald er dog Niagara, der aarlig besøges af Tusender af Rejsende. Ogsaa i videnskabelig Henseende er dette Vandfald nøjagtig undersøgt. Niagarafloden strømmer fra Eriesøen til den 330 Fod lavere Ontariosø, og Faldene selv ligge oven for Lewiston. Efter I. Marcau, som i Løbet af en Fjerdedel Aarhundrede gjentagne Gange har undersøgt Niagara, falder Flodens Løb mellem Erie- og Ontariosøerne i tre meget forskjellige Strækninger. Paa den første Strækning, fra Eriesø til de store Fald, er Floden bred og strømmer med flade Bredder majestætisk afsted gjennem en bred Slette og omsluttende et Antal Øer, af hvilke en enkelt, „den store Ø", skiller Floden paa en lang Strækning i tvende Arme, der først et Stykke oven for Vandfaldene atter forene sig.

Den anden Del af Floden naar fra Katarakterne til Lewiston. Paa en Længde af syv engelske ($1^1/_2$ dansk) Mil indsnævres Floden; mægtige Klippevægge paa 200—250 Fods Højde tvinge den til at tage sin Vej gjennem en Kanal med en Forskjel i Vandstandshøjden af 100 Fod fra Faldene til Lewiston. Den snævre Kanal har Floden selv udhulet sig; i en forhistorisk Tid have Faldene tilbagelagt denne hele Strækning, idet de styrtende Vandmasser lidt efter lidt have udvasket de 90 Fod mægtige Kalkmasser, hvorunder der ligger lige saa mægtige, men blødere Lerskiferlag, og saaledes ere Faldene sluttelig rykkede baglængs til den nuværende Plads. Dog er det muligt, at der i Nærheden af Lewiston oprindelig har existeret flere, etagevis over hverandre liggende Fald, idet Vandfaldenes Udseende væsentlig betinges ved Haardheden og Modstandskraften hos den underliggende Stenmasse.

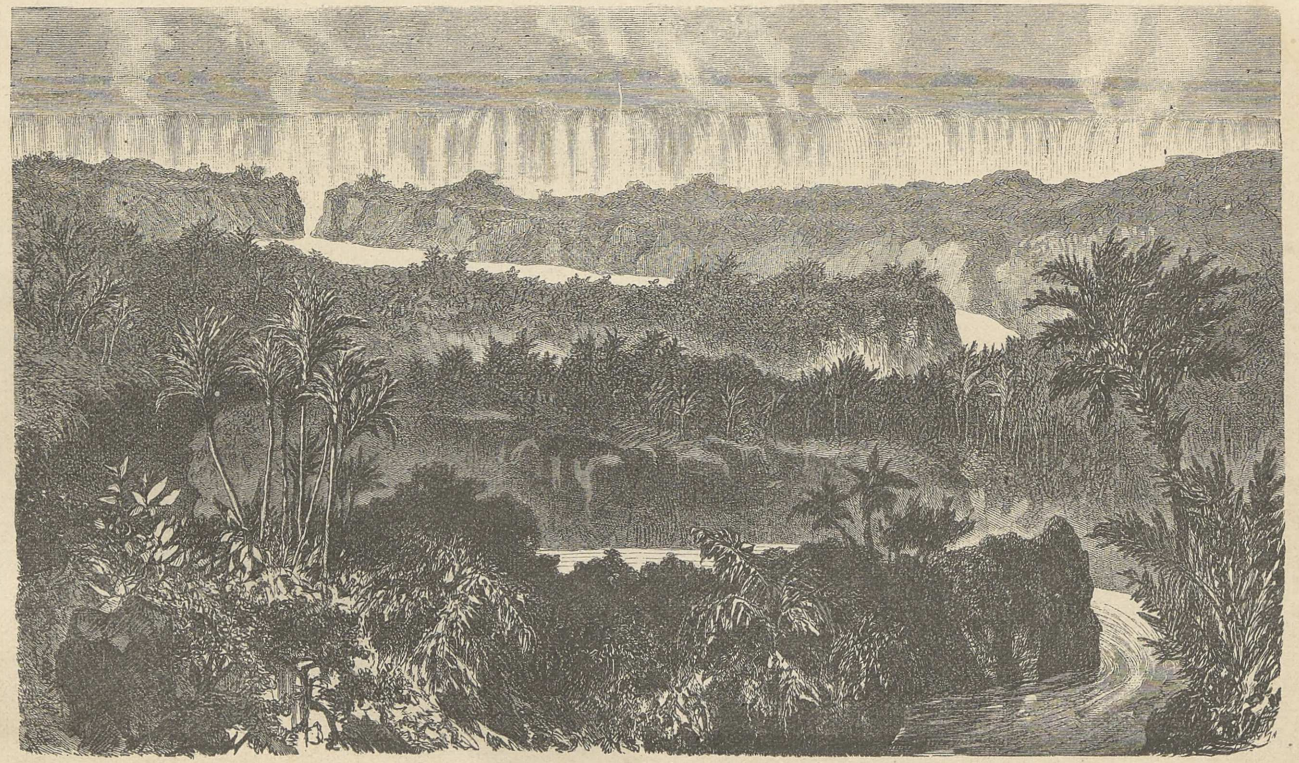


Fig. 104. Victoriafaldet eller Mosi-va-tunja, „den larmende Taage“.

Da nu imidlertid Kalkmassernes Styrke tiltager efterhaanden, som Faldene trække sig tilbage, vil Faldets Rand blive mere og mere massiv og som Følge heraf tynge mere og mere paa de sprøde, svagere Mergellag, som danne Grundlaget. Desuden bliver Vandet i Faldet med umaadelig Magt slynget mod Klippevæggene, og der opstaar under Faldene Luftstrømme, som af kompetente Personer sammenstilles med virkelige Storme. Vandet omhvirvles Tusender af Gange, og under Vægten af dette kæmpemæssige Stampeværk, der søndermaler og hvirvler Alt bort, maa Ødelæggelsen af de nedre Lag blive desto betydeligere, jo mere man nærmer sig Eriesøens Vandspejl. Efter Marcou danne Niagarafaldene netop en Modsætning til Ohiofaldene ved Louisville. Her danner en meget haard Kalksten Grundlaget og sort Ler det øverste af Faldene, og man bemærker derfor ved Louisville, hvorledes Ohios tilbagevigende Fald stadig blive lavere, og Faldets Grund forvandler sig til virkelig stejle Klippevægge, saa at der efter Aaringers Forløb slet Intet vil være tilbage uden netop disse Klipper. Marcous Opfattelse, der, som sagt, støttes paa mangeaarige Iagttagelser, deles af Beboerne i Omegnen af begge Fald.

En lille Ø midt i Floden deler Faldene i tvende Partier, et større hesteskoformigt paa over 1800 Fods Bredde og en Højde af 150 Fod, og et mindre, det amerikanske, der er 850 Fod bredt og 165 Fod højt; den oven omtalte snævre Kløft neden for Faldene er kun 800 Fod bred. En Bro fra den ene af Flodbredderne fører over til den skovklædte Gedeø, hvor der er anlagt Spaseregange, og hvor man ad en i Klippen udhugget Trappe kan stige lige ned til Foden af Faldet. Paa et Sted, hvor det nedstyrtede Vand har undermineret den stejle Væg, kan man endog ad glatte og slibrige Trappetrin trænge ind i en Hule bag ved det mægtige Fald og der fra betragte Vandstrømmen, som er 20—25 Fod i Gjennemsnit og ser ud som en lodret Mur af grøntfarvet Krystal. De hyppige Nedstyrtninger af Klippemassen gjør det imidlertid farligt at stige ned i den omtalte Grotte, der har faaet Navnet „Vindenes Hule“ efter det levende Lufttræk, som altid hersker her. „Paa Vejen standser man engang imellem aldeles bedøvet, Syn og Hørelse gjøre næsten ikke Tjeneste mere, man har et Syn af noget umaadeligt Højt og Hvidt rundt omkring, en Lyd af buldrende Torden i sit Øre. Man mærker paa Førerens Haand i Nakken, at man skal

staa stille og bukke sig med ham for at faa Vejret; men man kan ikke se ham for de Vandstrømme, der piske En i Ansigtet. I dette Kaos af Naturkræfter har man undertiden kun en ubestemt Følelse af, at man er til, og ikke noget Andet; men det er kun paa enkelte Steder af Vandringen, man bliver saa stærkt overvældet. Hvor Vandet ikke kastes saa bedøvende imod En, ser man rundt omkring det vidunderligste Syn. Bestandig er man omgiven af denne umaadelige, hvide, tordnende Vandmasse, man synes at være midt i den rivende Hvirvel, skjønt man i Virkeligheden er kommen bag Faldet ind i den vældige, hundrede Fod høje og hundrede Fod brede Klippehule, hvis øverste Rand er Faldets Begyndelse, og hvis Kant man af og til i Øjeblikke, hvor Blæsten ikke er for stærk, kan skimte højt over sig, som om Vandet vældede ud af Himlen. Straalende Regnbuer danne sig rundt om. Det er, som om man vandrede i Æventyrenes Land; thi man gaar gjennem Regnbuerne, og disse danne her fulde Cirkler ved Ens Fod — man er paa det eneste Sted paa Jorden, hvor dette Syn siges at kunne ses"*).

Det Sted, hvor fra man bekvemmest kan overskue hele Niagarafaldet, er Victoriapynten paa Canadasiden, i Nærheden af Hotellet Clifton. Efter 15 Aars Forløb kunde Marcou ikke her mærke nogen betydelig Forandring i det amerikanske Fald. Ved det canadiske eller Hesteskofaldet vare derimod enkelte Forandringer meget paafaldende. Den bekjendte Klippe, „Table Rock", som man tidligere mest lagde Mærke til, var næsten fuldstændig forsvunden, idet en Del af samme var nedstyrtet 1850, en anden 1857. Fremdeles staar det saakaldte Terrapinas Taarn nu Randen af Faldet langt nærmere end tidligere, og flere nærliggende Klippestykker ere allerede ramlede ned i Afgrunden. Marcou mener, at Vandet i det amerikanske Fald langsomt tager af, hvorimod det canadiske voxer, navnlig paa Siden af Terrapinas Taarn. Det sidst nævnte Fald skrider ogsaa langt hurtigere tilbage end det amerikanske, og dette vil være aldeles tørlagt, saa snart det canadiske Fald har naaet de tre Søsterøer, d. v. s. om 800—1000 Aar; Gedeøen vil da være voxet sammen med Fastlandet. Efter en tilnærmelsesvis Beregning styrter daglig 1000 Millioner Kubikfod

*) Jfr. V. C. S. Topsøe: Fra Amerika, Side 250.

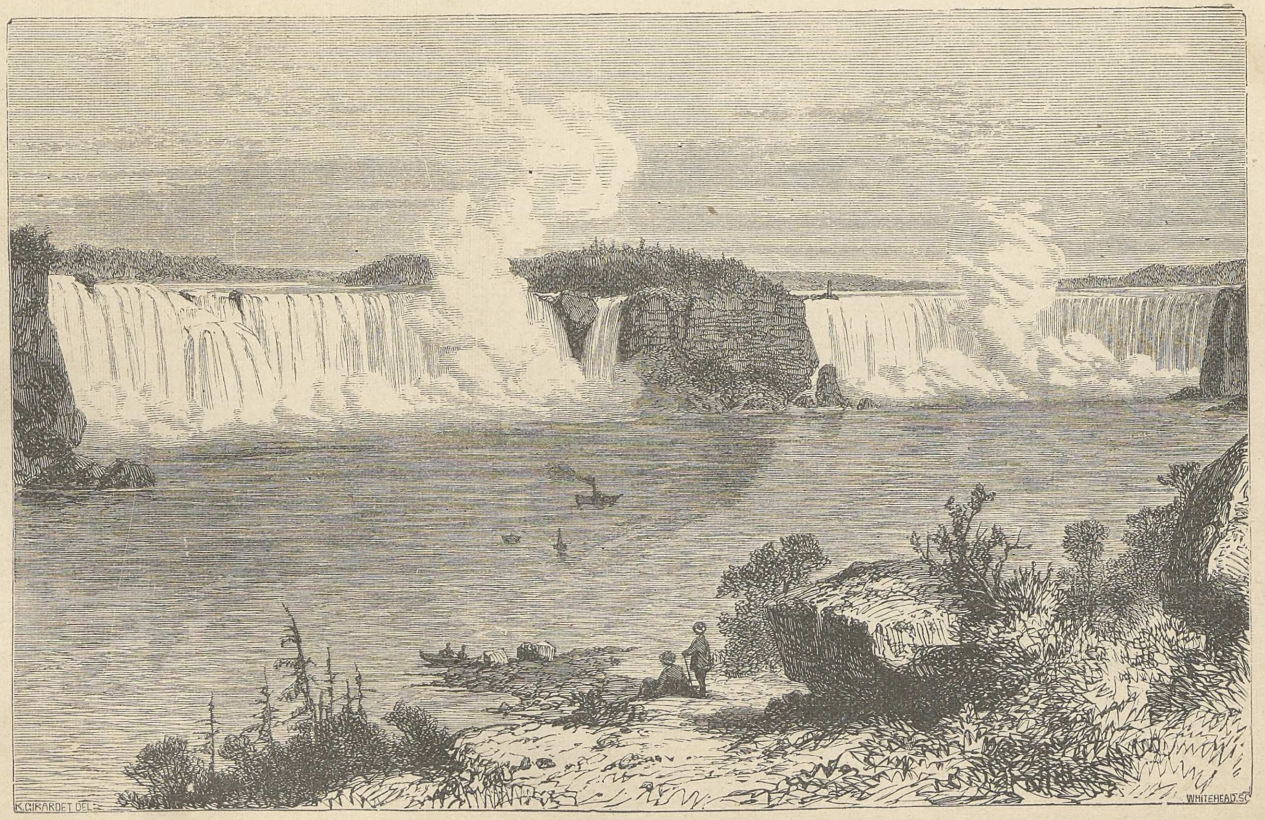


Fig. 105. Niagarafaldet.

Vand ned ad Faldet, og den tordnende Larm af denne uhyre Masse kan man høre næsten 10 Mile borte.

Den tredje Del af Niagarastrømmen strækker sig fra Lewiston til Ontariosøen, en Strækning af 7 Mil med et Fald af kun 4 Fod. Floden er her sejlbar, men flyder indsnævret af Høje og danner Hvirvler og Modstrømme, hvorved dette Parti mere ligner det andet Afsnit end det, som strækker sig fra Eriesøen til Faldene.

Faldet skrider altsaa langsomt tilbage Aar for Aar, og hvad der engang i en fjærn Fremtid vil indtræde, er indlysende. Efter Aartusender ville de mægtige canadiske Søer lidt efter lidt udtømmes, saa snart Faldet er skredet tilstrækkelig langt tilbage, og frodige Dalstrækninger med en virksom Befolkning ville altsaa maaske engang findes dér, hvor nu Dampskibet pløjer de vidtstrakte Ferskvands-Søer.

Hvad der saaledes engang med Tiden vil indtræde ved Niagarafaldet, har rimeligvis for utallige Aartusender siden tildraget sig med Elben. De Dale omkring Elben og dens Bifloder, som udgjøre det sachsiske Schweiz, ere dannede paa en tilsvarende Maade. Denne Labyrint af groteske Klippemasser var oprindelig en ensformig Slette af vandret lejrede Sandsten og strakte sig i lige Højde med Kønigsstein og Lilienstein. Hen over denne Højslette strømmede Elben, der paa hin Tid endnu var Afløbet af den bøhmiske Indsø, og omtrent i Egnen af Pirna styrtede Floden ned over den stejle Rand af Sandstensomraadet, der her hæver sig over Lavlandet. Elbens Bølger undergravede Sandstenen, som den sønderbrød, og Vandfaldet rykkede op mod Strømmen og gravede sig ustandselig dybere og dybere ind i Sandstens-Højsletten, til Floden endelig havde gjennemskaaret den hel og holden, til den sidste Dæmning mod den bøhmiske Indsø styrtede sammen oven for Tetschen, og Søen nu udtømtes gjennem den dybe Kløft. Elbens nuværende Flodleje ligger 850 Fod dybere end det ældre, og denne Forandring i Vandspejlets Højde bevirkede, at ogsaa Bifloderne fik forøget Lejlighed til at virke; tidligere havde de kun været Overfladestrømme; nu skar imidlertid ogsaa disse Tilløb sig dybere og dybere ned i Sandstenen og frembragte hine Kløfter, som nu til Dags i labyrintiske Gange bugte sig gjennem de Klippepartier, der ere blevne staaende urørte tilbage som Ruiner af det ødelagte Landskab.

Draaben, som falder, huler Stenen, saaledes lyder det gamle Tankesprog; saaledes se vi Stenen hules under Tagdryppet, og den vældige Kraft frembringer ogsaa stærkere Virkninger. Under Faldene dannes hine store, i Fjældet nedgaaende Huller, som man har kaldet Jættegryder og altsaa ogsaa ere Virkninger af Erosionen. Jættegryderne gaa dels lige, dels skraat ned, dels kan man finde dem næsten liggende. Undertiden ere Siderne glatte, undertiden tydelig riflede; paa Bunden af dem ligge ofte runde Sten, som have virket til at male Gryden større, idet de hvirvledes omkring af det nedstyrtende Vand. Jættegryderne findes i Jordens forskjelligste Egne, i det høje Nord saa godt som i Syden, i Norge som i Indien. Lige saa lidt ere de bundne til nogen bestemt Stenart; de findes i Finlands Granit som i Jurabjærgenes Kalksten. Nu til Dags ere Alle enige i, at Jættegryder kunne være opstaaede paa denne Maade; man har i Bansloifloden i Indien paavist, hvorledes Vandet strømmer ind i slige Huller, tørner mod den modsatte Væg, sættes i hvirvlende Bevægelser og derpaa strømmer ud igjen. Naar man altsaa i Nærheden af tidligere Flodlejer kan paavise Jættegryder, er det utvivlsomt, at ogsaa disse skyldes Vandets Kraft. Men det er dog langt fra alle Jættegryder, som ere opstaaede paa denne Maade; man kan finde dem paa Steder, hvor man ikke kan paavise noget tidligere Flodleje, og disse Jættegryder (maaske de fleste), de saakaldte Isbræ-Møller, ere dannede i Istiden. Gjennem Sprækker i Isen er Vandet trængt ned, der dannedes et Rør, Sten og Grus kom til, og Vandet begyndte at male rundt og dannede Gryden.

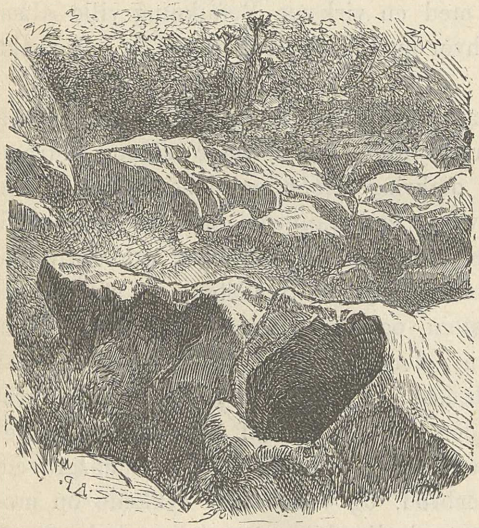


Fig. 106. Jættegryder i Chemnitzerdalen. (Sachsen).

13. Flodernes mellemste og nedre Løb. Forandringer i Flodlejet. Deltadannelser.

I deres mellemste og endnu mere i deres nedre Løb er Flodernes Fald ringere, og deres Strømning bliver derfor mere rolig. Vandmængden øges ved Optagelse af Bifloder, og i den Seng, Floden har gravet sig, bølger den nu Havet i Møde. I denne Del af sit Løb danner Floden i Regelen talrige Vendinger og Krumninger, som bringe Flodskipperen til Fortvivlelse. Derhos er Lejet meget foranderligt, og Flodens Tilbøjelighed til at ændre sin Seng er undertiden saa stærk, at der udkræves store Anstrængelser for at holde mangen Strøm inden for dens gamle Veje. Det Grus og de Smaasten, som førtes bort i det øvre Løb, bliver mere og mere findelt og opløses endelig i Sand og Dynd. Jo længere man følger en Flod nedad, desto mere findelte vil man finde de Lag, den afsætter; Mængden af de afsatte Masser er meget vexlende, men betydeligst under Flomtiden, under hvilken selv Floder, der ellers ere ganske klare, nu fremtræde som aldeles grumsede. For at faa en Forestilling om de Masser, der saaledes transporteres ud i Oceanet, skulle vi blot minde om, at Ganges Aar for Aar bortfører 6400 Millioner Kubikfod, det vil sige, Floden kunde hvert Aar forhøje en Flade paa en Kvadratmil med 10—12 Fod. Endnu langt betydeligere er den Mængde Dynd, Hoangho fører ud i Havet, og ikke med Urette har den kinesiske Flod faaet Tilnavnet „den gule“; efter Barrows Beregninger fører Hoangho daglig 48 Millioner Kubikfod med sig, og selv en Flod som Rhinen, der just ikke bortfører saa særdeles mange faste Stoffer, vil dog kunne opdynge en hel Kubikmil efter 5000 Aars Forløb.

Rhinens Grusmasser stamme fra Egnene neden for Schweizersøerne, fra Sandstensbjærgene i Neckars, Mains og Mosels Omraade, og fra de rhinske Skifferbjærge. Usynlig for Iagttageren føres hele Bjærge bort i Flodens Vande, og hvad der bortføres i Flodens øvre og mellemste Løb, afgiver Fundamentet for nye Sanddannelser ude i Havet. I en Periode i Fortiden, da Lagene mellem Jura og Taunus bleve hævede og dannede en skraanende Højslette, som indfattedes af Vogeserne og Schwarzwald og jævnt skraanede ned mod Nord, flød den nylig skabte Rhin 500 Fod

over sit nuværende Vandspejl. Den Dag i Dag kan man følge dens tidligere Flodseng, og Grusophobninger oppe paa Skrænterne tale tydelig nok om den gamle Strøm. Lidt efter lidt har Floden nu skaaret sig ned, undergravet den gamle Slettes Overflade og ophobet dens Bestanddele ved sin tidligere Munding. Bifloderne maatte naturligvis den Gang ogsaa flyde i samme Højde som Rhinen, og først da dennes Seng fordybedes, sænkede de ogsaa i samme Forhold deres Lejer.

A. Geikie har anstillet nøje Undersøgelser om denne Bortskylning fra flere Floders Omraade og har faaet som Resultat, at Pofloden exempelvis sænker sit hele Omraade med en Fod i 729 Aar, Rhônen i 1528 Aar og Donau i 6840 Aar. Disse Tal have naturligvis kun en relativ Nøjagtighed; men de godtgjøre tilstrækkelig, hvilke Masser af det faste Land der uafladelig føres ud i Oceanet, og hvorledes Floderne uafbrudt arbejde paa Jordoverfladernes Nivellering.

Det mest storslaaede Exempel paa et Strømlejes Udgravning og Fordybning have vi imidlertid i Coloradofloden i Nordamerika. Intet paa den hele Jord lader sig sammenligne hermed, og for at opvise Formationer, der skulde kunne stilles ved Siden af Colorados Kløfter og Svælg, maatte vi vende os til Maanen og betragte de mægtige Grave eller Spalter, man ser paa dens Overflade. Paa en Strækning af mere end 60 Mil har Colorado stedvis gravet sit Leje 6000 Fod dybt i Jorden, ned gjennem alle de over hverandre ophobede sedimentære Lag lige til Granitten, som danner Grundfjældet. Lodrette Vægge føre ned til disse gyselige Dybder, hvor Sollyset kun trænger ned hist og her og kun nogle faa Timer om Dagen.

Vor Kundskab til hele dette Omraade skriver sig først fra den nyere Tid. For omtrent hundrede Aar tilbage besøgte en spansk Præst det nordlige Arizona og meddelte i sin Rejsebeskrivelse, at Colorados Bredder vare saa høje, at en Klippe, som laa ude i Floden, fra Bredden ikke tyktes ham at være større end en Menneskehaand, medens den i Virkeligheden var saa stor som Domkirken i Sevilla. Skjønt denne og andre Fortællinger skulde

synes egnede til at ægge Forskernes Videbegjærlighed, blev der dog først i Aarene 1869—74 afsendt en Expedition under Major Powell, som skulde udforske Colorados hidtil ukjendte mystiske Løb, og det lykkedes ogsaa denne nordamerikanske Expedition under de frygteligste Anstrængelser og utroligste Farer at befare Strømmen fra dens Kilder til den kaliforniske Grænse*). Disse Mænds Opofrelser har Amerika at takke for sit Kjendskab til det store Ørkenomraade, der strækker sig fra Ninthabjærgene ved Pacifikbanen gjennem Colorado, Utah, Nevada og Arizona til den californiske Bugt og opviser de sælsomste Bjærg- og Jorbundsformationer.

Disse vidtstrakte Egne, der omfatte omtrent 5000 geografiske Kvadratmil eller Strækninger af Størrelse som det halve Tyskland, ere fuldstændig blottede for Græs- og Træveext. Det er rødliggule, forbrændte Stepper med enkelte Saltsøer og afbrudte af Bjærgkjæder, og de ere ikke som Platteflodens og Arkansas's Stepper dækkede af frugtbart Jordsmon, men dømte til evig at forblive Ørkener.

Enhver af Colorados vandrige Bifloder, Virgin, Kanab, Paria, Escalante, Dirty Devil i dens højre Bred, Green, Yampa, San Juan og Colorado-Chiquito i dens venstre Bred, har lige saa vel som Hovedfloden sin dybe, snævre, krummede og bugtede Cañon; ethvert Tilløb til disse Floder strømmer ligeledes gjennem en lignende, mange hundrede Fod dyb og faa Fod bred Cañon, hver Bæk graver sig en Cañon, hvert Vandløb, som opstaar og svinder med Regnskyllene, udhuler sig sin Cañon. Herefter kan man gjøre sig en Forestilling om Karakteren af hine Stenørkener, som danne Colorados øvre Bækken. Det er en sand Labyrint, som er utilgængelig for enhver Dødelig, det Hele ligner en uhyre, forstenet Stad, hvis Gader samtlige dækkes af Vandmasser, og hvor der i Husenes Sted knejse ti Gange saa høje Stenblokke, hvor fra enhver Nedstigning til Gaderne er en Umulighed. Alle de sceniske

*) I Aaret 1867, altsaa et Par Aar før Powells Rejse, foretog en „Prospektor" eller Guldsøger ved Navn White den farefulde og æventyrlige Fart ned ad Colorado fra Grand River, naaede heldig gjennem alle de forskjellige Cañons og over Flodens Vandfald og indtraf, rigtignok mere død end levende, i den lille By Mohave. Beretningen om hans Rejse findes i „Fra alle Lande" 1870, I 463—76.

Egenheder i denne Del af Utah og Arizona ere skabte efter en kæmpemæssig, paa én Gang uhyggelig og storslaaet Maalestok. Strømmene flyde i utilgængelige Dybder, utilgængelige i Ordets egentligste Betydning; de undergrave de Klippevægge, i hvis Fangenskab de selv have givet sig. I disse snævre Kløfter storme og bruse de fangne Vandmasser gjennem Katarakter og Fald ned til Californiens dybere liggende Landstrøg, og over dem — i Højde med de Klippemure, som indeslutte dem — ligge tørre Sletter, Mesas, uden Træer og Buske, hvor den nøgne Klippegrund overalt rager frem. Paa nogle Steder, hvor Klipperne bestaa af Mergel, ere deres Flader allerede hensmuldrede og forvitrede, man vader her i den løse, ildrøde eller gule Masse som i et Leje af Aske; andensteds, hvor Klipperne bestaa af blød Sandsten, er den forvitrede Overflade dækket af Flyvesand i de forskjelligste, mest dog højrøde eller orangegule Toner.

Saaledes er Cañonslandet, nøgent, ikke engang bevoxet af en Ørkenplante, ubeboet af Dyr, skyet af Menneskene — en Ørken og en Labyrint tillige, et Stykke af Underverdenen, som er hævet op til Jordens Overflade. Med Undtagelse af de i evig Is og Sne indhyllede Polarlande og Tibets Ørkener gives der ingen Egn paa Jorden, som er mere trøstesløs, ensformig og øde end hint Cañonsomraade i Colorado, ingen Sahara er mere Ørken end dette Land i den sydlige Del af Staten Nevada. Den eneste Vej gjennem dette Omraade fører gjennem Cañonerne, og denne Vej have ogsaa til Dato Mange betraadt og prøvet, men kun de Færreste lykkedes det igjen at komme frem til Dagslyset. I Regelen gik de dristige Jægere allerede til Grunde paa de første Mil af deres Rejse, enten styrtede de over de lodrette Klippevægge ned i Kløfterne og knustes mod deres Bund, eller de druknede i det røde, lerholdige Vand eller hvirvledes ned i Dybet, for maaske først Uger senere at komme frem for Dagslyset som Lig. De Baade og Tømmerflaader, hvortil de havde betroet sig under Nedfarten, knustes mod Klipperne. De Enkelte, hvem det lykkedes at redde sig fra Elementernes Raseri, bleve af hine Regioners onde Aander berøvede alle Levnedsmidler, ja endog Vand; de maatte ynkelig ernære sig af Urter, de lede af Tørst, medens de skimtede Vandet Tusender af Fod under sig, og da de endelig kom frem af disse Regioner og naaede Menneskene paa ny, var deres Forstand borte. Det maa

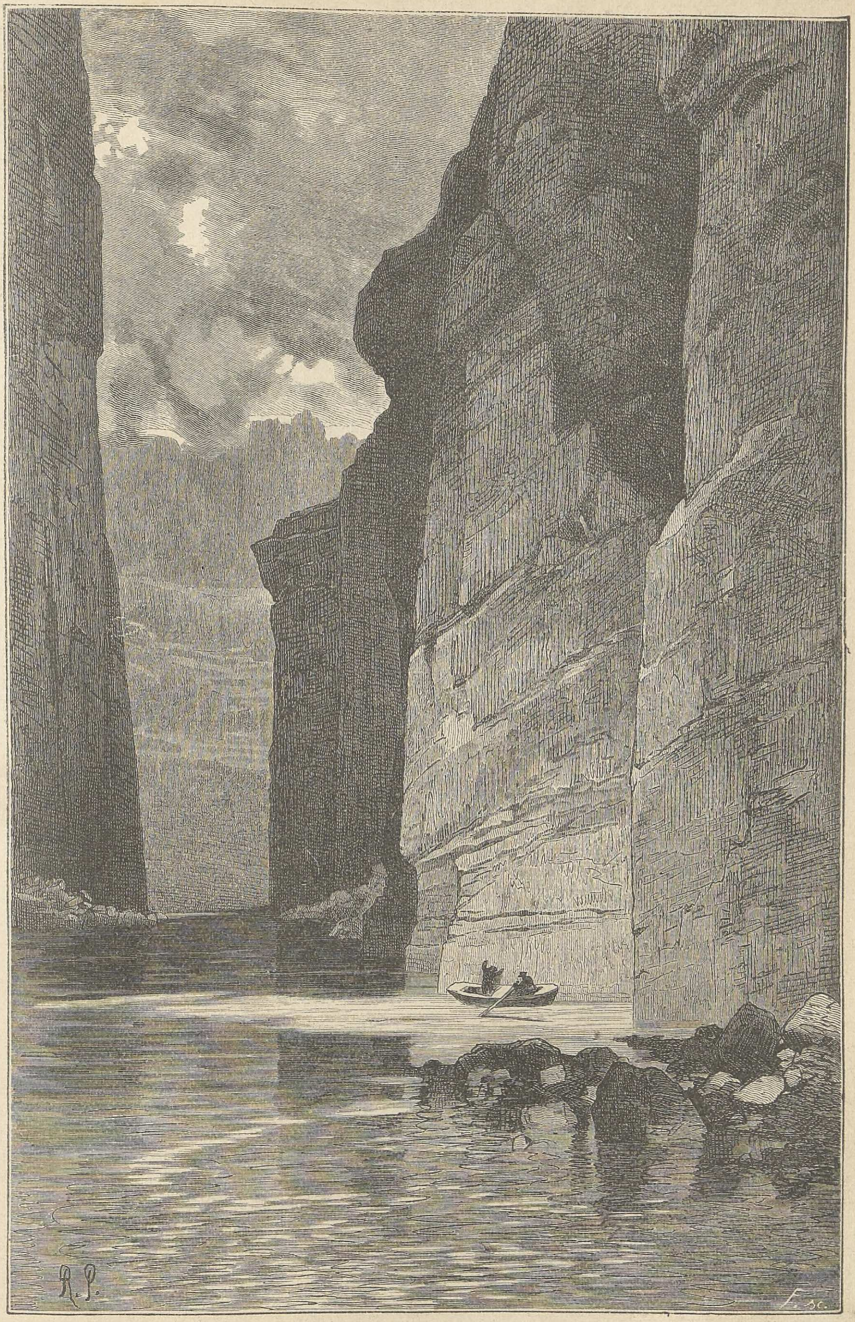


Fig. 107. Parti af Marble-Cañon.

derfor næsten anses for et Vidunder, at det lykkedes Major Powells Expedition at udforske Colorados Løb, rigtignok efter at have mistet Alt undtagen Livet, og deres Meddelelser i Forening med Løjtenant Ives's danne den eneste Litteratur over dette Ørkenland.

I Colorados øvre Løb ere disse Cañons mere talrige, men kun af ringe Dybde, hvis man da tør betegne Klippemure som lave, der ere 7 Gange højere end „Vor Frelsers Kirke" i Kjøbenhavn; kun i den skjønne Lodores Cañon hæve Væggene sig omtrent til 3000 Fods Højde. Denne 5 Mil lange Cañon fik sit Navn efter Southeys Digt: „Hvor bruse de Vande herned fra Lodore".

Nogle Steder længere nede ad Floden, f. Ex. ved Gray-Cañon, hæve sig uhyre Klippetaarne op af Vandet, saa lodrette, som vare de mejslede af Menneskehaand. Det er Klipper, som ere saaledes bearbejdede af Tidens Tand og Stormene, at kun en tynd Klippenaal, en Klipperuin staar tilbage og rager op mod Himlen som et Ribben af et eller andet Forverdenens Uhyre.

Paa den øverste Rand af Klipperne, ja selv langt inde i Landet ser man sælsomt formede Obelisker og Høje, som om det Hele dannede en uhyre Kirkegaard for Titaner, over hvis Grave der hæver sig kolossale Gravmonumenter. I selve Cañonens Vægge finder man Gruber og aabne Grave, som de vare gravede ene og alene for dem, der vove at trænge sig ind paa disse Aandernes indviede Hvilesteder. Disse Egne tilraabe den Rejsende et „Memento mori".

Af disse Obelisker og Pyramider fik denne Kløft sit Navn „Monument Cañon". Fra Mundingen af Pariafloden faar Cañonen en anden Karakter. Strømmen er nu trængt ind i Kalkstens-Formationer, og Vandet har skaaret sig glat ned gjennem disse Marmorklipper uden at opvise nogen som helst Side-Cañons, Svælg eller Klipperuiner. Det er en glat Passage mellem glimrende polerede, ofte vidunderlig farvede Marmorvægge, som ikke i Højde overtræffes af nogen Kathedral i den ganske Verden. Hvidt, Graat, Safran, Rosenrødt og Purpur blande og drage sig som Aarer gjennem disse kolossale, 3—4000 Fod høje Mure. Tretten danske Mil fra Pariafloden til Colorado-Chiquito indsnævres saaledes den smalle Flodseng, og denne „Marble-Cañon" danner ligesom Portalen til et af Verdens største Vidundere, Colorados nu følgende „store Cañon".

En engelsk Mil dybt under Jordens Overflade strømmer Floden her gjennem lodrette Mure afsted til det 40 Mil fjærne vidtstrakte Ørkenomraade; sete fra oven skrumpe Bølgerne sammen, skjønt de i rasende Brændinger slaa mod de Mure og Klipper, der hæve sig op til Verdenen over dem. De tage sig ud som ubetydelige Smaadraaber, Mennesket der nede ligner en Myre, som har forvildet sig ind i disse Klipperuiner. Man betænke blot 5000 danske Fods Højde! Selv som Længdemaal hen ad den flade Vej er det en ganske god Strækning, men den lader sig vanskelig fatte i lodret Retning.

Tusende Fod — altsaa omtrent to Pyramiders Højde — ere disse lodrette Vægge af Granit, og Titanernes Hænder have ligesom udmejslet Støttepiller for yderligere at afstive dem. Oven paa denne Piedestal af Ursten hvile Klipper paa Klipper lodrette over hverandre lige til Toppen, og denne Top er Jordens Overflade. For neden, ved Flodbredden, er Alt sort, mørkt og indsnævret, oven til derimod rødt og lyst, graat eller orange, med Sidecañons og Kløfter, en uendelig Klippelabyrinth. Jo længere man trænger frem, til desto dybere Kløfter naar man, indtil der over Ens Hoved er kommet en halv Mil til den engelske Mil, og Klipperne hæve sig mere end 7000 Fod over Floden.

Fra Tid til anden fylde Skyerne Cañonen, mangen Gang sværve de ud i store Masser og tilhylle Alt med en graa, tyk Taage, som kun Natten kan maale sig med i Mørke. Til andre Tider hænge disse Skyer ved Klipperne oven til og hvælve et tæt, graat Stormtag over den kæmpemæssige Korridor; Skyerne ere Taget, den sorte Granit danner Væggene, det hvide mælkeagtige Skum er Bunden; thi Vandet og Bølgerne ere her evig piskede til Fraade. Pludselig farer da en rasende Kastevind ned gjennem en Sidecañon, søndrer Skytaget og lader den klare, blaa, stjærnebesatte Himmel skue ned paa det sydende Skum paa Bunden; det synes næsten, som om Himmelhvælvingen hvilede paa Cañonens Rand, saa høje synes Klipperne, saa dybt nede bruser Floden. Fra Tid til anden flygte derpaa Skyerne videre, rive sig løs fra de Klippespidser, Fremspring og Revner, hvorind de have forvildet sig, derpaa forsvinder den graa Skykappe, Spidserne, Kanterne og Klippetinderne fremtræde igjen i skarpt Omrids, et Billede paa naturlig Gothik. Naar endelig et Uvejr stormer ned fra den vidtstrakte Ørken for

oven, strømmer Regnen i Bække og Vandfald af gigantisk Størrelse tordnende ned ad Klippevæggene i de skummende Bølger, saa at de sprøjte højt i Vejret og slaa op mod Cañonens kolde Granitvægge.

Og saaledes gaar det videre 40 danske Mil. Mangen Gang hører Granitten op, og Marmor og Sandsten træde i dens Sted; men hvad enten det er Marmor, Sandsten eller Granit, det rasende Vand har dog brudt sig en Vej gjennem dem alle; alle Klipper, selv de haardeste, ere bukkede under for det. Her ligger hele Geologiens Bog opslaaet, her ser man Vulkanernes Lava-, Basalt- og Askelag; de sedimentære Stenmassers Sandsten og Konglomerater og Urtidens Granit.

Ingensteds kan man se større Afgrunde end i denne Cañon. Hvad har vel Afradalen, Via mala eller Taminakløften at betyde lige over for den store Cañon? Man taler f. Ex. saa meget om det vældige Dovrefjæld, vel an! man gjennemskære hele denne Fjældmark fra Snehættens Top til dens dybeste Grund i lige Linje med Havfladen, og denne frygtelige, mange Tusende Fod dybe Kløft vil akkurat have den

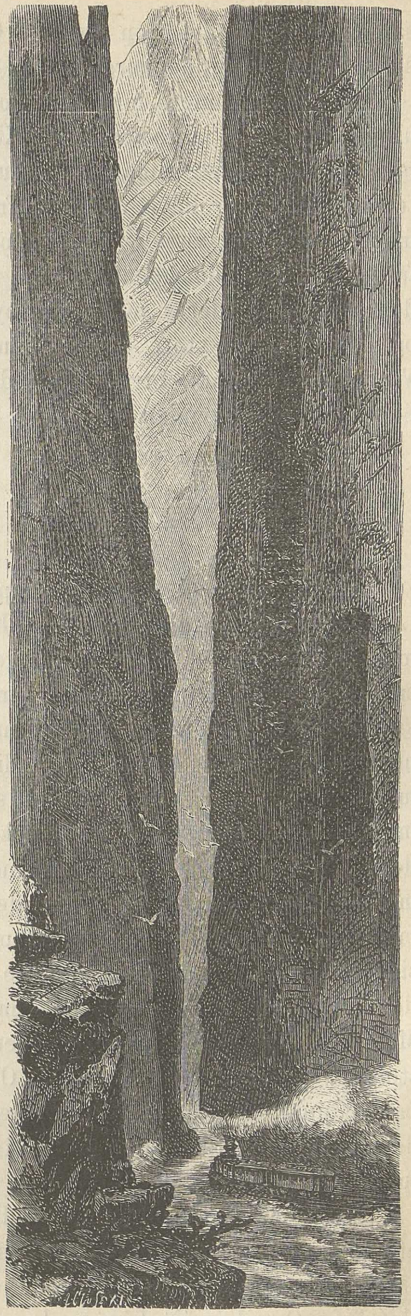


Fig. 108. Den store Cañon.

samme Dybde som den Cañon, Coloradoflodens Vande have udskaaret sig i Klippebjærgene.

Dog endnu mere end den store Cañons Dybde, mere end dens uhyre Længde, mere end de Klippemasser, som taarne sig op langs dens Vægge, maa man beundre Vandenes Magt, der i Aartusendernes Løb have evnet at frembringe disse Vidundere. Elementerne hade visselig alt Menneskeværk, deres Fjendskab er frygteligt og ødelæggende; men i endnu højere Grad bekæmpe de hverandre, deres evige, indbyrdes Kamp er ulige vældigere, og i Colorados store Cañon kan man se den mest storslaaede Virkning af denne Strid, som de have været indviklede i siden Skabningens Begyndelse.

Flodernes mellemste Løb opvise hyppig Terrasser, som ere Levninger af en tidligere, større Flodseng. Slige Terrasser antyde ingenlunde altid en højere Beliggenhed af paagjældende Flod eller en større stabil Vandmængde, men i mange Tilfælde ere de vistnok kun Virkninger af Højvande i Smaafloder. Brødrene Schlagintweit have først paavist dette ved indiske Floder og eftervist, at den midlertidige Flodseng er desto større, jo mindre Flodens regelmæssige Leje er. Ved de indiske Floder maa man nemlig under deres Løb gjennem Sletten skjelne mellem tvende Trin: et stadig med Vand fyldt Flodleje for den mellemste Vandstand, og et midlertidigt for det i Regntiden indtræffende Højvande. Dette sidste Flodleje ligger den største Del af Aaret tørt; ved Gangesfloden yder det en rigelig Høst, men er ved Indus fyldt med Sand. Med Regntidens Begyndelse trænge Floderne rask ind i dette større Flodleje; men hærgende Oversvømmelser indfinde sig først, naar Vandet, hvad dog kun sjælden hændes, ogsaa gaar over Brederne af den større Regnseng; i selve det større Flodleje finder ingen varig Bebyggelse Sted.

Hvor en Flod udmunder i Havet, maa dens Hastighed rask aftage under Kampen mod Havets fremtrængende Bølger, og samtidig maa endel af de medførte Sand- og Grusmasser lejres paa Bunden. Ganske vist trænge de mægtige Floder under denne Kamp

mod Oceanet langt frem ud over deres Mundinger; Congos Vande gjøre sig kjendelige endnu 40 Mil ud i Oceanet, og Amazonflodens Vande skulle kunne skjelnes endog 50 Mil fra Kysten; men her er kun Tale om den øvre Vandflade, da det lettere Flodvand breder sig oven over Havets salte Vand. Selve Flodernes Hovedstrømning brydes derimod tæt ved deres Mundinger, og her afsættes derfor ogsaa i Hovedsagen de medførte faste Bestanddele; først falde de grovere Dele til Bunds, lidt efter lidt de finere, og de fineste Bestanddele komme længst ud i Havet. Denne med Sagens Natur stemmende Regel er underkastet visse Forandringer ved Flodernes forskjellige Vandstandshøjde og ved Havets Bevægelser; men omkring Flodernes Mundinger afsættes der dog altid Grus og Mudder, som deles ved dybere Løb. Naar disse Grusmasser hæve sig over Havfladen, slutte sig til Fastlandet, og deres tidligere undersøiske Løb gaa over til Flodarme, opstaar et Delta. Ved talrige Flodmundinger finder en slig Hævning af Grusmasserne op over Havet ikke Sted, de afsatte Masser voxe i Længde og Bredde, danne Sandbanker og Revler, men holde sig stedse under Havfladen.

Hvad er nu Aarsagen til denne Forskjel? Hvilke Omstændigheder betinge Deltadannelsen? Dette Spørgsmaal er hyppig blevet diskuteret af Geografer og Geologer, deres Meninger afvige stærkt fra hverandre, men efter vor Mening har G. R. Credner først nylig givet den rette Forklaring. Han paaviser, at Afsætningen og Bundfaldet fra Floderne, disses Strømhastighed, Dybdeforholdene foran Mundingerne, samt Havets mekaniske Virksomhed tilsammen kun har en lokal Betydning med Hensyn til Spørgsmaalet om Deltadannelsen; derimod er Fastlandskysternes sekulære Hævninger det afgjørende Moment i Forening med en aftagende Vandstand i Strandsøerne; naar disse Betingelser ere tilstede, ville Flodernes Afsætning, selv under Forhold, der i øvrigt ere ugunstige, voxe op over Havspejlet til Deltaer, hvorimod en Sænkning af Kysterne og en voxende Vandmængde i Strandsøerne hindrer Dannelsen af Deltaer, ja bringer ældre Deltaer til atter at forsvinde under Bølgerne.

Hvor de Betingelser, som begunstige Deltadannelsen, vare ved, gaar den videre Udvikling for sig ved Landets Fremrykning ud i Havet og ved Bundens Tilvæxt i Højden. Mississippis Delta

er vistnok et af de Deltaer, som rykker hurtigst frem. Mississippi danner ved sin Munding lave Sumpstrækninger, der til visse Tider staa under Vand, ere tæt bevoxede med Siv og Sumpcypresser og gjennemdrages af talrige Kanaler og Laguner. Neden for New-Orleans svinder Flodens Vandmængde hurtig ind, idet den lidt efter lidt udtømmer sig i talløse Sumpe, hvis Vande finde Afløb gjennem smaa Kanaler. Kun tre Arme (Passer) ere nogenlunde anselige, men ogsaa de tilstoppes uafladelig. Strømmen véd aldrig rigtig, for hvilken Munding den vil bestemme sig, snart danner den ene, snart den anden Munding det egentlige Udløb. For Tiden strømmer det meste Vand gjennem Passet à l'Outre, men rigtignok er det uvist for hvor lang Tid. Mississippis Delta rykker for Tiden kun rask frem ved de trende Passer, hvor den aarlige Tilvæxt hist og her skal beløbe sig til 250 Fod. Naar Vandstanden aftager, danner der sig foran Passerne Afsætninger af Sand og Dynd samt Revler, der lægge sig i en Halvkreds uden for Mundingen. I Flomtiden gjennembryder Strømmen disse Revler og afsætter dem til Højre og Venstre; de danne saaledes Begyndelsen til nye Dæmninger, mellem hvilke Floden senere kan brede sig længere ud i den mejicanske Bugt.

En ejendommelig, endnu ikke oplyst Rolle spille her de saakaldte Mud-Lumps eller Dyndøer, der dukke op ved Siden af Revlerne; de ere Forskernes Fortvivlelse og Mississippis onde Aander. Pludselig dukke disse Øer op, vinde lidt efter lidt i Omfang og antage i Regelen Skikkelse af en kegleformig Høj, fra hvis Top der udstrømmer mudret Vand. Mangen Mud-Lump naar ikke op til Havfladen, andre rage betydelig op over samme og bære paa deres Overflade Vrag af sunkne Skibe, et Bevis paa, at de ere pressede op fra Havbunden. En af de største af disse Øer dannede sig 1875 ved Passet à l'Outre; dens Opstigning begyndte langsomt bag nogle gamle Mud-Lumps, og den bredte sig paa 10—12 Fod dybt Vand. De gamle Dyndøer, som allerede vare for dybe og grundfæstede, bleve ikke hævede op med; men det stive Dynd pressede sig meget mere, som flydende Lava under et stærkt Tryk, op ved deres Sider og dækkede de gamle Klumper. Talløse Gaskilder trængte frem af Overfladen. I tredive Timer var den nye Ø dannet og havde vundet et Omfang af mere end 20 Tønder Land. Vi skulle her ikke komme nærmere ind paa de forskjellige Hypotheser,

man har opstillet for at klare Dannelsen af disse Mud-Lumps; i hvert Fald spille Gassamlinger en vigtig Rolle herved.

Ganges's Delta skyldes Dyndafsætningen fra denne Flod, men for Tiden voxer den østlige Del langt hurtigere, da Brahmaputra afsætter endnu langt mere Dynd end selve Ganges. Deltaets faste Underlag bestaar af Sand, der svarer til den tidligere Havbund. Oven herpaa hvile Lag af Tørv, Ler og Dynd, hvis Mægtighed mod Havet stiger til 400 Fod. Deltaet hører til en af Jordens fugtigste Egne, dels som Følge af de mægtige Flodaarer, dels fordi det stadig er udsat for Regnvinden. Grundvandet staar overalt kun nogle Fod under Overfladen.

I Nilens Delta ligger den faste Bund i 30 Fods Dybde, derover hviler det fede, mørke Nildynd. Landstrækningerne ved Flodmundingerne ere fuldstændig flade og gjennemskæres af talrige Arme og Kanaler, af hvilke de østlige mere og mere sande til. Endnu under Kong Sesostris, omtrent 3300 Aarhundreder tilbage, var en stor Del af Nildeltaet fuldstændigt Sumpland, hvis Opdyrkning ved Dæmninger den Gang begyndte; men har Nilen saaledes vel skabt sit Delta, har den ogsaa allerede i Aarhundreder ophørt med at forøge det; thi Nedreægyptens Kyst synker nu langsomt. „I Aarhundreder", siger Credner, „indskrænker Landdannelsen ved Nedreægyptens Bred sig til Opbygningen af de smalle Landtunger ved begge Sider af Flodens Hovedmundinger. Og selv ikke engang disse dannes af selve Nilfloden, men af Opskylninger fra Kyststrømmen og ved Sand, der ophobes af Nordvestvinden, der blæser i Aarets ni Maaneder; dette fremgaar af de aflejrede Lag, som bestaa af en Blanding af Nildynd og Middelhavets Sand. Om en fortsat Landdannelse ved Nilen kan der efter O. Fraas ikke mere være Tale, og af en ny Tilvæxt langs Nedreægyptens Strand er der allerede længst intet Spor mere at se, tværtimod ere store Strækninger af Deltaet inden for Kystvolden atter blevne tilbageerobrede af det i tidligere Tid tilbagetrængte Hav. Over tidligere græsrige Egne, som beboedes af Stammer, der holdt talrige Hjorder, have Vandene atter udbredt sig, vidtstrakte Laguner dække Landstrækninger, som engang vare tæt befolkede, Landsbyer og Stæder ere forsvundne under Menzaleh- og Abukirsøernes Bølger, deres Ruiner ere endnu kjendelige under Vandspejlet. Flodbredderne af de Nilarme, som engang gjennemstrømmede dette Omraade, have

sænket sig under Havet, men ere endnu fuldkommen vel bevarede under Vandspejlet. Kun i de øvre Dele af Deltaet voxer endnu Alluvialjorden; men her er det Menneskenes Indgriben, som spiller den væsentligste Rolle. Gjennem talløse Kanaler spredes Nilvandet over Sletten, ledes ud over Markerne og tvinges ved kunstige Dæmninger og Diger til at bundfælde det frugtbare Dynd".

Ogsaa Rhindeltaet har for længe siden ophørt at voxe videre ud i Havet, og Nederlandene, Rhinens gamle, opskyllede Deltaland, kunne kun med de største Anstrængelser skyttes mod Havets Indbrud. Havde Mennesket ikke nedsat sig her og uafbrudt gjort Havet denne Jordbund stridig, vilde Rhindeltaet for længst være forsvundet.

14. Søerne.

Enhver naturlig Fordybning i Jordsmonnet, der er fyldt med Vand, kaldes en Sø eller Indsø, og Sproget sammenfatter saaledes under et fælles Begreb Dannelser, der, geografisk talt, have en overordentlig forskjellig Betydning. Hvilken Forskjel er der t. Ex. ikke mellem det uhyre kaspiske Hav, som optager Evropas mægtigste Flod, og hine smaa Vandsamlinger i Højalperne, hine smaa ensomme Bjærgsøer, Vandringsmanden støder paa i en Højde af 6—9000 Fod? Hvilken Afstand er der ikke fra de store nordamerikanske Søer, der lige som Havet øve en klimatologisk Indflydelse paa deres tilgrænsende Landstrækninger, og ned til de smaa Vandpytter, der talløse som Himlens Stjærner ligge udsaaede over mange Lavsletter og gradvis gaa over til Moser, indtil en sumpig Engstrækning dækker det tidligere Vandspejl, eller ned til Lagunerne, hine flade Strandsøer, der kun ved smalle, flade Kystvolde skilles fra Havet. Og lige saa forskjellige Søerne ere med Hensyn til deres geografiske Karakter, lige saa stor er Forskjellen med Hensyn til deres Fremkomst. Mange Søer, og næsten altid de, der ligge i samme Vandstand som Oceanet eller vel endog under dettes Vandspejl, ere afskaarne Dele af Havet; andre fylde sprængte eller afspærrede Dale, atter andre ere opstaaede ved Sænkninger af Jordbunden. Den skjønne bayerske Bjærgsø Königssee

ved Foden af Watzmann skal være opstaaet ved Udludning af et mægtigt Saltlag, og Afrikas mægtigste Ferskvandssø, Victoria-Nijanza, er rimeligvis fremkommen ved en Sænkning. Det Samme gjælder om Plattensø, Mellemevropas eneste Steppesø, der i den forhistoriske Tid maa have haft et langt større Omfang og den Gang stod i Forbindelse med Donau. Floderne selv danne aldrig Søer, tværtimod ophobe de Grus i dem og give derved lidt efter lidt Anledning til deres Forsvinding. Alle Søer ere saaledes af en yngre geologisk Oprindelse, forbigaaende Vandflader, som med



Fig. 109. Königssee i det bayerske Højland.

Tiden ville udfyldes. De yngste Bjærge, f. Ex. de vestlige Alper, indeslutte de fleste Søer, medens ældre Hævninger som Pyrenæerne og Kavkasus ere paafaldende fattige paa Søer. De Søer, der gjennemstrømmes af Floder, regulere disses Løb; i Flomtiden optage de deres Overskud, under den lave Vandstand vedligeholde de Flodernes fortsatte Strømning; derhos aflæsse Floderne i Søerne de Grus- og Sandmasser, de føre med sig, og forlade disse deres „Klarekummer“ med rolige og klare Vande. Disse Grusophobninger maa naturligvis i Tidernes Løb bevirke, at Søerne forsvinde, og vi finde derfor ogsaa, at de Lande, hvis almindelige Overfladeforhold

tilhøre de yngste Tider, kunne opvise særdeles mange Søer, fordi Floderne endnu ikke have haft Tid nok til at udfylde disse For-

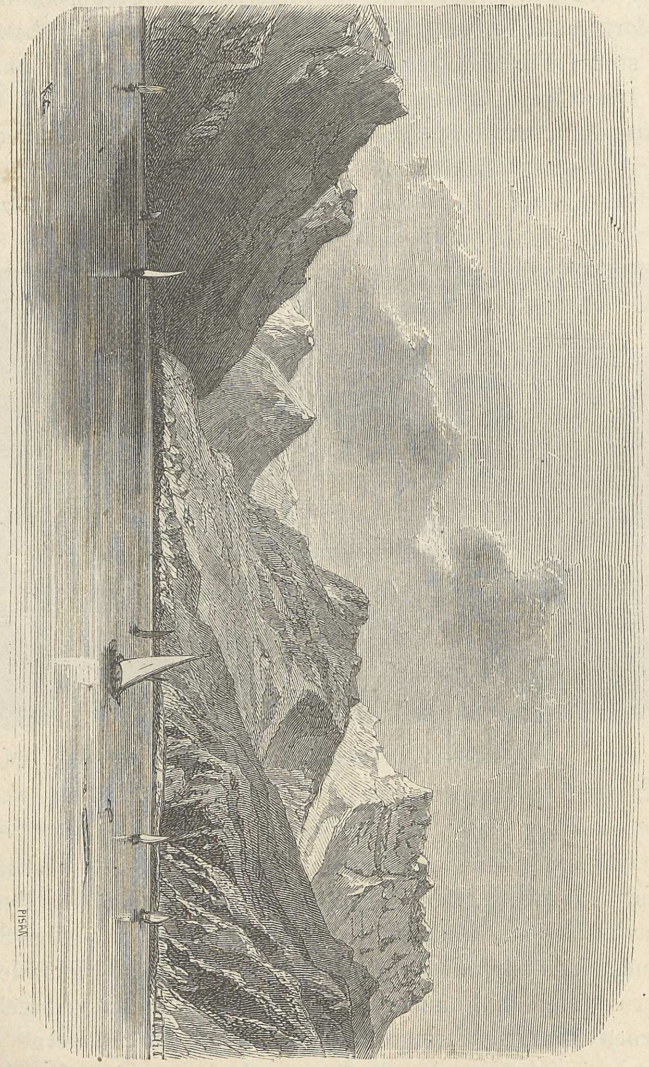


Fig. 110. Ved Genfersøen.

dybninger. Skandinavien, som endnu den Dag i Dag langsomt hæves, fremviser derfor ogsaa en Masse af Flodsøer og uudviklede

Floder; de færreste Floder have her evnet at grave sig et regelmæssigt Leje, og de smaa Flodsøer ere lejrede trinvis over hverandre og forbindes ved brusende Vildbække. Paa lignende Maade forholder det sig med Finlands Højslette; det er næsten umuligt at opregne Antallet af de Smaasøer, der have nedgravet sig i den nøgne Granithøjslette; mange Søer, navnlig i det Indre, have slet intet Afløb, andre strømme bort gjennnem Kanaler med skummende Vandfald; derimod kan Landet ikke opvise en eneste Flod af nogen Betydning og Vandmængde.

Den østlige Del af Genfersøen er for en stor Del tilstoppet ved Opskylninger af Rhônefloden, herved er Lavlandet dannet mellem Bex og Villeneuve, og den Dag i Dag arbejder Rhônen paa at trænge Søen tilbage, hvad man kan iagttage paa Deltaet ved Villeneuve. Derhos undergrave Floderne stadig Søernes Kyster, Jorden føres ud i Vandet, Vandspejlets Højde formindskes, og Gangen i den hele Udvikling er stadig det aabne Søbækkens Forsvinden. Mange Søer, t. Ex. ved Piacenza, Parma og Cremona, ere i Tidernes Løb forsvundne, andre ny ere ogsaa fremstaaede. Den næsten 6 Kvadratmil store Neusiedlersø i Østerrige er siden 1866 udtørret; midt i Juli under en stærk Sydvind saas den Gang Vandet for sidste Gang i Søens nordlige Ende; under det fugtige Vejrlig i Aaret 1870 fyldtes de dybere Steder med Vand, men dog kun i Forbigaaende. For øvrigt var Søen ogsaa fuldstændig udtørret i Aarene 1693 og 1738.

Man kan først og fremmest skjelne mellem Højlands- og Lavlandssøer; de sidste ere størst i Omfang, men ere hyppig dog ikkun Levninger af tidligere, langt mere vidt strakte Søbækkener, der ved Fordampning have tabt mere Vand, end de have modtaget gjennem deres Tilløb. Slige Søer ere i Regelen meget saltagtige, da kun det rene Vand damper bort, medens alle fremmede Stoffer, deriblandt altsaa Saltene, blive tilbage. Enhver Indsø, der ikke har noget Afløb, maa derfor sluttelig blive en Saltsø.

15. Det kaspiske Hav.

Det kaspiske Hav maa i en af vor Klodes sidste Udviklingsperioder utvivlsomt have staaet i Forbindelse med det sorte Hav og derved med Oceanet; hvor man nu til Dags støder paa den saakaldte pontokaspiske Lavning med Manytsches tildels udtørrede Flodleje, har der engang været et Stræde. Det maa henstaa uafgjort, om Jordbunden her langsomt hævede sig og saaledes afskar det kaspiske Hav, eller om det sorte Havs Vandspejl i hin Tid stod betydelig højere; i hvert Fald begyndte det kaspiske Hav langsomt at udtørres, efter at det saaledes var blevet en Indsø. Endnu i den første Tid af sin særlige Tilværelse maa denne mægtige Indsø have naaet helt op til Volgaflodens Knæ ved Sarepta, ja den gamle Strandlinje løber dér endog temmelig parallelt med den 49° n. Br. Den saltholdige Steppejord tyder her overalt hen paa gammel Havbund og skraaner ganske umærkelig ned langt under Havspejlet*). Mellem Eltonsøen og det kaspiske Havs nuværende flade Strand findes Muslinger, som i Størrelse fuldkommen svare til dem, der endnu leve i det kaspiske Hav, ja paa Bakkeskrænterne ved Baku findes endog langt større Skaller; da nu imidlertid Muslingernes Størrelse inden for visse Grænser tiltager med Saltholdigheden, kan man af denne Kjendsgjerning slutte, at det kaspiske Havs Saltholdighed ikke er tiltagen. Omvendt se vi imidlertid, at talrige Floder, navnlig fra den nordlige Steppe, tilføre Salt, og selv Volgaflodens ringe Saltholdighed faar med Tiden nogen Betydning. Der maa altsaa findes et Sted, hvor det kaspiske Havs Salt føres bort, og et sligt Sted findes da virkelig ogsaa, nemlig Karabugasbugten ved Østkysten. Denne 400 □ Mil store Bugt staar kun ved en smal, sid, flodlignende Kanal i Forbindelse med den øvrige Havflade, og i dette „sorte Svælg“ eller Karabugas foregaar der en usædvanlig stærk Fordampning, som skyldes Steppens høje Sommervarme. Da Vandspejlet paa denne Maade stadig synker, maa Bugten uafladelig ligesom suge nyt Vand til sig, og man kan derfor ogsaa ude paa selve Havet iagttage en stærk Strømning hen til denne Saltpande eller Salthave. Aarsagen

*) Det kaspiske Hav ligger 80 Fod under Havfladen.

til denne Strømning er naturligvis en Gaade for de Nomader, som gjennemstrejfe Omegnen, og de kunne kun tænke sig en Forklaring herpaa ved den Antagelse, at det sorte Svælg er bundløst eller staar i en hemmelighedsfuld Forbindelse med et eller andet fjærnt Hav. Et Saltlag af ukjendt Mægtighed dækker allerede Bunden af Karabugasbugten, og det vil tiltage i Mægtighed, indtil Revlen ved Bugtens Indgang hindrer yderligere Vandtilførsel og fuldstændig aflukker Karabugas. Efter en Vurdering af v. Baer optager Bugten for Tiden daglig 350 000 Tønder Salt, og saaledes kan man forstaa, at Saltholdigheden i det kaspiske Hav ikke tiltager.

Det kaspiske Havs Vandspejl stiger en ringe Grad under Flomtiden i Volga (Juni og Juli), men i Regelen skal det ganske langsomt synke. Denne sidste Omstændighed er dog endnu ikke ganske slaaet fast som en Kjendsgjerning; hvis det forholder sig saa, havde man ogsaa samtidig ført et Bevis for, at dette Havs Aflukning fra Oceanet er forefalden i en ganske nylig Periode; thi i enhver Indsø, som er uden Afløb, vil der forholdsvis hurtig indtræde Ligevægt mellem Tilløbet og Fordampningen, saa Vandspejlet kun er underkastet smaa, periodiske Forandringer. Ogsaa Baer antager, at det kaspiske Havs Formindskelse i Omfang er fulgt hurtig oven paa dets Isolering. Mellem Volgas og Kumas Mundinger findes talrige Indskæringer i den flade Kyst, lange Tanger med Øer, som ere lejrede foran dem, og opfyldte med lave Højdedrag eller Bugors, som tabe sig ind ad Steppen til. „Naar man“, siger Reclus, „sammenligner samtlige disse Højdedrag med en Besætning af Frynser, ser man, at disse Frynser brede sig vifteformig mod Nord og Syd. De tage sig ligefrem ud som Endepunkterne af en Række Straaler, der udgaa fra et fælles Midtpunkt, som ligger i Manytschsænkningen, altsaa midt i den Hævning, hvor fra Jordbunden skraaner ned til begge Sider. Man kan næppe forklare sig denne Fordeling anderledes end ved en hurtig Tilbagevigning af det kaspiske Hav, som herved i den bløde Grund skar disse smalle Furer, der nu til Dags sætte os i Forbavselse. Ganske tilsvarende Limans, der skilles af smalle Bugors, danne sig i det smaa, langs de dyndede Rande af en Dam, naar man trækker Stigbordet op. Alle disse Bugors ved det kaspiske Hav ere dernæst lagdelte, og de over hverandre liggende Lag have Form af concentriske Hvælvinger, en mærkværdig Kjendsgjerning, som yderligere bekræfter

Resultatet af v. Baers Undersøgelser. De mest lerholdige Lag danne lige som Kjærnen, hvorom de mere med Sand blandede Lag afsætte sig. Denne Ordning af Lagene maa aabenbart tilskrives Virkninger af de Strømninger, som gave „Bugors'erne" deres nuværende Sammensætning; som man kan tænke sig, maatte nemlig de Ler- og Sandlag, der langs Siderne bleve undervaskede af de bortstrømmende Vande, faa en Hældning til begge Sider mod de Strømme, som omskyllede deres Fod; kun saaledes lader Lagenes hvælvede Afsætning sig forklare".

Man kan ved det kaspiske Hav skjelne mellem tre forskjellige Partier; det sydligste er absolut den dybeste Del og afgrænses tydelig ved Halvøen Apscheron; ogsaa det midterste udviser i stort Omfang Dybder paa mere end 600 Fod; det nordligste derimod er i høj Grad lavvandet og afgiver ret egentlig en Type paa en Steppesø.

Mod Øst skiller Ust-Urts Højslette det kaspiske Havs Bredder fra Aralsøen. Nyere Undersøgelser have godtgjort, at der her engang fandtes Havbund. De Rester af Dyreverdenen i dette tidligere Hav, som det er lykkedes at bestemme, udvise uimodsigelig den største Lighed med endnu levende Former i Aralsøen, i det kaspiske, ja selv i det sorte Hav. Vi maa saaledes indrømme den tidligere Tilværelse af et stort Hav, som strakte sig helt hen til Kina, og som senere blev afbrudt mod Øst ved det kaspiske Havs Bortstrømning. De mange Saltsumpe og Pytter, som den Dag i Dag forefindes paa Ust-Urt, ere at opfatte som Levninger af dette Fortidens Hav. Den flade, sandige Strandbred ved Østkysten af det kaspiske Hav ligger naturligvis under Oceanets Vandspejl; den er aabenbart først traadt frem for Dagens Lys ved det kaspiske Havs Bortsvinden, og selve Vandet er her i stor Udstrækning saa sidt, at den største Dybde langs hele denne Kyststrækning ingensteds overstiger 10 Fod. Ust-Urts Højslette sender hverken Afløb til det kaspiske Hav eller Aralsøen; den har sin største Højde langs Randen, og Nedbøren strømmer saaledes sammen i det Indre af denne haarde, faste Lerjordssteppe.

16. Aralsøen. Vandmindskelsen i Vest- og Centralasien.

Aralsøen ligger 240 Fod over det kaspiske Havs Vandspejl, og altsaa omtrent 160 Fod over det sorte Havs. Ved alle Spekulationer om denne Indsøs tidligere Sammenhæng med det kaspiske og det sorte Hav samt angaaende Aarsagerne til den nuværende Afsondring fra begge maa man tage denne Kjendsgjerning nøje i Betragtning. Det falder saa let, ved at forudsætte en med de faktiske Forhold stemmende Hævning eller Sænkning af det tilgrænsende Fastland, at lade Aralsøen gjennemgaa alle nødvendige Overgange til Nutidens Tilstande; men mod alle disse hypothetiske Bevægelser forekommer det os, at Asiens vældige østlige Bjærgmasser rejse saa uovervindelige Hindringer, at vi her ikke ville gaa nærmere ind paa dette Æmne. Efter vor Opfattelse er Aralsøen nærmest kun det Bækken, som optager Amu Darjas og Sir Darjas Vande, og vi finde, at dens Vandstand umiddelbart afhænger af disse Floders. Søens Bredder danne en øde Ørken, og det ser ud til, at dens Omfang langsomt tager af, i det mindste er Aibugirsøen, der tidligere udgjorde den sydlige Del af Aralsøen, for Tiden skilt fra samme ved en sivbegroet Landtange. Den Gang Amu Darja for en Stund rullede sine Bølger til det kaspiske Hav gjennem et Leje, der den Dag i Dag endnu delvis er for Haanden, maa Aralsøen være bleven en Sivsump, ja i Følge visse historiske Antydninger var Søen endog engang helt udtørret.

Endnu i det niende Aarhundrede strømmede Amu Darja ud i det kaspiske Hav; Massudis og Khan Abul Ghasis Udsagn lade ingen Tvivl tilbage i saa Henseende; de øde Strækninger sydvest for Aralsøen hen imod det kaspiske Hav vare paa hine Tider vel befolkede og godt dyrkede. Mellem 1530 og 1535 aftog Vandet i Amu og forsvandt endelig fuldstændig fra dens vestlige Flodseng (Usboi), og med Vandet forsvandt Kulturen. Aarsagen til denne Vandformindskelse er ukjendt; den kan hidrøre fra Amuflodens Afspærring fra Usboi ved Dæmninger; men med større Ret kan man maaske søge Aarsagen i en Formindskelse af Vandmængden over Vestasien i det Hele taget.

En langsom, naturlig Udtørring af Steppesøerne har sikkert fundet Sted paa mange Punkter i Højasiens Indre. Ved den

nordøstlige Ende af Gobi ligger den saltagtige Dalai-nor, som regelmæssig er tilfrossen til Marts Maaneds Slutning, og ved hvis Bredder Trækfuglene samle sig i uhyre Skarer til deres yderligere Flugt gjennem Ørkenen; denne Sø omgives nu mod Øst og Nord af saltholdige Stepper, hvor der hist og her hæver sig Sandhøje, bevoxede med Græs og Pilekrat, og hvor man kan forfølge de saltholdige Lerlag strøgvis ned til Alaschan i Syd; i disse Kjendsgjerninger ligger et tilstrækkeligt Bevis for, at denne Sø engang strakte sig vidt ud over sit nuværende Omfang. Ogsaa den uhyre Slette, som omgiver Lob-nor, hvor Mennesket næsten kvæles af det ophvirvlede Støv eller blændes af Glansen fra de snehvide Saltflader, og hvor Jordbunden er helt dækket af en tæt Saltskorpe, har øjensynlig tidligere været dækket af Vand, som er svundet bort ved en stærk Fordampning af Søen; den Kreds af Vandpytter, som omgive Hovedbækkenet, tyder ligeledes hen herpaa. Ørkenen ved Ulungursø og den øvre Irtisch har ligeledes højst sandsynligt, i det mindste da for en Del, været dækket af en Søflade, som engang strakte sig til Saisan-nor. Den hele Flade har kun et ganske ringe Fald mod Nordvest, hvorfor Irtisch kun langsomt og trægt lister afsted. En dalformig Fordybning fra Ulungursøen hen imod Irtisch optager endnu den Dag i Dag under Flomtiden det Vand, som fra hin Sø strømmer til den nævnte Flod. Forskjellige Omstændigheder tyde dernæst ogsaa hen paa, at der endnu bestaar et underjordisk Afløb fra Ulungursøen til Irtisch. „Ulungursøen", siger Kaptejn Ssosnovski, „hørte med sit Tilløb Urungu aabenbart engang til Irtisch, der i en halvanden Fjerdingvejs Afstand flyder langs den lave Fjældryg Naryn-Kara, og først senere omdannedes Ulungur til et kontinentalt Søbækken. Hele Søens østlige Bred, der er bekjendt under Navnet Zirguntai-Højderne, er en nøgen, bølgeformig Højslette, oversaaet med Sten og Muslingeskaller og gjør Indtrykket af endnu ganske nylig at have staaet under Vand. Hos de Indfødte findes det Sagn, at Liget af en Mand, som druknede i Ulungur, senere blev fundet i Irtisch, og et ganske lignende Sagn er gængse hos Kirgiserne om Søen Tschuschkaly, der ligger ikke langt fra Irtisch i Sandørkenen Bas-aigyr-Kum, som ligeledes bærer tydeligt Præg af tidligere at have været Søbund". I samme Henseende henpeger Prschevalski paa Sletten Zaidam, vest for Kuku-nor (den blaa Sø) i en Højde

af 9000 Fod. Det er en uhyre Flade, saa jævn som et Gulv, og den skal efter Beboernes Udsagn strække sig lige til Lob-nor; den hele Egn danner, i det Mindste i sin østlige Del, en uhyre Saltsump, som er bevoxet med højt Siv og vistnok udgjør Bunden af en ældre, vidt strakt Indsø. Noget lignende gjælder ogsaa andre Egne i Højasien.

Vor Paastand, at Vest- og Centralasiens Vande langsomt svinde bort, finder en kraftig Støtte hos den berømte russiske Geolog og Naturforsker Gregor v. Helmersen. „De miocæne og postmiocæne Haves Forsvinden er vel intet Bevis for en absolut Formindskelse af Vandrigdommen; men ogsaa Steppeflodernes og Søernes Udtørring tyde herpaa. Sarafschan, som løber forbi Buchara, naar nu til Dags kun under Flomtiden i Foraaret frem til sin Munding i Amu Darja, men taber sig ellers i Sandet eller lavvandede Søer uden at naa denne Flod.

„Embafloden vælter endnu kun med Møje og sparsomt sine Vande ud i det kaspiske Hav eller rettere i tvende Limaner af samme Indhav.

„Irgisfloden, som, den Gang det postpliocæne Hav havde en større Udstrækning, rimeligvis udgød sig i samme, var ikke i Stand til at følge det tilbagevigende Hav, men blev staaende ved Tschalkarsø, der aabenbart ikke er andet end en afsondret Levning af Aralsøen. Dens Vandmængde har ikke strakt til at fylde Søen og bane sig en Vej gjennem Kara-kum til Aralsøen.

„Noget Lignende gjælder om alle nordlige Tilløb til den store Balkaschsø; ikke et eneste af dem naar nu til Dags frem til denne Sø; kun de Floder, t. Ex. Ili, Karatal, som udspringe i de sydlige Bjærge og derfor ere mere vandrige, falde i Balkasch. Vi kunne her ogsaa nævne den store Hamunsø i Persien paa den sydøstlige Grænse mod Afghanistan. Professor R. Lenz, som besøgte denne Sø 1858, siger, at den kun er Resten af en ældre, langt større Sø, og delvis ganske tør. Hilmend, en af Afghanistans største Floder, der udspringer sydvest for Kabul, taber sig i sit nedre Løb i Ørkenen uden at naa frem til Hamun-Sumpen; dens Tilløb Lora naar kun i Foraarsflommen frem til Hilmend og taber sig ellers i Sandet uden at naa sin Munding.

„Det ser saaledes i Virkeligheden ud til, at det tørre Fastlandsklima i Mellemasien fordamper en større Mængde Vand, end der

atter tilføres gjennem Nedbøren, og at denne Vandmindskelse skrider uforanderlig, om end meget langsomt fremad. Vi ere derfor tilbøjelige til at antage, at den egentlige Hovedaarsag til Usbois Udtørring maa søges her, og tro ikke, at det er muligt igjen at forvandle denne udtørrede Arm af Amu Darja til en Vandvej, som kan lette Adgangen til Mellemasien."

17. Det døde Hav.

Bahr Lut eller det døde Hav er utvivlsomt Jordens mærkeligste Indsø. Fra de ældste Tider, om hvilke vi have Kjendskab gjennem den bibelske Beretning, og til vore Dage har denne Indsø i Folkeslagenes Øjne været hyllet i en hemmelighedsfuld og vidunderlig Nimbus; men trods de talrige Beretninger fra Øjenvidner kan der dog først fra den anden Halvdel af indeværende Aarhundrede være Tale om et videnskabeligt Kjendskab til det døde Hav; det danner, saa vidt os bekjendt, den dybeste Sænkning paa hele Jordoverfladen, idet Vandspejlet, som er 23 □ Mil stort, ligger mere end 1200 Fod under Oceanets Vandstand. Det døde Hav dækker den sydlige Del af den dybe Sænkning (el Ghor), som skiller Palæstina fra den øde, østlige Højflade, og som gjennemstrømmes af den lille, vandfattige Jordan. Efter den ældre Opfattelse var det døde Hav Midtpunktet for et vulkansk Omraade, og endnu van der Velde taler om mægtige Lavablokke og andre Frembringelser af den underjordiske Ild, og dog findes i Saltsøens hele Omraade intet Spor af vulkansk Virksomhed. Det er tvært imod Vandet, som har arbejdet her og frembragt de mest storslaaede Virkninger gjennem Erosionen. De stejle, udvaskede Skrænter, Dyngerne af Grus og Rullesten og endelig de mægtige Kridtbanker vidne tilstrækkelig om Havets tidligere Herredømme. I en tidligere Periode af Jordens Udvikling dækkede Søen hele Jordansdalen næsten lige til Foden af Antilibanon, og ligesaa bredte den sig mod Syd uden dog at komme i Forbindelse med det røde Hav; hvor man nu kun ser smaa periodiske Vandløb, strømmede tidligere mægtige Elve, der gravede vældige Dalkløfter ud mod el Ghor. Klimatiske Forandringer fremkaldte en Mindskelse i Tilløbet, og ved Fordampning skrumpede Søens Omfang efterhaanden sammen til

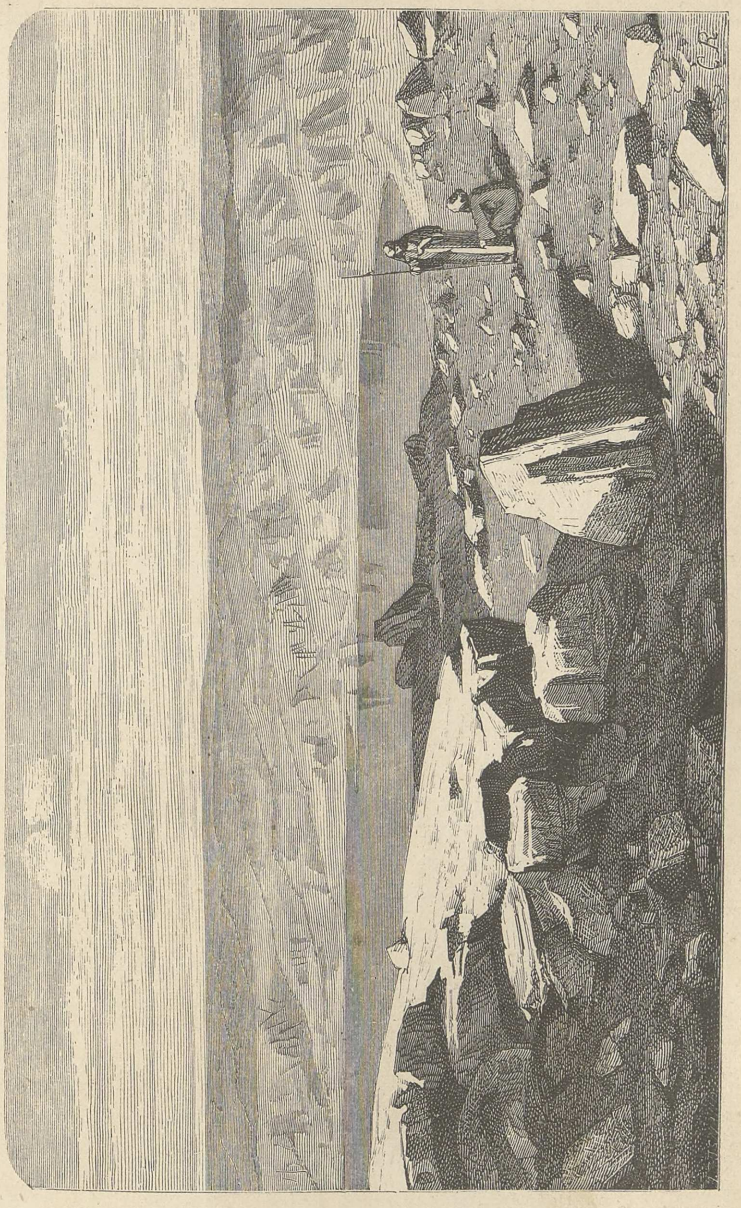


Fig. 111. Det døde Hav eller Bahr Lut.

dens nuværende Grænser. Senere har Søen stedvis igjen udvidet sig i sin sydligste, meget side Del, som man endogsaa under en lav Vandstand kan gjennemvade, og her maa man sandsynligvis søge Siddims Dal, som den bibelske Beretning omtaler. Det døde Hav afgiver saaledes en Udometer eller Maaler for Atmosfærens Nedbør. Den Dag i Dag betegnes Søens foranderlige Vandstand ved Drivtømmer, som spredes langs Kysten og til Dels er overtrukket med en Saltskorpe. Den betydelige Saltholdighed i det døde Hav er ikke nogen overraskende Fremtoning, hvorimod vi ville skjænke Forekomsten af Asfalt (Jordbeg) nogen nærmere Opmærksomhed. I den graa Oldtid hentede Ægypten fra Egnen om det døde Hav den Asfalt, som medgik til Ligenes Forvandling til Mumier. Diodor og Strabo berette begge, at fra Tid til anden opsteg der af Havets Bølger Asfalt i Blærer, som lignede Boblerne i kogende Vand, og at Beboerne i Omegnen da opfiskede denne Asfalt. Ogsaa nu til Dags, navnlig efter Jordskjælv, komme slige Masser af Jordbeg frem paa Vandet. Lartet henfører denne Jordbeg til Udbrud af bituminøse Masser*) paa Bunden af Havet, og O. Schneider er af samme Mening. „Den fedtagtige Følelse, som man faar ved at dyppe Hænderne i Bahr Luts Vande, Tilstedeværelsen af organiske Æmner med bituminøs Lugt — disse Æmner ere paaviste ved kemiske Analyser — og den „fedtagtige“ Taage, som efter mange Rejsendes Angivelser undertiden skal hvile over det døde Havs Spejl, turde maaske ligeledes have sin Aarsag i en fortsat Udstrømning af Jordolje paa Havbunden.“

Bahr Luts blaa Bølger huse ingen Fiske, men Omgivelserne ere mange Steder dækkede med Krat og Buskads, og Lærkens Sang afbryder den dybe Tavshed i det storslaaede Landskab.

Nordamerikas døde Hav, den store Saltsø i Utah, danner et mærkværdigt Sidestykke til Bahr Lut. Ogsaa denne Sø indtog tidligere et langt større Rum end nu til Dags, og dens Dybde er kun ubetydelig.

---

*) Ved „Bitumen“ forstaar man forskjellige flydende eller faste mineralske Stoffer (Nafta, Stenolje, Jordbeg), der væsentlig bestaa af Kulstof og Brint, have en tjæreagtig Lugt og forbrænde med en lysende, sodende Flamme.

18. Bjærgsøer. — Søerne i Schweiz.

Bjærgsøerne ere i Regelen ikke af noget stort Omfang, ofte meget dybe, men undertiden ogsaa flade og have da ensformige, sumpige Bredder. De findes i Alperegionerne i alle Grader af Størrelse eller rettere af Lidenhed og fremtræde her i Regelen som smaa ensomme Fordybninger i Fjældene; deres Vande stamme til Dels fra Bræerne og ere derfor hyppig ganske snehvide; en stor Del af Aaret ere disse smaa Fjældsøer tilfrosne, og ved mange kan man ikke se, hvor fra de hente deres Vand, eller hvor hen de sende deres Afløb. Den største Alpesø er Bajkalsøen i Asien, dens Flademaal er 580 □ M., altsaa næsten af Størrelse som Holland, og Bredderne begrænses næsten overalt af stejle Bjærge. I Sydamerika ligger den store Titicacasø i en Højde af over 12000 Fod over Havet; dens Omfang er 150 □ M., den er 600 Fod dyb, men aftager langsomt i Omfang; Inkaernes gamle Stad Tia-Huanacu, som engang laa ved dens Bred, ligger nu allerede flere Mil borte og højt over Søens Spejl.

Schweizersøerne henrykke Vandringsmanden ved den landskabelige Ynde, de skabe i deres Omgivelser; derimod falder det Geografen mindre let at klare sig Spørgsmaalet om deres Oprindelse eller Maaden, hvorpaa de ere opstaaede, og navnlig var Sagen aldeles uforklarlig, saa længe man antog, at alle Søerne vare fremstaaede paa samme Maade, hvad enten nu deres Fremkomst skyldtes en Hævning, Spaltedannelse, Isbræer eller Erosion. Søerne ere imidlertid, som Rütimeyer heldig udtrykker sig, Personligheder, der hver have deres særegne Fysiognomi og, kunne vi lægge til, særlige Herkomst; der gives Søer, som ere opstaaede ved Spalter og Revner i Bjærgene, andre, som ere fremkomne ved Udvaskning, dannede ved Afspærring af Dalene eller fremgaaede af flere af de nævnte Aarsager tilsammen. Herpaa grunder Desor sin Inddeling i orografiske og udvaskede Søer. De første betinges af Jordbundens oprindelige Form og findes især i de egentlige Alper, medens de udvaskede Søer nærmest tilhøre den schweiziske Højslette; hertil henføre vi Søerne ved Neuchâtel (Neunburg), Murten, Biel, Søerne i Juradalene, Bodensøen o. s. v. Genfersøen har mellem Villeneuve og Vevey en orografisk Oprindelse, men bliver herfra en fuldstændig

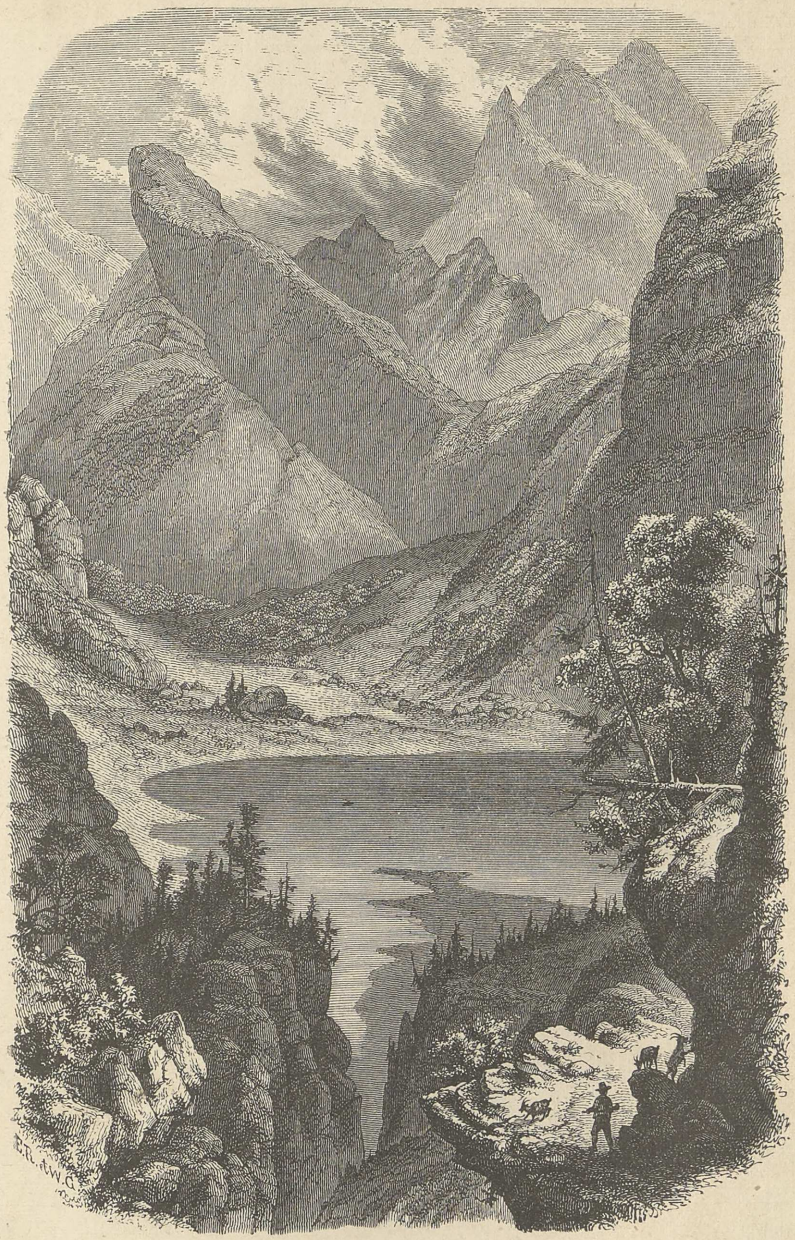


Fig. 112. Schweizisk Alpesø.

Erosionssø. Blandt de orografiske Søer findes atter karakteristiske Forskjelligheder; hvor Bjærgene skilles ved Dale, findes hyppig flade langstrakte Søer, medens Revner og dybe Kløfter give Anledning til Fremkomsten af de smaa, dybe Fjældsøer.

Alderen for samtlige disse Søer hænger nøje sammen med Maaden, hvorpaa de ere fremstaaede; da Alperne fik deres nuværende Udseende, dannedes i Overensstemmelse med Naturens Love de orografiske Søer; Erosionssøerne kunne vi selvfølgelig kun tænke os som det næste Dannelsestrin, der er mer eller mindre afhængigt af det foregaaende. I vore Dage ere Isbræerne i Schweiz

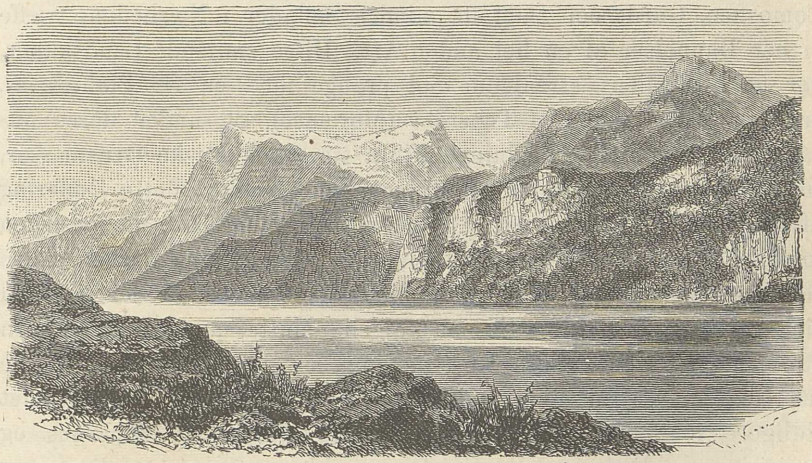


Fig. 113. Ved Vierwaldstättersøen.

smeltede sammen indenfor meget beskedne Grænser; men Geologerne have paavist, at de i en ældre Periode udbredte sig saa vidt, at et helt Dække af Is den Gang dækkede Schweiz, ganske som det i Nutiden er Tilfældet med Grønland. Den Gang bredte Bræerne sig lige til Juras Parallelkjæder og dækkede hele den helvetiske Højslette med samt de Søer, man finder her endnu den Dag i Dag. Jurabjærgene satte imidlertid en uoverstigelig Skranke for Bræernes Masser, som derfor taarnede sig op til den uhyre Højde af 4000 Fod og nu trængte frem ad hele Rhônedalen lige til Lyon. Ramsay, Tyndall og Peschel søge i denne Bræernes Bevægelse en Hovedaarsag til Dannelsen af

Schweizersøerne; de antage altsaa, at Bræerne have uddybet dem. Dog denne hele Hypothese hviler i den Grad paa en urigtig Forestilling, at vi meget mere med Rütimeyer maa udtale den Anskuelse, at Dannelsen af Dalene staar i Stampe, medens Bræerne dække Jordbunden. Undersøger man Alpedalene, finder man, at disse i mange Tilfælde afgjort ere ældre end Isbræerne; disse forefandt altsaa Dalene og frembragte dem ikke, og da under Isperioden Alpeblokkene bleve transporterede over til Jurabjærgene, laa de Søer, hen over hvilke Transporten gik, begravede under et mægtigt Isdække og bleve først atter til Søer ved Bræernes Tilbagevigning.

Henvende vi nu vor Opmærksomhed paa Alpernes sydlige Skraaning og betragte de norditalienske Bjærgsøer, Lago Maggiore, Comosøen, Gardasøen samt de mindre Søflader i Nærheden, træffe vi her Dannelser af en hel anden Art. Disse smilende Landskaber, der under Italiens straalende Sol prange med en rig Planteveext, ere gamle Levninger af Isgærder (Moræner), og under deres nuværende straalende Klædning skjule sig de kaotiske Grusmasser, som bleve førte her hid af Fortidens Isbræer; men dette Underlag af Rullestensblokke, Grus og Sand strækker sig ikke ud over den lombardiske Slette og hen til Apenninernes Fod, men har en skarp Grænse, uden for hvilken den lombardiske Slette breder sig med sin frugtbare Lerjord. Vi maa følgelig slutte, at der under den store Isperiode her fandtes en Hindring, som Ismasserne ikke kunde faa Bugt med. En slig Hindring frembød under Pliocæntiden det tidligere lombardiske Hav, som baade beskyllede Alpernes og Apenninernes Fod, og hvis Existens er bleven paavist af Desor og Stoppani. Paa denne Maade forklarer ogsaa Desor den mærkværdige Fremtoning, som slaar enhver Iagttager, naar han kommer fra Milano og nærmer sig Isgærde-Landskabet nord for Monza; det breder sig nemlig som en Kystterrasse ud i det Fjærne baade mod Øst og Vest. Her var efter al Sandsynlighed Grænsen for det lombardiske Hav, den Gang Isbræerne vare i fuld Tilbagegang, og Isgærde-Landskabet alt var til i sit hele Omfang. De italienske Alpesøer vare engang smalle Fjorde fra det lombardiske Hav, hvad der fremgaar af deres store Dybde, idet deres Bund naar langt ned under Adriaterhavets Vandspejl. Da Bræerne trængte frem, fyldtes alle disse Søbækkener med Is, og der dannede sig Morænelandskaber længere mod Syd. Desor tror fremdeles at maatte søge

Aarsagen til det lombardiske Havs Forsvinden i den uafbrudte Tilførsel af Dyndmasser fra Isbræerne og bemærker, at en slig Udfyldning ikke kan overraske Nogen, naar man véd, at Rhinens Bræer engang have dannet det frugtbare Landskab Wetterau*), som har et Flademaal af ikke mindre end 15 □ Mil. Dette faar nu staa hen; men efter at Bræerne havde trukket sig tilbage, dannede i hvert Fald disse Fjorde fra det tidligere lombardiske Hav fuldstændig afsluttede Søer, hvis overstrømmende Vande endelig banede sig et Udløb mod Syd, og den Dag i Dag gjennemstrømmes de samtlige af Bifloder til Po.

19. Sumpe og Moser.

Naar Vandet bliver staaende stille og blandes med Jord og hensmulrende Planterester, og naar der saaledes fremkommer en blød, sivende og dyndet Jordbund, har en Sumpdannelse taget sin Begyndelse. Overgangen fra Søer til Sumpe sker ganske jævnt. Mangt et Kjær fremtræder i de forskjellige Aarstider snart som en Sø, snart som en Sump, og mangen Sø fremtræder som en virkelig Sumpsø, som et Vandspejl, der er omgivet af uigjennemtrængeligt Morads; hver hensvindende Sø bliver i Tidernes Løb en Sump eller en Mose, og afløses sluttelig af en Eng. Langs lave Flodbredder strække sig hyppig Sumpstrækninger, og Kysterne langs Havet ledsages ofte af Strandsumpe. Ligeledes kan der findes Sumpe paa Højsletter og Bjærge.

De mest betydelige Sumpstrækninger forefindes i det hede Bælte, fra det skov- og kratrige Terai ved Himalajas Sydskraaning, dette Arnested for de dødeligste Sygdomme, fra det uhyre sumpige Skovbælte (Kollaerne) langs Nordranden af det abessinske Højland og til den „skrækkelige Sump“, dismal Swamp, paa Grænsen af Virginien og Nord-Carolina, som ligner en uhyre Muddermasse og omslutter en stor Sø med rødbrunt Vand. Ogsaa Halvøen Florida opfyldes af mægtige, febersvangre Sumpe, og den største Flod,

*) Dette Landskab ligger mellem Bjærgmasserne Vogelsberg og Taunus og Floderne Main og Lahn, det vandes af Floden Wetter, hvorefter det fører Navn, og hører for største Delen til Storhertugdømmet Hessen.

St. Johns, kommer fra en uhyre Cypressump. Desuden findes her de saakaldte „vaade Ørkener", Everglades, med talløse, oaselignende Holme. Hvor Floridas Swampland i øvrigt kan drænes, fremviser Jordbunden en uudtømmelig Frugtbarhed. Derimod ere Cypressumpene ved Mississippis nedre Løb utilgængelige for Menneskene og et sandt Paradis for Alligatorer, Koralslanger og talløse Myriader af blodsugende Insekter. Mange Floddeltaer i det hede Bælte danne ligeledes uigjennemtrængelige Sumpstrækninger. Vi skulle her blot minde om Nigeren, hvis Delta til Dels er et Sumpland, som gjennem-



Fig. 114. Febersump i Florida.

skæres af talløse, dorske Vandløb og er dækket af tætte Urskove, hvis dødelige Uddunstninger gjør Landskabet fuldkommen utilgængeligt for Evropæeren.

Vende vi os nu til det tempererede Bælte, træffe vi ogsaa her paa vidtstrakte Sumpegne. Saaledes ere de flade italienske Kystlandskaber mange Steder øde og sumpige, især ved Mundingen af Arno og langs Bugten ved Gaëta. Mest berygtede ere de pontinske Sumpe mellem Volskerbjærgene og Italiens Vestkyst samt de toskanske Maremmer. Disse usunde, øde Kyststrækninger ere først

fremkomne med det romerske Riges Forfald og skyldes dels den yppige Planteveext, dels Manglen af nødvendige Afløbskanaler. Meget bekjendt er fremdeles den flade vestrussiske Slette mellem Floderne Bug, Dyna, Dnjepr og Dnjestr; her ligge de mægtige, næsten 2000 □ M. store Rokitnosumpe, hvor Skov og Sump kæmpe om Herredømmet; navnlig om Foraaret ligner hele Landet en umaadelig Indsø, hvor enkelte Steder højne sig som Øer og ere dækkede med Urskove, det eneste Sted i Evropa, hvor Bisonoxen endnu lever.

I det nordlige og mellemste Evropa gaa Sumpene i Regelen over til at blive Moser med Tørvedannelser. Betingelsen for Tørvedannelsen er rigeligt og temmelig stillestaaende Vand, Afspærring fra den atmosfæriske Luft og middelmaadig Varme. Vandet er ikke blot en Betingelse for, at de kemiske Omdannelser og Virksomheder kunne gaa for sig; men det spiller tillige en mekanisk Rolle, idet det afspærrer de deri begravede Plantelevninger fra den atmosfæriske Luft, men dog tillader et ufuldstændigt Luftskifte. I tørre Egne kan man derimod ikke vente at finde Tørv, og Havtørv kjendes ikke; de Tørvemoser, som ligge under Marsken eller Vaderne, ere oprindelig Ferskvandsdannelser. Endelig er, som anført, Tørvedannelsen betinget af en middelmaadig Varme. En høj Luftvarme bevirker nemlig en saa hurtig Iltning af Plantelevningerne, at de svinde aldeles bort. Vinterkulden synes ligeledes at spille en særlig Rolle, idet de i Sommerens Løb opløste Huminstoffer*) udskilles ved Frosten og bundfældes. Allerede i Sydevropa findes saaledes ingen Tørvedannelse i Lavlandene; men derimod er Nord- og Mellemevropa rige paa Tørvemoser; de største findes i det nordøstlige Rusland, i Tyskland, Holland og i Irland. Ogsaa Danmark er rigt paa Moser, men de ere ikke ligelig fordelte og ikke alle lige gode; Fyen er mindre godt forsynet, Lolland og Bornholm endog slet forsynede.

Efter de forskjellige Forhold, under hvilke Fortørvningen finder Sted, skjelner man mellem Lyngmoser, Kjærmoser og Skovmoser**).

---

*) Under Paavirkning af Luft, Vand og Varme gaa Plantelevningerne, især Cellestoffet, over til de saakaldte Huminstoffer (Humus).

**) Jfr. C. Fogh: Geologiens Hovedsætninger. Kbh. 1874 pag. 39—46.

Lyngmoser indtage Fordybninger i skovløse Hedeegne, brede sig ogsaa over svagt skraanende Bakker eller opstaa paa selve Vandet. Naar en Skov ryddes, eller Træerne styrte om af Ælde eller ved en Orkan, og Affaldet hemmer Regnvandets frie Løb, eller naar en Egn ellers af anden Grund forsumpes, indfinder Hvidmosset sig og danner tykke filtrede Puder, som efterhaanden aldeles standse Vandets Bevægelser og begrave de faldne Plantelevninger eller Rodstøddene. For neden gaa disse Mospuder efterhaanden over i Tørv, medens de voxe videre for oven, om Vinteren standser deres Vext, om Foraaret tage de fat igjen og svulme saaledes efterhaanden op til Moser, som fra Begyndelsesstedet brede sig til Siderne hen over Bakkeskraaningerne, hvis Træer og øvrige Planter de dræbe og drage ind med i Tørvedannelsen. En saadan Lyngmose er ældst og højest i Midten, hvor den er fugtigst. Naar Mosen har naaet en vis Højde, indfinde adskillige andre Planter sig paa den; Hvidmosset trives ikke ret mere, men afløses af andre Mosarter og af Lavarter, og Mosen er nu værd at skære. Lyngfamilien, hvis stærke Udbredelse har givet Mosen dens Navn, er allerede tidlig kommen til og fortsætter nu Tørvedannelsen, og endelig tage ogsaa Træer som Birk og Fyr Sæde paa den.

Til disse Lyngmoser høre de store Moser i det nordvestlige Tyskland og Holland. De dække Strækninger paa mange Kvadratmil i Ostfriesland, Oldenborg og Holland og frembyde et usigelig øde Skue, hvor ingen anden Forhøjning viser sig end de for Vinden svajende Siv og Kjærulden. Den største Del af Aaret ere disse Moser fuldstændig utilgængelige; kun den, som fra Barndommen er nøje fortrolig med Tuerne, de saakaldte „Bülten“, hvor man kan springe fra den ene til den anden, kan færdes her, enhver anden staar Fare for at synke igjennem. Veje lade sig ikke anlægge paa den gyngende Mosegrund, og kun i Frostvejr med Sne kunne tungere Kjørelæs komme frem. Her findes ogsaa de „svømmende Øers“ Land; de langsomme, dorske Mosefloder som Vechte, Hunne og Hamme rive ofte Tørveflader paa hele Tønder Land løs og føre dem med alt, hvad der staar og voxer paa dem, lange Strækninger ud mod Havet, til Øerne atter støde paa en Hindring, og de atter voxe sammen med det faste, eller rettere det gyngende Land.

Af de danske Lyngmoser ere Store Vildmose i Vendsyssel, en Mils Vej nord for Aalborg, og Lille Vildmose, paa Sydsiden

af Limfjorden ved Indløbet fra Kattegat, de største og indtage tilsammen flere Kvadratmile. Begge Moser ere forhenværende Havbugter eller Vige, som ere blevne aflukkede ved Revler og Klitter og efterhaanden omdannede til ferske Vande. De Birkestubbe, som findes staaende paa Roden nede i det grove Sand, der danner Vildmosens Bund, og det bladede Lag af Siv og Sværdlilje, som dækker disse Stubbe, vise, at en anden Planteveext er gaaet forud for de tørvedannende Planter. De første Par Alen af disse Lyngmoser bestaar overalt af aldeles løst og temmelig kort Hvidmos, som endnu er ganske friskt og saa sejgt, at den næppe kan graves. Under dette Lag findes der en $^1/_2$—1 Fod tyk, svampet Masse af et mere brunligt Udseende, og denne svampede Tørvemasse gaar paa enkelte Steder lige til Bunden. Paa de fleste Steder findes der imidlertid under samme en Vandmasse, hvorpaa Vildmosens Tæppe for største Delen hviler, og som er opfyldt med brunlige, fra Tæppets Underflade nedfaldende Tørvedele, hvorved den er forvandlet til en overordentlig tynd og vællingagtig Masse. Tørvedannelsen i Vildmoserne kan saaledes endnu ikke anses for afsluttet, og store Strækninger af samme befinde sig endnu paa de tidligere Trin. Størstedelen af Overfladen er saaledes vel i Begreb med at gaa over i en tæt Lyngbedækning, dels vel endnu kun af Moselyng, dels dog ogsaa af Hedelyngen; men Lyngbeklædningen er idelig afbrudt af større og mindre Drag og Pletter af Mosesiv og Kjæruld, hvilke, naar man kommer længere ind i Mosen, forlænge sig i Mostæpper, hvori der ofte findes større og mindre Partier, som ikke ere tørvede, men dyndede og sorte af det hensmulrede Hvidmos. Hele Vildmosens Omkreds er af Kreaturer optraadt i større og mindre Tuer, og dette Tuebælte er desto bredere, jo nærmere det er ved de om Mosen liggende Herregaarde*).

Kjærmoserne dannes altid i Vand og ere aldrig højere i Midten end paa Siderne, naar de ikke gaa over til at blive Lyngmoser. Kjærene gro efterhaanden til, dels fra Bunden, dels fra Siderne; men en Tørvemose dannes ikke, før Mosserne indfinde sig og brede sig ud over Vandets Overflade. Det er især Arter af Grenmos, der her synes at spille samme Rolle som Hvidmosset i

*) Jfr. J. P. Trap: Statistisk-topografisk Beskrivelse af Kongeriget Danmark, V, 208—209.

Lyngmosen. Saa snart Grenmosset har dannet et Tæppe over Vandet, gaar hele Bundvæxten ud, og nu begynder først den egentlige Tørvedannelse, idet den nederste Del af dette Mosetæppe omdannes til Humus, som dels synker til Bunds, dels opløses af Vandet, men igjen udskilles ved Frosten og i Forening danner et Tørvelag paa Bunden. Paa dette gyngende Tæppe voxer der efterhaanden mange andre Planter, som give deres Bidrag til Tørvedannelsen og til Fortykkelsen og Befæstelsen af Tæppet. Naar Bundfaldet og Tæppet have naaet hinanden, er Tørvedannelsen afsluttet og Mosen fast, i Mellemtiden er den en Hængesæk.

Skovmoser ere dannede i Skovsøer og udmærke sig ved, at de ved Bredden voxende Træer have ydet et meget væsentligt Bidrag til Mosens Indhold.

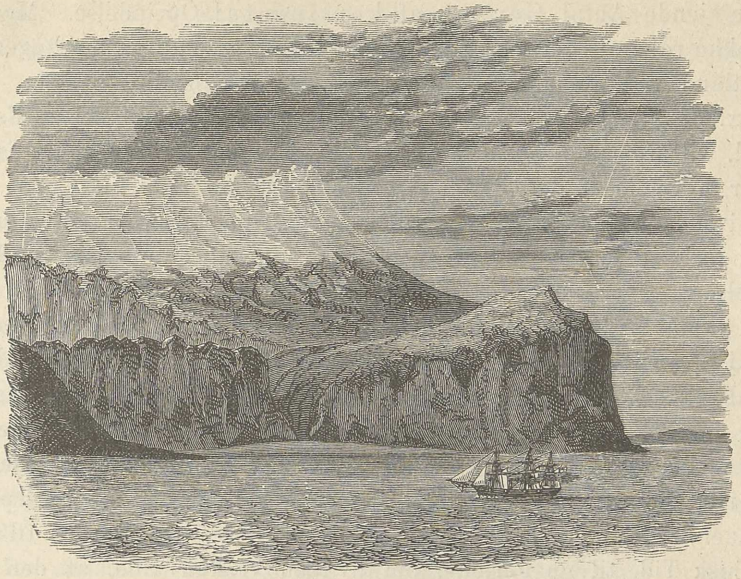


Fig. 115. Kap Froward (Amerikas Sydspids).

IV.

Det faste Land.

1. Fastlandenes Dannelse.

Fastlandet rager som en uhyre Højslette op over Havets Afgrunde. Mægtige Fundamenter eller Sokler paa mere end en halv Mils Højde danne det Underlag, hvorpaa Lavlandene brede sig og Bjærgmasserne hæve sig op over Oceanets Overflade*). Disse Hævninger over Havets Dybder fremtræde overvejende i store sammenhængende Masser, Kontinenterne; at denne det faste Lands Optræden i samlede Masser maa være mere end en Tilfældighed, at man heri meget mere maa se en Lov, der har gjort sig gjældende ved Jordoverfladens Dannelse, fremgaar deraf, at det

*) Jfr. ovenfor S. 47—48 om Forholdet mellem Havets og Landets Rumforhold.

overvejende Antal Øer ere af kontinental Oprindelse. Mange Øflokke røbe alt deres naturlige Sammenhæng med det nærliggende Fastland ved de ringe Dybder i Havet, som omslutter dem. At t. Ex. de britiske Øer ere en løsreven Del af det evropæiske Fastland, vil fremgaa ved den løseste Betragtning af et Søkort, som viser Formen af det Plateau, hvorpaa Øerne hæve sig, samt de omgivende Haves ringe Dybder, og denne Opfattelse bekræftes fuldstændig ved den nyere Tids geologiske og palæontologiske Undersøgelser.

Skjønt vi saaledes vel kunne se, at Fastlandet i overvejende Grad optræder i sammenhængende kompakte Masser, savne vi derimod fuldstændig en sikker, videnskabelig Opfattelse af de Aarsager, som fremkaldte denne Hævning over Oceanets Bund. Saa meget synes dog at staa fast, at Dannelsen af Kontinenterne staar i inderlig Sammenhæng med Jordens Afkøling og Jordskorpens Dannelse. Herved henlægges imidlertid deres Oprindelse til en mythisk Tid, til en Periode, om hvilken vi kun vide, at den afkølede Klode trak sig betydelig sammen. De herved fremkaldte Sænkninger og Hævninger bleve i deres Hovedtræk bestemmende for Fremtiden; herved droges Omridsene af Kontinenterne i al Almindelighed, og paa disse aftegnede sig alle senere Folder og Bjærgdannelser. Herved ville vi vel ikke benægte, at der under Jordens umaadelig lange Udviklingsperiode ikke skulde være forefaldet de mest storslaaede Forandringer baade i den horizontale og den vertikale Fordeling af Fastlandsmasserne; vi skulle kun betone, at alt i Jordens tidligste Periode dannedes de kontinentale Masser i deres almindelige Skikkelse, omtrent som det fremtræder ved Modsætningen mellem den gamle Verdens sammentrængte Fastlandsmasser og det langstrakte Amerika. Vilde man imidlertid gaa videre og selv blot i de raaeste Træk overføre Fastlandenes nuværende Omrids og Former paa vor Klodes Ungdomstid, vilde man komme i Modsigelse med Geologiens sikreste Kjendsgjerninger; thi ikke alene beviser Forekomsten af Havdannelser over store Parter af de nuværende Fastlande, at Havet engang rullede sine Bølger, hvor vi nu træffe Sædemarker, men Geografen finder det endnu mere paafaldende, at vidtstrakte Lande øjensynlig ere sunkne ned under Havspejlet. Peschel antager saaledes, at Jordens Fastlande siden den tertiære Periode have vundet i Omfang i tvende

Retninger, idet de have udvidet sig mod Vest og Nord, medens der syd og øst for det nuværende Fastland ligger lutter sunkne Dele. Her af fremgaar tillige, siger han, at Ødannelsen er rigest paa Kontinenternes Sydøstside.

2. Kysternes Hævninger og Sænkninger.

De antydede Hævninger og Sænkninger af Fastlandsmasserne gik sikkert overordentlig langsomt for sig, og vi have en vigtig Støtte for denne Antagelse i den Kjendsgjerning, at Fastlandenes Omrids endnu den Dag i Dag ere langsomme Forandringer undergivne; vi se her aldeles bort fra de Forandringer, som foraarsages ved Bølgeslaget, og indskrænke os ene og alene til de virkelige Forandringer i Forholdet mellem det faste Land og Havets Vandstand.

De ældste med Sikkerhed paapegede Forandringer i denne Retning hidrøre fra Skandinavien; allerede Swedenborg var bleven opmærksom herpaa; men først i Aaret 1743, da Anders Celsius († 1744) udgav sin berømte Afhandling om Vandets Formindskelse („Vattenminskningen") i Østersøen, vandt Sagen en mere almindelig Interesse. Celsius udtalte som sin Overbevisning, at Østersøens Vandspejl jævnt synker, han støttede den paa en Række Iagttagelser fra den svenske Kyst, og han foranledigede, at der blev hugget Mærker i Klipperne paa forskjellige Steder af Sveriges østlige Kyster. Man kom imidlertid senere til den Overbevisning, at det ikke var Østersøen, som sank, men derimod Landet, der hævede sig. Allerede 1802 fremkom Skotlænderen Playfair med denne Opfattelse; den berømte tyske Geognost Leop. v. Buch støttede sig til egne Iagttagelser og udtalte sig i samme Retning i sin „Reise durch Norwegen und Lappland", 1810, og Lyell beregnede senere Hævningen til tre Fod i Aarhundredet. Gjentagne Eftermaalinger af Celsius's Mærker have godtgjort, at Østersøens og den bottniske Bugts Vandspejl ogsaa nu staar lavere, end den Gang Mærkerne bleve indhuggede; men de have ogsaa godtgjort, at Afstandene mellem hine Mærker paa den gamle Vandstand og det nuværende Vandspejl ere meget forskjellige selv paa Steder, hvis Afstand ikke er synderlig stor, og at Hævningen dernæst i

det Hele er størst i den nordlige Del af den bottniske Bugt og aftager i samme Forhold, som man kommer mod Syd, indtil der paa Strækningen fra Kalmar til Karlskrona kun viser sig en meget ringe eller slet ingen Forandring i Vandstanden. Endelig synes Sveriges sydligste Landskab Skaane endog langsomt at sænke sig under Havet.

Denne sidste Kjendsgjerning, at Sveriges Sydspids sænker sig, er saa meget mere mærkelig, som Forholdet, til Dels endnu i en historisk Tid, aabenbart har været det aldeles omvendte. Mange Kjendsgjerninger tyde hen paa, at det sydlige Sverige engang var en Ø, og de store svenske Søer ere endnu Levninger af den Havarm, som engang forbandt Skagerak med Østersøen, der samtidig stod i Forbindelse med det hvide Hav ved Stræder, af hvilke Ládoga- og Onegasøerne ere Levninger. I de store svenske Søer findes derfor endnu flere Arter af Skaldyr, som oprindelig vare Saltvandsdyr og egentlig tilhøre enten selve Ishavet eller Østersøen, men efterhaanden have lempet sig efter de forandrede Forhold, da Søerne lidt efter lidt fyldtes med Ferskvand. Mindet om denne Sammenhæng mellem det hvide og det baltiske Hav (Østersøen) har endnu holdt sig i Sproget; thi Ordet „baltas“ er lettisk og betyder hvid. Vi kunne maaske endog komme ét Skridt videre; v. Maak gjør nemlig opmærksom paa den mærkværdige og betegnende Oprindelse til Ordet Skandinavien, som tidligst kun betegner Skaane; „Skandin“ skal efter denne Forfatter betyde den „krummede Ø“, og Gotherne, som ikke kjendte Ordets Betydning, tilføjede „avi“, der i deres Sprog betyder Ø. Vi skulle dog lade denne entymologiske Oplysning staa ved sit Værd.

Vende vi os nu til Danmark, har vor berømte Landsmand J. G. Forchhammer († 1865) paavist, at en Del af vort Fædreland deltager i den skandinaviske Hævning*). Havstokkene dannes paa vore Kyster ved Virkningerne af Bølgeslaget; saa langt Bølgebjærget naar op paa Stranden, vil Vandet sætte det derværende Materiale i Bevægelse og efter Bølgebevægelsens Styrke bortføre de mindre og lettere Dele, medens de større og tungere blive tilbage, rulles og afslibes mod hverandre. Saaledes fremkommer langs med Stranden en Stribe snart af større Sten, snart af Grus

*) Se „Almenfattelige Afhandlinger og Foredrag“. Kbh. 1869, pag. 166 og flg.

og snart af Land, og denne Stribe betegner den Højde, hvor til Bølgetoppen naar. Sammenligner man nu slige ældre Havstokke med Tanglinjerne, de Striber af brunt hentørret Tang, som hidrøre fra Efteraars- og Vinterstormene, har man et fast Udgangspunkt; thi da Tangen er meget let, betegner Tanglinjen det højeste Sted, hvor til Bølgetoppen naar, og navnlig betegner den øverste Tanglinje Grænsen for de højeste Bølgetoppe i den sidste Stormperiode. Omkring den sydlige Del af Limfjordens vestlige Parti finder man endnu hævede Havstokke, der ligge over den øverste Tanglinje; men sydligere, ved Nissumfjord, iagttager man kun enkelte, meget utydelige Spor af saadanne Virkninger, og man kan derfor sætte Omegnen af Nissumfjord som det sydligste Punkt paa Jyllands Vestkyst, hvor endnu tydelige og sikre Spor af en vedblivende Hævning ere iagttagne. Paa Østkysten af Fyn finder man ligeledes tydelige Spor af hævede Havstokke indtil omtrent $^1/_2$ Mil syd for Nyborg, men længere syd paa iagttages ingen lignende Samling af ældre Strandsten, og paa Østkysten af Sønderjylland og Holsten findes intet Spor af langsomt hævede Kyster. Derimod viser hele Østkysten af Sjælland Spor af gamle Havstokke, og det Samme er Tilfældet med en stor Del af Møens Østkyst. En Linje, dragen fra Midten af Nissumfjord til $^1/_2$ Mil syd for Nyborg og der fra videre mod Sydøst, er altsaa Grænselinjen for den danske Hævning.

Vende vi os nu fra Sveriges og Danmarks lave og flade Bredder til Norges stejle, vejrbidte Kyster, kunne vi ogsaa her iagttage Resultater af tidligere Hævninger. Til en Højde af 500 Fod over det nuværende Havspejl findes her Levninger af Havdyr samt vandrette Indskæringer i Klippeskrænterne, der betegnes som „gamle Strandlinjer“.

Disse Strandlinjer fremtræde, sete paa Afstand, i Regelen som mere eller mindre skarpe, hen over Klipperne dragne vandrette Linjer, som dog ikke kunne skjelnes fra hvert Standpunkt eller under enhver Belysning. Kommer man nærmere, faar man, saafremt Strandlinjen har holdt sig godt, det Indtryk, at der langs Skrænten løber en Vej, som er bleven sprængt ganske vandret ind i Fjældet, og dette Indtryk bestyrkes ved at betræde selve Stedet. Er Strandlinjen derimod slet bevaret, kan man, naar man er kommen der op, være i fuldstændig Tvivl om, hvor Strandlinjen da egentlig

er, og om man maaske ikke har skuffet sig, og først naar man fra neden har mærket sig ganske bestemte Punkter, kan man ved en Visering fra disse ogsaa finde den rigtige Linje. Hvad der fra neden fremtraadte som en sammenhængende Linje, opløser sig i dette Tilfælde ogsaa i Brudstykker; kun paa fremspringende Klippestykker kan man skjelne Indskæringen som en vandret Grundflade med en stejl Bagvæg; hvor Klippen mellem slige fremspringende Steder slaar Bugtninger, bliver Skraaningens almindelige Udseende og dens almindelige Fald ikke afbrudt. Og selv paa hine fremspringende Hjørner forstyrres Regelmæssigheden ikke sjælden ved Nedstyrtninger, især af Bagvæggen, og Gruslejring ved sammes Fod, og ved Krat og Buskads paa Grundfladen, saa at man, ved blot at betræde et enkelt saadant Sted, vanskelig heri vilde se andet end Virkningen af den sædvanlige Hensmulring; men over-

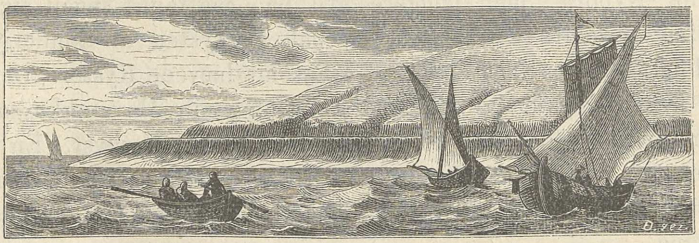


Fig. 116. Strandlinje mellem Vang og Skaarliodden.

raskende er det, naar man fra et sligt Punkt iagttager lignende Indskæringer paa de nærmeste Klippefremspring og nu ved en Visering over en Vandflade overtyder sig om, at alle disse indskaarne Vinkler ligge fuldkommen i samme Højde. Og endnu mere overraskende er det, naar man bestemmer Stenmassernes Lejring og da maaske finder en Lagdeling, der skærer det fundne Horizontplan under en mer eller mindre skarp Linje.

Lige som Tallene af Strandlinjerne ere langt betydeligere i det nordlige Norge, saaledes ere de her langt bedre bevarede; Regelmæssigheden er her ikke sjælden saa stor, at man utvivlsomt maatte komme til at tænke paa en kunstig og planmæssig Anlæggelse, naar den Tanke under de øvrige ledsagende Omstændigheder ikke var saa taabelig. Vore tvende Afbildninger give et godt Exempel

herpaa. Den første (Fig. 116) viser kun én, den anden (Fig. 117), som er tagen fra en noget større Afstand, viser tvende parallele Strandlinjer i det fremspringende Fjæld. Det sidste Billede fremdrager tillige et andet Forhold, som hyppig forekommer hist oppe i Norden: Linjerne følge uden Afbrydelse ogsaa Kysternes Udbugtninger, og hvor en Dalaabning afbryder Sammenhængen mellem Kystklipperne, tilvejebringes Forbindelsen ved en eller flere Terrasser, som løbe i selv samme Flugt.

En stejl Skrænt fører i Regelen op til Strandlinjerne; ved de typisk bevarede er Skrænten undertiden saa stejl, at en Bestigelse af samme er en Umulighed; dog forefindes ogsaa jævnere Terræn-Skraaninger fra Strandlinjens yderste Rand, eller mere jævne Fald vexle med bratte; i slige Tilfælde ligge da neden for Strandlinjerne hyppig Terrasser i et eller flere Trin.

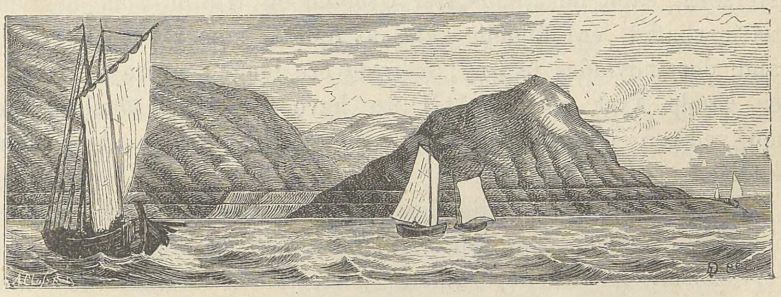


Fig. 117. Dobbelt Strandlinje ved Grøtnes.

Med Hensyn til Strandlinjernes Fremkomst har man henvist til Isbræer og Drivis; men det rimeligste er dog vistnok heri kun at se Virkninger af Havets Erosion; ved Kystens Hævning blive Strandlinjerne altsaa unddragne Havets videre Paavirkning.

Vi have nylig omtalt Hævningen ved en Del af Østersøens Kyster. For de danske Øers Vedkommende maa man vistnok gaa ud fra en vexlende Sænkning og Hævning. En Sænkning skabte den sønderrevne danske Øflok; men for Tiden søger en sagte Hævning igjen at forene de mindre Øer med de større og at udjævne Ulighederne i Kystens Omrids; dog denne Hævning har endnu ikke varet længe nok til at ophæve den omfangsrige Adsplittelse, der

er en Følge af den tidligere Sænkning, og rundt omkring ved vore Kyster støde vi derfor paa hine lange Fjorde og Bugter, som strække sig dybt ind i Landet, og kun enkelte, langt ud i Havet ragende Landtunger ere lige som Pegefingre, der antyde Hævningens paabegyndte Virksomhed. Ved Siden af Hævningen af de danske Øer er det imidlertid mærkeligt, at Skaanes Sydkyst endnu synes at synke; men det samme Forhold træffe vi imidlertid paa Østersøens Sydkyst, ved den preussiske Strand. Undersøiske Tørvemoser og sunkne Skove godtgjøre, at Havet er traadt ind over enkelte mere side Steder. Østersøens store Strandsøer eller Haffer ere derfor vistnok næppe afskaarne Dele af Havet, men langt snarere undergaaede Landstrækninger, som nu ere oversvømmede ved Kystens Sænkning. Disse Haffer have en vis Lighed med Strandsøerne langs de forenede amerikanske Staters Østkyst. De tvende Landtunger eller Nehrunger, som adskille kurische og frische Haff fra Østersøen, samt de tvende Øer Usedom og Wollin, som begrænse Stettinerhaffet, ere følgelig ikke at opfatte som Grænserne for et Land, der indvindes paa ny; men de ere langt snarere Resterne af den gamle Kyst, som indtil nu have modstaaet Ødelæggelsen, men ved en fortsat Sænkning næppe ville undgaa den samme Skæbne.

Langs Vestkysten af Sønderjylland og Holsten finder en Sænkning Sted, som antydes ved Forekomsten af undersøiske Skove og Tørvemoser. Disse forekomme baade under Marskjorden langs Kysten som ogsaa ud i Vaderne mellem Kysterne og de frisiske Øer, og de ere paaviste fra Husum ned til Elbmundingen. Hist og her hænge Træerne endnu fast med deres Rødder i Undergrunden, saa man altsaa ikke kan slaa sig til Ro med den Tanke, at Træerne skyldes tilfældige Opskylninger fra andre Egne. Ved Halligen Øland (Oland) staa Træstubbene saa nær Vandspejlet, at Baadene maa styre meget varsomt for ikke at støde paa dem; men mellem Romø og Fastlandet findes de paa 10 Fods Dybde, ja ved Friedrichsstadt endog paa 33 Fods Dybde under middel Vandstand. At denne Sænkning tilhører en Tid, da Landet allerede var beboet, fremgaar af en Stenalderens Kæmpehøj, man har opdaget ved Husum midt i en sunken Birkeskov, og af en Potte af brændt Ler, man har fundet 14 Fod under Marskleret ved Krempe i Holsten. Denne Sænkning langs den sønderjyske Kyst forklarer end yderligere,

hvorfor Stormfloderne, saaledes som vi have omtalt oven for, Side 147—150, her maa have en saa ødelæggende Virkning. Paa Halligerne bliver mangen Beboer ældre end sin Fødeplet. „Havet undergraver Klitterne og bortskærer Kysten", skriver Forchhammer 1842, „Klitsandet flyver ind i Landet, og hele Klitkjæden er i en bestandig Vandren. I Aaret 1757 blev Kirken i Landsbyen Rantum nedbrudt, fordi Klitkjæden havde naaet den. I Aaret 1791 eller 92 var hele Klitkjæden skreden hen over Ruinerne af Kirken, de laa nu fri for Sand ved Strandbredden og bleve snart opslugte af Havet. Stedet, hvor de den Gang laa, er nu, ikkun 50 Aar senere, fjærnet 700 Fod fra Land, og Havet har dér en Dybde af 12 Fod. Den anden Kirke i Rantum er ogsaa allerede for længe siden forsvunden under Klitterne, og Ruinerne af den fordums Landsby med dens Brønde og Haver ligge paa Stranden og forsvinde den ene efter den anden. Det Samme er Tilfældet med Landsbyen Niblum, hvoraf de sidste Spor endnu ligge paa Stranden og sandsynligvis ville forsvinde i dette eller det næste Aar. Strandfogden i Rantum, en Mand paa 50 Aar, viste Forchhammer en Brønd, som havde hørt til hans Bedstefaders Hus, og hvoraf han for 45 Aar siden havde øst Vand; nu laa den ved Havbredden og vilde næppe være synlig om et Aar endnu".

Vende vi os nu fra Vesterhavets Kyster til Middelhavet, støde vi ogsaa her paa lignende Sænkningsfænomener. Zendrini og Manfredi fandt i Aaret 1731 ved en Reparation af Domkirken i Ravenna $4^1/_2$ Fod under den daværende Stenbro Levninger af en ældre, som laa dybt under den højeste Vandstand. Donati fortæller om en Stenbro, der 1722 blev funden paa St. Markuspladsen i Venezia og laa $3^1/_2$ Fod under Adriaterhavets Vandspejl. Ved Udgravninger paa Øen St. Georg i Lagunerne fandtes nedrammede Pæle og Levninger af en gammel Trappe flere Fod under Vandspejlet og ikke langt der fra Mursten med Fabrikantens Navn.

Ruinerne af Serapistemplet ved Puzzuoli anføres hyppig som et Exempel paa en vexlende Hævning og Sænkning. Dette Tempel blev Aar 235 efter Kristus paa det prægtigste udsmykket af Kejser Alexander Severus; nu staa tre Søjler tilbage, som midtvejs ere gjennemhullede af en i Middelhavet almindelig Boremusling (Lithodomus). Da Templets Fodstykke nødvendigvis oprindelig maa have ligget over Havets Overflade, maa der altsaa senere være sket en

Sænkning og tillige en Aflejring af Kalk og en Tildækning med Slagger og Sand, som beskyttede den nederste Del mod Boremuslingerne, medens disse derimod angrebe den frie mellemste Del af Søjlerne, der var under Vandet, men ikke den øverste, som ragede over dette. At en slig Sænkning ogsaa virkelig har fundet Sted, fremgaar af et Sted i Petrus's og Paulus's Apokryfer, der skrive sig fra det niende Aarhundrede, og hvor Sænkningen tilskrives et Mirakel af Paulus. Hovedhævningen synes at have fundet Sted i det 16de Aarhundrede ved Fremkomsten af Monte Nuovo, og derpaa begyndte en Sænkning paa ny. „Nicolini kunde i 1807 aftegne Templet uden at forulempes af Vandet; men i 1823 naaede Bølgerne Ruinerne, saa han maatte lægge en Række Sten for at staa tørt. Nicolini anstillede nu regelmæssige Iagttagelser lige til 1838 og fik som Resultat en aarlig Sænkning paa omtrent $^1/_4$ dansk Tomme (7 Millimeter). I 1838 var Vandet allerede naaet saa højt op, at man kunde fange Fisk, hvor der i 1807 endnu var ganske tør Grund. Mærkelig nok vil Scacchi 1852 have fundet, at Sænkningen er ophørt eller bleven ganske umærkelig. I øvrigt gjorde Lyell allerede i 1828 den Iagttagelse, at det ikke blot er Serapistemplet, som synker, men at hele Kysten lider Landtab. Fiskerne i Puzzuoli forsikrede ham, at Landmindskelsen i deres Minde løb op til 30 Fod. Et Neptuntempel og et Tempel for Nymferne, der ligge nordvest for Serapistemplet, staa nu 5 Fod under Vand. To romerske Landeveje ere satte under Vand; den ene, som førte fra Puzzuoli til Lucrinersøen, er endnu til Dels synlig".

Betragter man et Dybdekort over Middelhavet, antyder den ringe Havdybde mellem Afrika og Sicilien og navnlig Retningen af Hundred-Favnelinjen, at Afrika og Evropa i en tidligere geologisk Periode her nærmede sig betydelig mere end nu, og naar vi gaa et Skridt længere tilbage i Fortiden, vare de tvende Kontinenter forbundne her. Dette fandt sandsynligvis Sted til en Tid, før det østlige Middelhavs nuværende Sydkyst havde hævet sig og altsaa Havet strakte sig langt ned mod Syd over det nuværende Sahara.

Tage vi et geologisk Kort i Haanden, finde vi ikke vore Formodninger modsagte paa noget Punkt; thi de eocæne Dannelser*),

*) Den ældste Underafdeling af de tertiære Formationer. De heri fundne Dyreformer vidne om, at den organiske Verden nærmede sig til den nu-

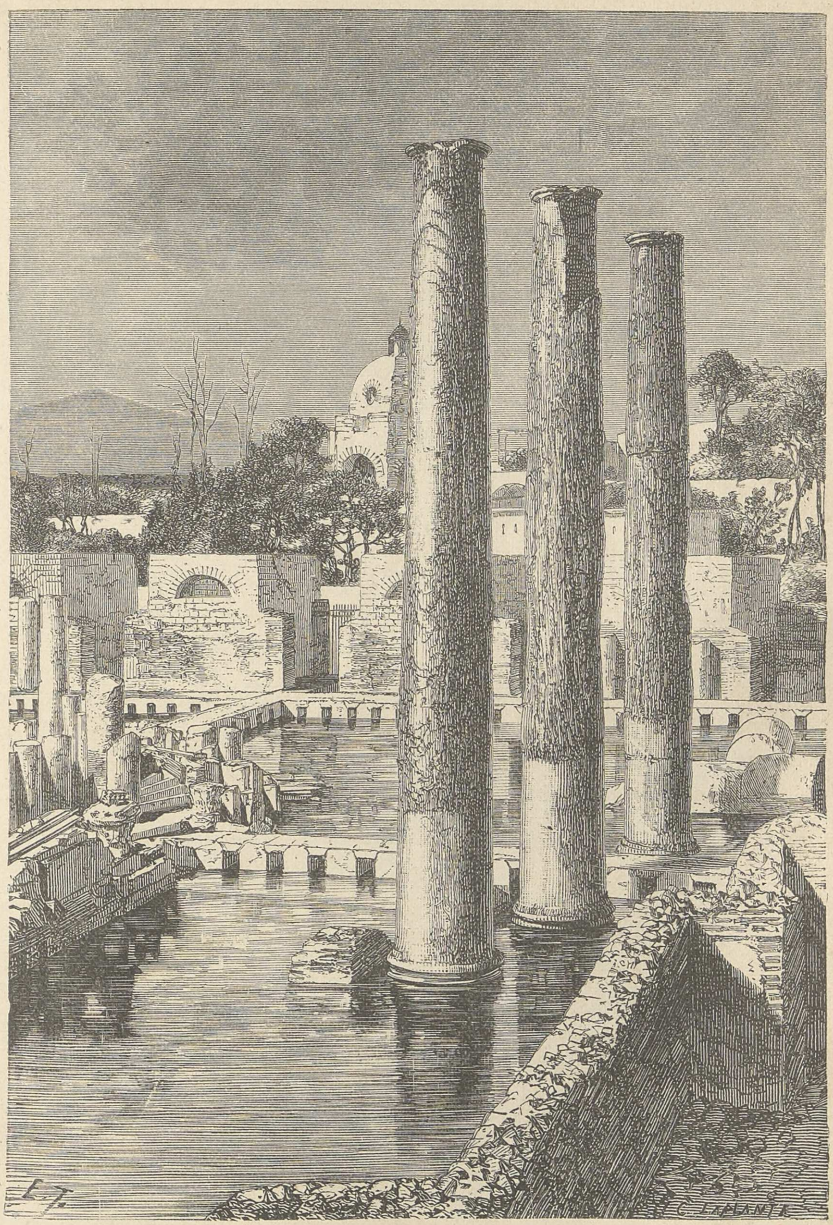


Fig. 118. Ruinerne af Serapistemplet ved Puzzuoli.

der fremtræde i stort Omfang langs Afrikas Nordrand, særlig i Tunis, gjenfinde vi paa Sicilien, medens denne Øs sydlige og sydvestlige Kyst fremviser de yngste tertiære (de miocæne og pliocæne) Dannelser. Disse følge ogsaa Randen af den store Syrte, den Bugt, hvor Middelhavet den Dag i Dag trænger længst frem mod Syd, og hvor sandsynligvis det sidste Stræde fandtes, som forsynede Havet, der engang dækkede en Del af Sahara, med Vand. At der her virkelig har fundet langsomme Terræn-Hævninger Sted, og at disse afbrødes ved lange Hvileperioder, fremgaar af hine Terrasser, hvis Oprindelse er Geologerne saa vel bekjendt. Gerhard Rohlfs traf dem ved sin Oprejse fra Talmita, det gamle Ptolemais, og bemærker, at slige Terrasser skilles ved Flader, som ere flere Mile brede.

For imidlertid ligesom at minde os om, at hine geologiske Perioder, maalte efter Aar, spænde over umaadelig lange Tidsrum, finde vi, at Siciliens og Tunis's Kyst alt i Aartusender paa ny hæve sig, at Øer her ere blevne landfaste, og at Havet trækker sig tilbage fra de gamle Kyster. Karthagos, Uticas og Bisertas gamle, saa berømte Havne ligge allerede længst tørre, ja Havnen Porto Farina ved Utica var endnu ved dette Aarhundredes Begyndelse brugelig, medens den nu ikke er dyb nok, til at selv det mindste Skib kan løbe ind.

Sydamerika har den største Betydning for Studiet af Kysternes Bevægelse; det er paa en vis Maade ved Siden af Skandinavien det klassiske Land for slige Studier, siden Darwin i 1832 offentliggjorde sine Arbejder over herhen hørende Æmner. Først og fremmest fremvise det stille Havs og Atlanterhavets Kyster et modsat Forhold. Patagoniens østlige Kyst synker, ligeledes Amerikas Sydspids, hvor fra Falklandsøerne løsreves i en ukjendt Fortid. Stillehavets Kyster fra Øen Chiloë hæve sig langsomt; dog forefalde ogsaa lejlighedsvis betydelige, stødvise Hævninger som en Følge af betydelige Jordskjælv; men disse Hævninger maa vel

---

værende i Bygning, navnlig vare de hvirvelløse Dyr næsten fuldstændig lig de nulevende. Ogsaa Planteverdenen begyndte i Tertiærtiden at nærme sig den nuværende og har paa flere Steder givet Anledning til mer eller mindre mægtige Brunkulslag. I Danmark findes denne Formation (den saakaldte Brunkulsformation) over største Delen af Jylland, men i Almindelighed dækket af yngre Dannelser.

skjelnes fra hine langsomme. „Rundt omkring mangt et Forbjærg", skriver Reclus, „saa vel som ved Udgangen af flere Dale, der skære sig ind i Kystens Fjældmasser, skjelner man gamle Strandterrasser, hvor Muslinger, ganske som de leve den Dag i Dag i de tilgrænsende Bugter, ligge spredte omkring eller endog nedgravede i mægtige Lag. Disse Strandterrasser, som skilles fra hverandre ved stejle Skrænter af forskjellig Højde, ligne Trinene paa en Kæmpetrappe. Naar man betragter dem, indser man, at Kysten ikke kan have hævet sig ved en enkelt, jævn Bevægelse, men at der meget mere er indtraadt Hviletider mellem Dannelsen af de enkelte Terrasser. Paa Øen Chiloës Højdedrag har Darwin fundet Muslingedynger i en Højde af 350 Fod. Norden for Concepcion, en By i Chile, fremtræde flere Strandlinjer, som Bølgerne have skaaret i Klipperne, i en Højde af 400—950 Fod. Norden for denne By sænke Linjerne sig igjen, ved Coquimbo i det nordlige Chile overstige de næppe 350 Fod og ved Bolivias Grænse naa de kun 200—250 Fod over Havfladen. Klippekystens Hævning fremtræder altsaa fortrinsvis i de Egne, der ligge under samme Bredde som de højeste Toppe (Aconcagua, Maypu og Tupungato) i Chiles Andeskjæde. Heraf kan man slutte, at hine høje Toppe ligesom betegne Axen for Hævningen, og at de selv uafladelig hæve sig endnu hurtigere end de neden for liggende Højsletter og Kystpartier. I Virkeligheden er, i Chile saa godt som i Norge, de Terrasser, der omslutte de tidligere Havbugter eller Dalaabninger, ikke ganske vandrette, som det tilsyneladende ser ud; de hæve sig tvært imod ganske jævnt ind imod Bjærgene og blive desto højere, jo mere de fjærne sig fra Kysterne. Den løftende Kraft virker altsaa under Chiles Andesbjærge med større Energi end under Fjældmasserne ved den nære Kyst."

Denne sidste Kjendsgjerning udfandt allerede Darwin, og han udtrykte den med de Ord, at en Kyst med virksomme Vulkaner hæver sig; efter Hahn har denne Sætning Gyldighed for den hele Jord; men man kan ikke vende Sætningen om, da der, som vi have set, ogsaa forekommer Hævninger i ikke vulkanske Egne; omvendt er det sikkert, at paa de synkende Omraader findes ingen virksomme Vulkaner. I disse Iagttagelser maa man efter vor Mening dog ikke tro at finde Udtryk for Naturlove; det er kun Regler omtrent som Grammatikens. Hverken Landenes geologiske Aldere

eller Kysternes Beskaffenhed staa i nogen paaviselig Sammenhæng med Hævningerne og Sænkningerne, vi have endnu ikke fundet den ledende Lov, som midt i dette Kaos af stigende og synkende Fastlandsmasser kan vise os store, almindelige Synspunkter. Lige saa ukjendte ere vi med Hensyn til de Kræfter, som fremkalde de sagte Hævninger af hele Kyststrøg. Kemiske Kræfter, saaledes som de træde for Dagen i Stenmassernes Forvitringer og Omdannelser, ere sikkert ikke Aarsagen til Fastlandenes sækulære Bevægelser; men vi kunne heller ikke søge Aarsagen i Vulkanernes underjordiske Ildmagter. Vi staa altsaa her foran en Gaade, over for en Virkning, hvis Aarsag vi ikke kjende.

Vi skulle ikke være saa anmassende at ville løfte Sløret for den Hemmelighed, som hviler over Kontinenternes langsomme Bevægelser; men vi kunne dog ønske at henpege paa en Omstændighed, man efter vor Formening hidtil ikke har givet behørig Agt paa. Af let forstaaelige Grunde kan man saa godt som udelukkende ved Kysterne følge de her omhandlede Fremtoninger; men de finde sikkert ikke alene Sted her; ogsaa Fastlandenes Indre tage Del heri. Naar vi nu imidlertid se, at der trods disse Forandringer ikke fremkaldes Forandringer i Flodnettet, tør vi heraf slutte, at Kontinenterne i det Hele taget som kompakte Masser hæves eller sænkes parallelt med sig selv. Denne Slutning stemmer i det Hele og Store med vore samtlige forudgaaede Betragtninger og ligger saare nær; men en Kraft, som Aarhundreder og Aartusender igjennem ganske sagte hæver eller sænker store kontinentale Masser parallelt med deres oprindelige Leje, synes imidlertid utænkelig, og herefter maa vi komme til den Slutning, at disse Hævninger og Sænkninger for største Delen kun ere Skinbevægelser, fremkaldte ved en foranderlig Vandstand i Oceanet. Man maa herimod ikke indvende, at Forandringer i Havets Vandstand nødvendigvis maa være almindelige; langvarige Gyngninger af Vandstanden, som indskrænke sig til relativt smaa Omraader af Jordens Overflade, ere meget vel mulige. For at finde Aarsager hertil behøve vi kun at henpege paa langsomme Forskydninger af betydelige Masser i Jordens Indre.

Den her udtalte Hypothese finder efter vor Formening en stor Støtte i de almindelige Niveauforhold paa den nordtyske Slette. Overlaget bestaar her af et mægtigt Lag Sand, Grus og Ler, der stedvis naar en Mægtighed af 5—600 Fod; i disse Lag findes nu

spredte Rullestensblokke, som utvivlsomt stamme fra Skandinavien. Fra denne Halvøs Bjærgmasser have Isbjærgene transporteret disse Vandreblokke ned til Nordtyskland og Holland. Ogsaa de vidtstrakte Sletter i Nordrusland ere oversaaede med Blokke, hvis Hjemstavn maa søges i Finland. Selvfølgelig maa Havet i hine Tider have skyllet hen over den nuværende nordtyske og russiske Slette, og den almindelige Antagelse gaar ud paa, at Landet senere hævede sig, og at Lavsletterne opstode herved. Ved denne Hypothese har man imidlertid overset en Omstændighed, nemlig den fuldstændig regelmæssige vandrette Overflade, som Sletten fremviser i en stor Udstrækning; ligesom paa Oceanet kan man ogsaa her i de forskjelligste Retninger se fjærne Gjenstande langsomt dukke ned bag Synskredsen. Ingen vil heller betvivle, at han paa disse Sletter har en gammel Havbund for sig; men lige saa sikkert synes det os rigtignok, at man ikke kan indrømme, at denne gamle Havbund paa Tusender af Kvadratmil er hævet parallelt med sig selv. En slig Hævning er i højeste Grad usandsynlig; men var Havbunden engang jævnet ved en fortsat Bundfældning og Afsætning af udskyllede Bestanddele fra Fastlandet, maatte den ogsaa bevare sin vandrette Flade, naar Vandspejlet efterhaanden sank, og det faste Land lidt efter lidt kom til Syne. Vi antage derfor, at Vandspejlet i Diluvialtiden laa højere og senere sænkede sig betydelig.

3. Stranden. — Fjorde. — Klitter.

Kysten, hvor Hav og Fastland støde sammen, er den Skueplads, hvor Oceanet uophørlig brydes med Kontinenterne. Hvor Landet skraaner jævnt ud mod Havet, opkaster Havet Sand og Grus, og Vinden ophober Sandet i Klitter, der ofte følge Strandbredden i flere Højdedrag og hyppig falde brat ned mod Havet. Langs høje Klippekyster udvasker Brændingen de blødere Stenmasser og river dem bort, hvorved der undertiden fremkommer de besynderligste Former, ludende Klipper, Piller og Buer. Et Exempel herpaa have vi i Helgoland, hvis takkede Klipper med deres Søjler, Brinker og Huler bære Vidnesbyrd om de storslaaede Virkninger af Bølgernes ødelæggende Kraft. Hvad der her imidlertid først er

gaaet for sig i lange Tider, finder paa andre Kyster Sted i det korte Tidsrum af et Menneskeliv. Paa Halligerne bliver mangen Mand ældre end sin Fødeplet. Lønstrup Klint (Vennebjærg Herred i Vendsyssel), Klinten ved Klitmøllerne (Hillerslev Herred i Thyland) og Bovbjærg nedbrydes ligeledes stærkt. Den sidste Bakke er det højeste, omtrent 200 Fod høje Punkt paa Jyllands Vestkyst (en Mils Vej nord for Nissum Fjord); med Voldsomhed ruller Vesterhavet her sine Bølger ind paa Land, hvorved

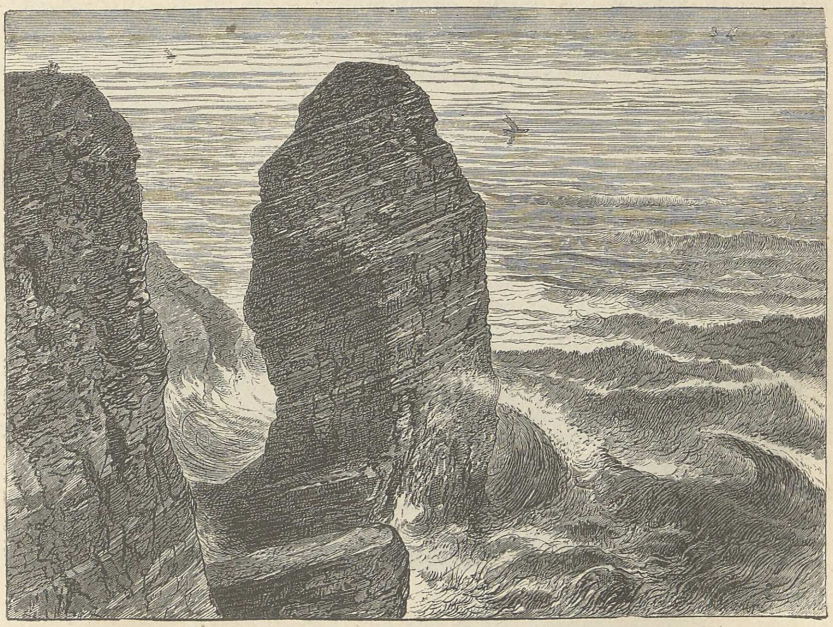


Fig. 119. Klippekyst ved Helgoland.

den stejle Klint ligesom udhules, og de øvre Lag styrte ned. En Træstøtte, som blev rejst til Minde om Frederik VI's Besøg 1830, er nu for længst forsvunden. Værst har dog Ødelæggelsen været ved Aggersogn, hvor der aarlig gaar 20 Fod bort af Kysten, hvor flere Landsbyer ere forsvundne og Kirken oftere er flyttet.

Tilsvarende Ødelæggelser forefalde ved Englands Kyst langs Vesterhavet. Ved Suffolk er Kysten i et Tidsrum af faa Aar vegen 50 Fod tilbage, og samtidig er Havets Dybde tiltagen i den Grad,

at Fregatter uden Fare sejle der, hvor man for et halvt Aarhundrede tilbage havde Marker. „Vil man“, siger Reclus, „danne sig en Forestilling om Bølgernes ødelæggende Magt, skal man en stormfuld Dag iagttage dem fra Kridtklipperne ved Dieppe eller Havre. Man ser ved sine Fødder Bølgehæren med sin hvide Skumkam rulle frem til Storm mod Klipperne. Paa én Gang drevne frem af Strømmen, Floden og Vinden styrte de ind over Klipperne og Stranden og slaa imod Foden af den stejle Væg; de mægtige

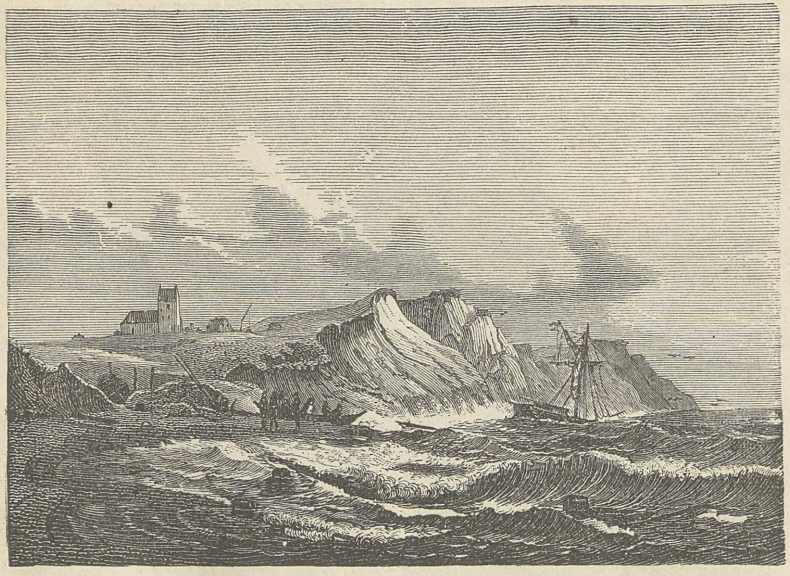


Fig. 120. Bovbjærg.

Klipper bæve lige til Toppen, og Bølgernes Torden giver uafladelig Gjenlyd i alle Huler. Med frygtelig Magt slynges Vandet ind i Klippespalterne, skyller alle Ler- og Kalkdele bort, løsner lidt efter lidt Blokkene eller de faste Lag, river dem pludselig ned, ruller dem omkring paa Stranden og slaar dem i Stumper, som det tordnende fører bort med sig. Idet man skuer ned i de skummende Hvirvler, som ombruse Stranden, ser man kun en Del af Ødelæggelsens Værk; men langt ud i Synskredsen ere Bølgerne smudsig farvede af de bortrevne Brudstykker“.

Norges sønderrevne, stejle Fjældkyst frembyder de mest storslaaede Exempler paa Bølgernes ødelæggende Kraft. Vi kunne her studere den ødelæggende Proces paa alle dens Stadier, fra de stejle, ludende Klippemasser, fra de mørke Mure og Vægge, hvor den vilde Brænding skaanselløst knuser hvert Skib, der kommer dem nær, fra Klippeportene til Øerne og de enlige Klipper, som i talløs Mængde følge den sønderrevne Kyst.

Den mest mærkværdige Dannelse langs den norske Kyst ere dog Fjordene, disse smalle Havarme, som trænge dybt ind i Landet og splitte sig i mangfoldige større og mindre Arme, saa mange Fjorde herved faa Lighed med et forgrenet Træ. Mærkelige ere fremdeles de paafaldende store Dybder, der i Regelen er betydelig større i den indre Del end ved Mundingen og paa de uden for liggende Banker. Inden for sin forholdsvis grunde Munding har Sognefjord t. Ex. en Dybde af 4000 Fod, og inderst (ved Kaupanger) endnu en Dybde af 3000 Fod. I mange af disse trange Fjældrevner falder kun sjælden en Solstraale; ved Lærdalsøre, inderst ved Sognefjord, er Solen som Følge af de himmelhøje, stejle Bredder aldeles borte i hele 27 Uger af Aaret, og mange Steder naa dens Straaler aldrig Dalbunden. Fra de ludende Klippevægge skuer Vandringsmanden gysende ned i det mørke Dyb, hvor Havet brummer og Vandfaldenes Brusen vækker Gjenlyd.

Fjorddannelsen er ingenlunde indskrænket til Norge alene; den gjenfindes paa Spitzbergen, ved de grønlandske Kyster, ved Amerikas Sydspids, kort sagt overalt, hvor man under høje Breddegrader træffer stejle Kyster med betydelig Nedbør. Vi maa antage, at Norges Fjorde ere Revner, som fremkom ved Landets Hævning, idet der opstod Tværspalter og dybe Bristninger ved Spændingen i de løftede Lag. Disse Revner skete nu ikke i en enkelt Retning, men paa flere hinanden krydsende Led i Overensstemmelse med Landets hele Bygning; herved falder Norge i Grupper af Stykker, som skilles ved Spalter, og paa disse beror Beliggenheden af Dale, Fjorde og Søer. Vi maa imidlertid forudsætte, at Hævningen ogsaa paa andre Kyststrækninger fremkaldte tilsvarende dybe Revner, der imidlertid kun ere fuldstændig bevarede under høje Breddegrader, og vi nødes derfor til at søge et bevarende Element i deres Beliggenhed nær ved Polerne. Et sligt konserverende Element have vi nu i Isbræerne. Naar vi antage, at Bræerne

engang have udfyldt Fjordene, kunde disse holde sig, idet Bræerne skyttede dem mod Tilstopning af Grus og Smaasten. I en tidligere Periode af Jordens Udvikling, under den flere Gange berørte Isperiode, maa virkelig uhyre Isbræer have dækket hele Norge, saa at dette Land laa begravet under et Isdække. Efter Bræernes

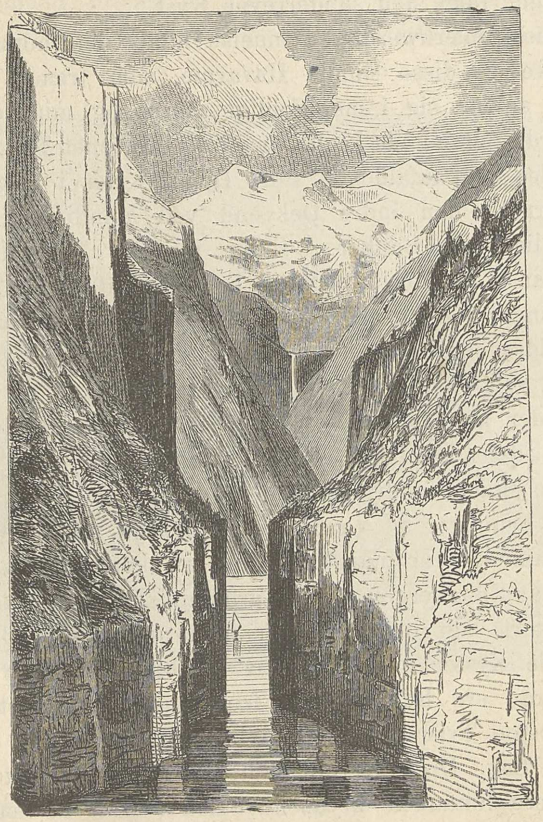


Fig. 121. Fjorden Gudvangen.

Bortsmeltning og Tilbagevigning fremtraadte derpaa Hævningsspalterne og Revnerne i deres hele oprindelige Storslaaethed. Den Dag i Dag finde vi Grønland dækket af en eneste uhyre Isbræ, og vi kunne med Sikkerhed forudsige, at naar engang i Fremtiden de nuværende Bræer skulle smelte bort, vil der ogsaa komme Fjorde

for Dagens Lys, medens de for Tiden ere dækkede af Ismasser. Vi se saaledes, at Bræerne ere det Element, som bevarede Spalterne og Dalene mod Ødelæggelse, men at de derimod ikke have frembragt dem. Efterat Bræerne vare forsvundne, tog Fjordenes Ødelæggelse deres Begyndelse; for oven angribes de af Luften, Regnen og Stormen, for neden undergraves de af Havet; Bjærgstrømmene og Vildbækkene føre Sand og Grus ud i Fjordene, og saaledes blive disse udfyldte og tabe efterhaanden deres dristige Omrids.

Havet søger overalt at udjævne Bredderne, at skabe afrundede Linjer i Stedet for skarpe Omrids; de Brudstykker, Bølgerne bortføre fra et Sted, afsætte de andensteds med jævnere Fald og Skraaninger. Denne Kysternes Om- og Tildannelse er overordentlig forskjellig paa de enkelte Steder, men i det Hele og Store gaar den ud paa at gjøre Landenes Omrids mere ligelig og regelmæssig. Hvis Havets Vandstand steg 5—600 Fod, vilde vi iagttage langt større Uregelmæssigheder i den nye Kystlinje, og navnlig vilde talrige Havarme skære sig langt ind i Kontinenterne. Saaledes maa Forholdet ogsaa have været i tidligere Perioder af Jordens Udvikling, men Flodernes Tilførsler og Havets uafbrudte Virksomhed have udfyldt de talrige Bugter og frembragt mer eller mindre lige og jævne Kystlinjer.

Medens Fastlandet saaledes paa sine Steder er udsat for Havets uafladelige Angreb, har det andensteds i Klitterne faaet et naturligt Værn mod Bølgernes Angreb. Klitterne bestaa af Sand, som Bølgerne kaste op paa Stranden, hvor det tørres af Solen og af Vinden føres ind over Landet. Ved de franske Kyster bestaa Klitterne af smaa, lyse, regelmæssig formede Sandskorn; pletvis forekomme ogsaa større Sten, og i Bretagne Muslingeskaller i saadan Mængde, at de finde Anvendelse i Agerbruget. Denne Dannelse af klitformige Dæmninger har langs den bizcayiske Bugt, særlig paa Strækningen mellem Adours og Girondes Mundinger, fremkaldt hine mærkelige Étangs eller Kystsøer, som i lange Rækker følge Kysten og udgjøre en Fremtoning, der er karakteristisk for „les grandes Landes“. Disse Strandsøer ere til Dels afskaarne fra Havet ved Sandklitter, og deres saltagtige Vande staa dels indbyrdes i Forbindelse med Smaakanaler, dels have de holdt sig et Afløb aabent til Søen, f. Ex. ved Aureilhans Étang. Ved disse Strandsøer kan man i det Smaa studere alle de Fremtoninger,

som i det Store og til forskjellige Tider finde Sted ved Oceanet: Dannelsen af mere eller mindre kalkholdig Klæg, af Tørv og Myremalm langs de side, sumpige Bredder, Afsætning af Kalktuf, Kiselsinter, ja selv af Gips og Salt. Vildt og øde er her imidlertid ved den stormfulde biscayiske Bugt. Sandmasserne danne hele Ørkener, strække sig i en betydelig Bredde hen langs Stranden, kun hist og her afbrudte af Moser og Heder, og true Aar for Aar mere og mere det indre Land; en gammel romersk Vej er nu helt begraven, og Sandmasserne true for Tiden igjen flere Landsbyer. Øjet søger her forgjæves Træer, Landeveje eller Landsbyer; kun af og til dukker en lidet civiliseret Indfødning op og skrider paa sine høje Stylter hen over de øde Strækninger. Enkelte tidligere Landsbyer ligge nu til Dags saa fuldstændig begravede i Flyvesandet, at kun Kirkespirene rage op som bedrøvelige Mærker i de øde Omgivelser.

Vesterhavets sydlige og østlige Kyst begrænses, som bekjendt, næsten overalt af Sandklitter. Vandrer man fra Maasflodens Mundinger mod Nord langs Kysten, vader man gjennem Sandflader, som til Venstre beskylles af Havets Bølger, medens der til Højre løber en Kjæde af Flyvesandsklitter parallelt med Stranden. Bag denne hæver sig i Omegnen af Haarlem endnu fire andre, som indbyrdes forbindes ved Tværrygge. Fra den saakaldte „blaa Trappe“ ved Haarlem ser man disse Flyvesandsklitter mod Nord, Vest og Syd, mod Øst brede sig derimod Hollands frugtbare Sletter med grønne Sædemarker og Egeskove, med Kanaler, Landsbyer og Stæder. Det hvide Sand blænder i Solskinnet, Skrænterne ud mod Havet ligge nøgne og ubeplantede; kun paa den indre Side fremtræder en graagrøn Vegetation, Sandpil, Sandhavre og Klittag. I Dalene mellem Klitterne ser man pletvis Moser og Kjær, omgivne af Pile og Moseplanter, hist og her ogsaa af Egepurrer.

Ogsaa hele Danmarks Vestkyst indfattes af et, eller rettere to Klitsystemer, hvoraf det inderste (østlige) betegner Havbredden i en tidligere, forhistorisk Tid, det yderste derimod den nuværende Strandbred*). Den yderste Klitrække begynder i det sønderjyske

*) Jfr. J. G. Forchhammer. Almenfattelige Afhandlinger og Foredrag. Kbhv. 1869. S. 178 og flg.

Landskab Eiderstedt, strækker sig derpaa, afbrudt ved de mellemliggende Sunde, over Øerne Amrom, Sylt, Romø, Manø og Fanø og naar Fastlandet igjen i Nærheden af Hjerting, hvor fra den løber uafbrudt til Nordspidsen af Jylland, „Grenen“ ved Skagen.

Bliver man i Frastand denne Klitrække vár i Synskredsen, tror man at se en Bjærgkjæde for sig, og de skarpe, takkede Former minde langt snarere om Porfyrbjærge end om en bevægelig Sanddannelse, som Vinden har opbygget. Imod Havet ere disse Højdestrøg hyppig lodret afskaarne, imod Land hælde de under en Vinkel af 30°; de danne aldrig fortløbende Kjæder af samme Højde, men bestandig hæve sig større Højder ved Siden af hinanden, adskilte ved Dale af større eller ringere Dybde. Kommer man ind i det Indre af Klitstrøgene, iagttager man en dobbelt Daldannelse, nemlig Længdedale, som løbe i Flugt med Kysten, og Tværdale, som dele Klitrækkerne i enkelte Høje. Ubeskrivelig øde er en saadan Klitegns Udseende; overalt er man omgiven af Sand, som den ringeste Vind sætter i Bevægelse, og sjælden ser man et levende Væsen i denne Udørken; paa det øverste af Klitten fortærer hist og her Østersæderen sit Bytte; en Hare, paa enkelte Steder en Kanin, ere de eneste Dyr, man ser, og Bølgernes langsomme regelmæssige Slag er den eneste Lyd, der naar Øret. Man kan gaa hele Mile ind i Klitterne, uden at Scenen forandrer sig det ringeste, og uden at man ser andre Planter end Marehalm og i de vandrige Klitdale nogle Halvgræsarter. Stiger man op paa Klitrækkerne forandres Skuepladsen, og for Øjet udbreder Havet sig med sine Bølger, der strømme mod Kysten som hvide Brændinger; men ogsaa Havet er kun lidet oplivende; thi Skibene sky denne „Jærnkyst“, som paa sin hele Længdestrækning ikke har en eneste Havn, Esbjærg undtagen, hvor de kunne søge Ly mod Storm og Uvejr.

Der svæver ofte en isnende Taage, „æ Havgus“, over Klitterne, og Vejret er i det Hele meget ustadigt. Som Solen skinner allerklarest, taarne ofte mørke Skyer sig sammen i det fjærne Vesten; i hurtig Flugt flyve de ind ad Landet til, medens de af og til skygge for Solens Straaler. Med hæse Skrig komme Stormbebuderne, de store Havmaager, „æ Bjærgmand hans Høns“, som Klitboerne kalde dem, flyvende ind over Land. Havet rejser sig, Bølge jager Bølge, og ude paa Revlerne begynder det at syde og

skumme. Saa varer det ikke længe, inden selve Stormen kommer brølende med en klam og fugtig Taage rullende foran sig. Ve da den Sejler, der er kommen denne troløse Kyst for nær, især i Ebbetiden; thi den kommer sjælden hel og holden derfra. Næppe er man nu i Stand til at holde sig oprejst paa Klitten, med mindre den ligger ganske tæt ved Havbredden og er lodret afskaaren mod Havet; da føler man nemlig enten slet ikke Vinden, eller kun ganske lidet, da Vinden ved at støde mod den lodrette Væg, frem-

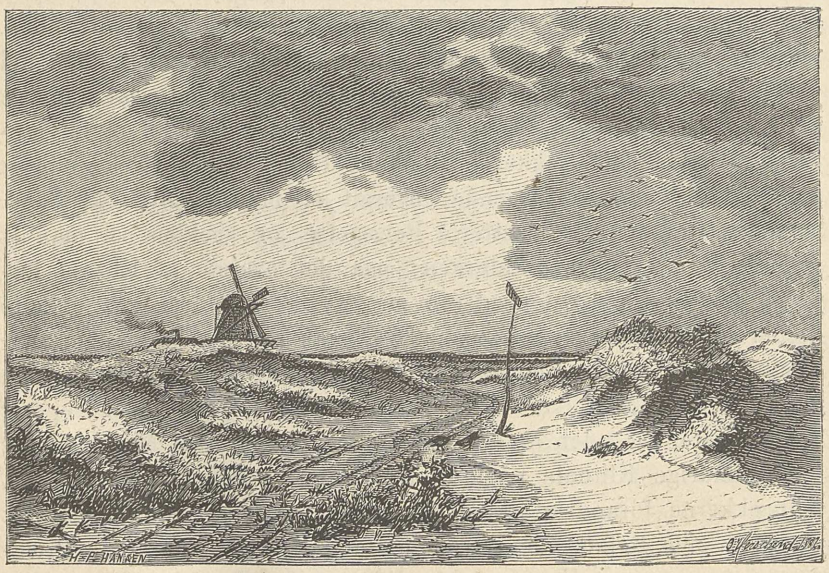


Fig. 122. Mellem Klitterne.

bringer en lodret opadgaaende Luftstrøm, som fortsættes noget over Klittens Højde og saaledes beskytter Iagttageren mod Stormen ligesom ved en Luftmur. Stormen sætter Sandet i Klitten i Bevægelse, og man formaar næppe i længere Tid at udholde den Smerte, som det mod Ansigt og Hænder piskede Sand foraarsager. Til alle Sider er man omgiven af vældige Sandskyer, og Havet danner nu langs med hele Kysten, saa langt Øjet naar, en Række af Vandfald, hvor Bølgerne, idet de brydes mod de to eller tre Revler, som løbe langs med den jyske Kyst, styrte for over i en

Højde af 15—16 Fod og opløse sig i Skum, et Skuespil, der er saa ophøjet, at næppe noget Vandfald i Verden kan stilles ved Siden heraf. Snehvide Skumbolde drive, ligesom Skarer af Maager, over Klitterne langt ind i Landet, og Iagttageren føler snart Ansigt, Hænder og Klæder overtrukne af Salt. Det er vanskeligt at gjøre sig forstaaelig under Larmen af de frembrusende Bølger. Førend Stormen bryder løs, medens Luften endnu er rolig, hører man Bølgeslaget i en Afstand af 4 Mil fra Kysten; thi Bevægelsen forplanter sig hurtigere i Havet end i Luften, og derfor véd man i Regelen Timer forud, at en Storm vil komme.

De jyske Klitters Højde er meget forskjellig; paa enkelte Steder, fra List paa Øen Sylt og indtil Nymindegab, naa de op til 80 Fod eller mere; men nord for Ringkjøbing Fjords Munding aftager Klitternes Højde meget, og ved Skagen beløber den sig næppe til 30 Fod. Klittens Højde beror paa Vindens Styrke og paa Størrelsen af de Sandskorn, Vinden sætter i Bevægelse, og da Stoffet, hvoraf Klitterne dannes, i det Hele taget er af samme Beskaffenhed paa denne Kyst, bliver Klitternes Højde her en Maalestok for Vindens Styrke. Vi ere saare tilbøjelige til at antage, at Stormenes Voldsomhed voxer mod Nord; de stærkeste og hyppigste Storme komme imidlertid hos os fra Nordvest, og netop der, hvor Klitternes Højde begynder at aftage, springer Sydsiden af Norge frem som et Værn mod denne Vindretning, og saaledes finder Klitternes aftagende Højde mod Nord sin naturlige Forklaring.

Vi have hidtil kun omtalt de jyske Klitrækker langs Vesterhavet; men der findes ogsaa Klitter paa Vendsyssels Østkyst mellem Skagen og Frederikshavn, paa Anholt og Læsø, paa Lollands og Bornholms Sydkyst og enkelte andre Steder. Ogsaa Norges Kyst, med hvis mægtige Fjorddannelser vi nylig have stiftet Bekjendtskab, kan opvise enkelte Flyvesandsstrækninger; de findes paa Jæderen, den flade, omtrent 9 Mil lange Sydvestkyst, som strækker sig fra Stavanger syd over indtil en Milsvej nord for Ekersund, og som begrænses af Havet paa den ene Side og de 2—3 Mil inden for dette liggende Bjærglandskaber. Jæderen minder i øvrigt ogsaa ved sine store, flade Strækninger, vexlende med bølgeformige Højdedrag, og sine Lyngheder meget om Jylland.

Klitdannelsen foregaar, som alt oven for berørt, ved at Bølgen skyller Sandet ind paa Land, hvor den stærke Paalandsvind tørrer

og river det med sig op ad den jævnt skraanende Strandbred, indtil det falder i Læ indad Landet til. Der opstaar saaledes en Klit, som efterhaanden flytter sig i Retning af Vinden ind i Landet, og en ny dannes uden for den. Foruden denne vandrende Klit kan der dannes en ubevægelig Klit i Læ af enhver fremragende Gjenstand, f. Ex. et Vragstykke eller et Gærde. Er først Klitdannelsen begyndt paa en af disse eller paa begge Maader, fortsættes den mere uregelmæssig; Sandet hobes efterhaanden op til en vild, malerisk Kjæde med toppede Høje, kjedelformige Fordybninger eller lange, mellemliggende Dale. Med Klitten tumler sig nu hver ny Storm; Højvandet bryder ned paa dens Havside, og stærke Regnskyl udfure dens Landside.

Sandets Bevægelighed, Overfladens Tørhed, Manglen paa nærende Stoffer og den skarpe Havgus gjør Klitten lidet skikket til Voxested for Planter. Dog har Naturen anvist visse Planter Klitten til Hjem, og disse have da ogsaa faaet stor Betydning som Dæmpere af Flyvesandet. Til dem hører fremfor alt Klittag eller Hjælme; men ogsaa Marehalm, Sandstar, Klitrose, Tidse, Mandstro og krybende Pil bidrage til at berolige den uregerlige Klit, idet de samle Sandet om sig. Naar denne Planteveext har faaet nogen Magt over Sandet, begynder efterhaanden Lavarter (Rensdyrlav og islandsk Lav) at indfinde sig, smaa Puder af Stifmodersblomst, Timian og Kællingetand vise sig, og Hjælmen forsvinder. Endnu senere optræder Lyngen tillige med andre Hedeplanter.

Flyvesandet anretter imidlertid alt for store Ødelæggelser, til at man har ladet sig nøje med denne naturlige Dæmpning, som tilmed hvert Øjeblik kan forstyrres. Man beplanter derfor Strandklitten. Paa Jyllands barske Vestkyst er Hjælmen den eneste Plante, som har givet sikre Resultater, og Sandflugten er derfor ogsaa dæmpet overalt, hvor den kunde anrette nogen Skade. Træplantning er derimod kun lykkedes i den gamle hvilende Klit. Foruden det store Anlæg ved Tidsvilde i Nordsjælland er der flere Plantager paa Jyllands Vestkyst, t. Ex. ved Tversted i Vendsyssel, hvor Bjærgfyr, østerrigsk Fyr og Hvidgran trives godt. For at bringe Sandet i Ro belægges det med Lyng, som fæstnes ved, at der hist og her paalægges Sand, hvorpaa Udplantningen foretages. Denne Dæmpningsmaade har vist sig mere holdbar imod Storm og Uvejr end den almindelige Fremgangsmaade ved Sandflugtens Dæmpning,

som bestaar i at plante Klittag, og den anvendes derfor overalt, hvor Sandflugten trænger til at dæmpes, for at plante Skovtræer.

Klitterne have især i tidligere Tider anrettet betydelige Ødelæggelser; men idet de saaledes skaanselløst begravede Alt, hvad de mødte paa deres Vej, maa vi dog heller ikke lade uomtalt, at de under andre Omstændigheder ogsaa have bidraget til at omdanne øde Egne til frugtbart Land. Hvor Flyvesandet trænger ud i Moser og Sumpe, bliver dets opløselige Bestanddele gjennemtrængte og omdannede af forskjellige Tørvesyrer og saaledes satte i Stand til at nære en rigere Plantevæxt. Selv større Ferskvandssøer ere saaledes først af Sandet omdannede til Moser og senere forvandlede til Engstrækninger. Naar vi saaledes t. Ex. beundre Hollands rige Enge, som ere gjennemdragne af talrige Vandingskanaler og vrimle af velnærede Hjorde, naar vi gjennemvandre de frodige Marker, de smukke Landsbyer og prægtige Stæder med deres venlige Haver samt de højstammede Ege- og Bøgeskove, beundre vi gjærne Beboernes storartede Flid; men i Regelen glemme vi, at hele dette for Tiden saa vel dyrkede og frugtbare Land har det ellers saa ødelæggende Flyvesand skabt af kvalmfulde Sumpe og Moser.

4. Øer.

Et Blik paa Kortet viser os strax, paa hvor ulige Vis Øerne ere fordelte over Oceanets Flader. Verdenshave, som det atlantiske og indiske Ocean, ere i deres centrale Dele i paafaldende Grad fattige paa Øer af nogenlunde større Udstrækning; disse findes nærmest kun i Nabolaget af Fastlandsmasserne; de ligge her næsten som Stumper af Kontinenterne langs den sønderrevne Kyst eller som Levninger af tidligere Forbindelser mellem større Fastlande. Saaledes ere Antillerne paa en vis Maade Bropiller mellem Halvøen Florida og Kysten ved Cumana (i Venezuela); de ostindiske Øer danne en Overgang fra Asien til Avstralien, ligesom de ægæiske Øer efter en langt mindre Maalestok tilvejebringe en Forbindelse mellem Lilleasien og den græske Halvø. Ganske anderledes fremtræder det store Oceans øde, umaadelige Havflade; paa et Par enkelte Undtagelser nær kan man næsten sige, at der blot er

drysset lidt Støv af Øer over dens Flade, og dette Fnug er spredt over den centrale Del af det stille Hav, som saaledes danner en betydningsfuld Modsætning til det atlantiske og indiske Ocean. Jordens samtlige Øer kan man saaledes efter deres Beliggenhed først og fremmest dele i tvende store Grupper, Kystøer og oceaniske Øer.

Betragte vi nu Kystøerne lidt nærmere, finde vi, at de i mange Tilfælde ikkun ere Dele af det nærliggende Fastland. Vi have oven for fremhævet, at de britiske Øer i en tidligere, ingenlunde fjærn Periode af Jordens Udviklingshistorie dannede det nordvestlige Fremspring af det evropæiske Fastland. En Bekræftelse herpaa finde vi i visse Ligheder mellem Sydenglands og Nordfrankrigs Plante- og Dyreverden, ligesom ogsaa Nordskotlands Flora og Fauna udvise en Lighed med Skandinaviens. Oceanets Rige begynder først hensides den undersøiske Højslette, hvorpaa de britiske Øer hæve sig*). Ligeledes har en stor Del af de ostindiske Øer tidligere dannet en Del af Asiens Fastland; men en Forbindelse med Avstralien har her ikke existeret, tvært imod strækker der sig en dyb Kløft hen mellem Øerne Bali og Lombok, Borneo og Celebes, og denne Sænkning betegner højst sandsynlig den gamle Grænse mellem de tvende Verdensdele; thi nordvest for samme ere asiatiske, sydøstlig derimod avstralske Dyre- og Planteformer fremherskende.

Efter den engelske Naturforsker Alfred Wallace maa det sandsynligvis have været langt tilbage i Sekundærperioden, at der existerede en faktisk Forbindelse mellem det nordlige Kontinent og en Del af den avstralske Verden, som herved forsynedes med de oprindelige Former af Pungdyrene; men siden hin Tid synes der ikke mere at have existeret nogen yderligere Landforbindelse, og de avstralske Egne have senere udviklet Pungdyrenes og Næbdyrenes Typer til de forskjellige levende og uddøde Racer, vi nu til Dags træffe dér. Under en Del af Tertiærperioden stod Avstralien sandsynligvis paa en Strækning af sit nuværende Areal i Forbindelse med de nordlige Grupper af de nærmere Øer og med Salomonsøerne, ja strakte sig maaske mod Øst lige til Fijiøerne, medens Verdensdelen formodentlig samtidig havde en betydeligere Udstrækning mod Syd og Vest.

---

*) Jvfr. oven for Side 191—92.

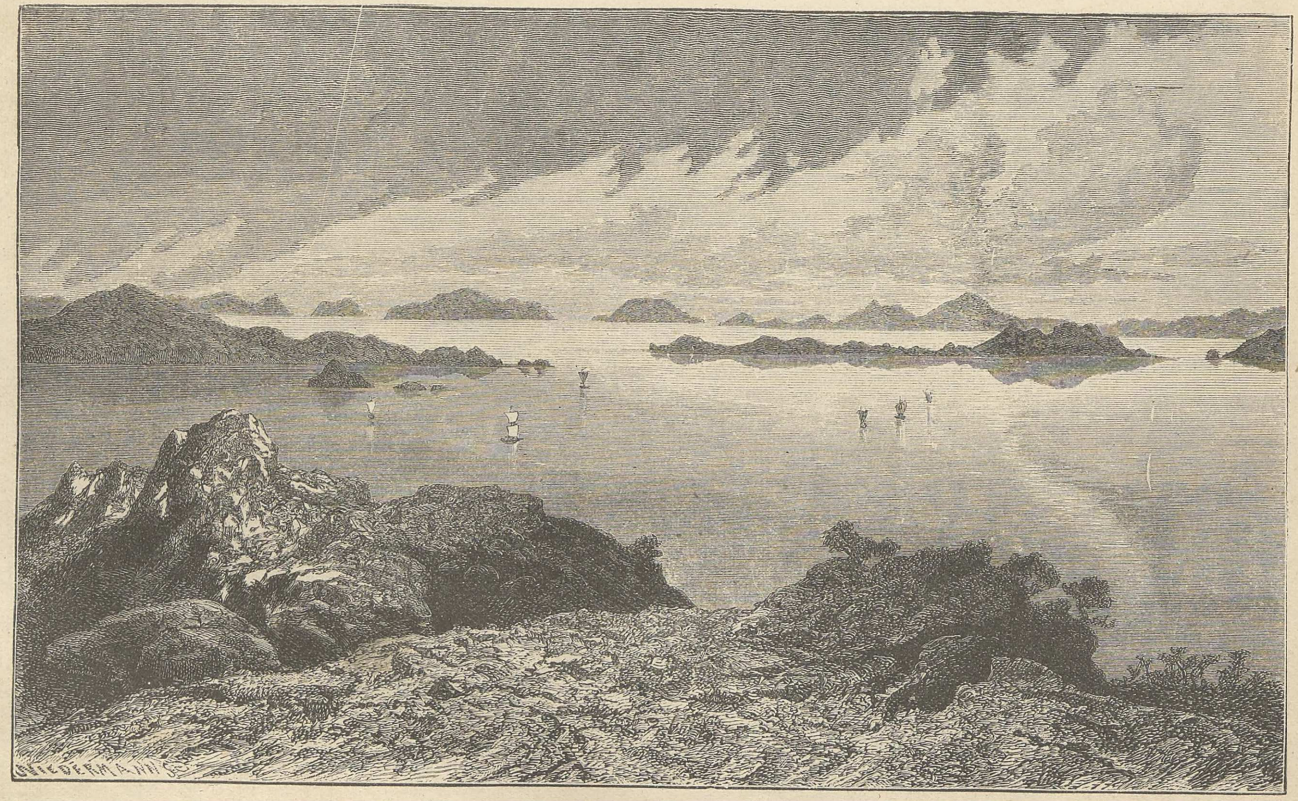


Fig. 123. Marianerne eller Ladronerne.

Fra ældgamle Tider har der altsaa her fundet en uafbrudt Landmindskelse Sted. Og allerede de vifteformige Øer Celebes og Gilolo (Dsjlolo) synes ved deres Omrids at antyde dette. Hvor ringe Vægt vi nu end lægge paa rent kartografiske Ligheder, og hvor meget vi end maa advare mod deslige ensidige Spekulationer, tro vi dog at maatte give Peschel Ret, naar han i Celebes ser ligesom et udmagret Borneo, der alt længst vilde være forsvundet, hvis ikke dets Bjærge som et Benskelet tillode os at drage Landets tidligere Omrids, ligesom den samme Proces allerede er længere fremadskreden ved Gilolo. „For den Opfattelse, at vi i hine Øer have Levninger af sunkne Landmasser for os, taler ogsaa hine Strækningers Historie, for saa vidt man kan udgranske den af Plante- og Dyrelevninger. Celebes ligger midt i den indisk-avstralske Øverdens Skjød og er ved Smaaøer og Koralrev paa mangfoldig Maade forbunden med samme; man kunde saaledes med rette vente, at der fra alle Sider var indvandret Dyre- og Plantearter, og at vi her vilde finde et Billede af Sydøstasiens hele organiske Verden. I Stedet derfor staar Øen fuldkommen selvstændig og ensom, frembyder kun faa Tilnærmelser til Avstralien, endnu færre til Asien". Paa lignende Maade have Molukkerne efter Wallaces Undersøgelser ingen Sinde haft nogen Forbindelse hverken med Asien eller Ny-Guinea, men have altid dannet en særlig Gruppe, som blev hævet i en meget fjærn Tid og lejlighedsvis fik Indvandrere fra Ny-Guinea.

Det fremgaar af Ovenstaaende klart, at man ingenlunde fra Beliggenheden alene kan fælde en sikker Dom om en Øs tidligere Sammenhæng med et nærliggende Fastland; med andre Ord, man maa ikke dømme efter Kortet alene, men Geologien, Zoologien og Botaniken maatte i dette Tilfælde komme Geografien til Hjælp. Heller ikke en undersøisk Højslette, en undersøisk Forbindelse mellem Øerne og et nærliggende Kontinent er et sikkert Bevis for en tidligere Forbindelse. Med Hensyn til den herlige Tvillingø New-Zealand har saaledes Hochstetters Undersøgelser gjort det meget sandsynligt, at den ikke udgjør en Del af Avstralien, men danner Resterne af et tidligere Kontinent, som er forsvundet under Havspejlet.

Med Peschel kan man dele Fastlands- eller Kontinentaløerne i tre Grupper:

1. Nylig adskilte Øer med samme Plante- og Dyreverden som det nærliggende Fastland, ikke udmærkede ved nogen udelukkende Besiddelse af ejendommelige organiske Former, men med uddøende Former. Som Exempler: de britiske Øer, Japan og Tasmania.

2. Øer, der skiltes i en geologisk Fortid, gamle Fastlandsøer. Deres Dyre- og Planteverden viser allerede Forskjel fra Fastlandet, og hvis Adskillelsen ligger langt tilbage i Tiden, kan der allerede have udviklet sig typiske Forskjelligheder. Som Exempler: Antillerne, Ny-Guinea, formodentlig ogsaa Madagaskar og Ceylon (se oven for Side 58 og 96).

3. Forsvindende Verdensøer med en Rigdom paa ejendommelige Arter med gammeldags Præg. Exempler: Avstralien i Sammenligning med Sydasien, formodentlig ogsaa New-Zealand.

De oceaniske Øer staa ikke i nogen umiddelbar Forbindelse med Kontinenterne. De optræde mest i Øflokke eller Archipelager, kun sjælden findes de enkeltvis. Undertiden optræde de i lange Rækker, ordnede i Bueform, hvorved Buens Hvælving hyppig er vendt mod Oceanet. Peschel skjelner ogsaa her mellem tre Grupper, nemlig:

1. Nye Øer, opbyggede af Koraller, lave, fattige paa Plante- og Dyrearter, særlig af Patte- og Krybdyr; de udmærke sig ikke ved udelukkende Besiddelse af ejendommelige Dyr eller Planter. Exempler: Ringøerne i det store og det indiske Ocean, skarpest repræsenterede af Keelingsøerne.

2. Nye Øer af vulkansk Oprindelse; som højere Øer rigere paa Arter end de lave Ringøer, men uden ejendommelige Arter. Exempler: Den nordlige Gruppe af Marianerne, St. Paul og Ny-Amsterdam.

3. Gamle Øvulkaner, sammenlignelsesvis mere rige end de foregaaende paa egne Planter og Dyr, Tilflugtssteder for uddøde Fastlandsarter. Exempler: Madeira, Ascension, St. Helena, Bourbon, Mauritius, Galapagosøerne o. s. v. Den anden og tredje Gruppe kan man betegne som høje Oceanøer, den første omfatter de lave Øer.

De høje Oceanøer ere udelukkende af vulkansk Oprindelse. De hæve sig i Regelen stejlt fra store Havdybder, have næsten aldrig noget betydeligt Omfang og indeslutte ikke sjælden et indre Søbækken, som staar i Forbindelse med Havet ved en mer eller

mindre bred Kanal. Et Exempel paa denne Klasse Øer frembyder St. Paul i det indiske Ocean. Som et uhyre Krater, hvis Vægge mod Øst ere søndrede og give de larmende Bølger Adgang til det indre af Volden, stige disse Klipper næsten lodrette op af de stormfulde Bølger og ere lidet tilnærmelige. Uhyggelig og koldt fremtræder Øen for Sømandens Blikke; hverken Træ eller Busk hæver sig hist, og kun undertiden gjennemtrænges Brændingens Larm af Sælens klagende Hyl eller den mankede Søløves Brøl, naar den fra Bølgerne klavrer op paa Stranden. Fra Kraterets

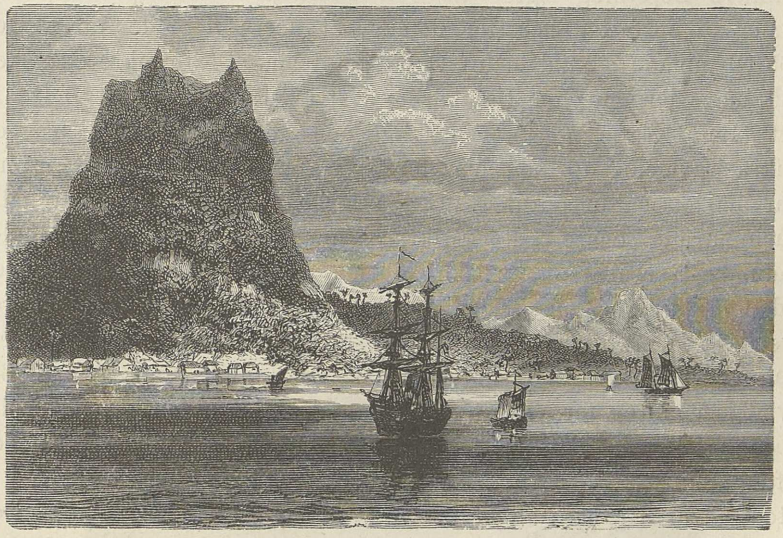


Fig. 124. Øen Bolabola (Selskabsøerne).

Vægge stige Dampskyer til Vejrs, hede Kilder omgive dets indre Fod langs Bassinet og Revlen, som er gjennembrudt af de mægtige Bølger og saaledes frembyder en sid Indgang til det indre Bækken. Denne Indgang bestod endnu ikke 1696, da Vlaming opdagede Øen; sandsynligvis opstod den først 1793. Øens Planteverden er meget fattig, kun Græs- og Mosarter forefindes, og selv den kunstige Indførsel af Skov- og Frugttræer slog fejl. Den paa Sydvestkysten mørke og fuldstændig vegetationsløse Askekegle minder truende

om de underjordiske Kræfter; lige saa trøstesløs som Planteverdenen er ogsaa Øens Fauna; kun enkelte firføddede Dyr forefindes, og selv disse, som Svin og Geder, ere indførte andensteds fra.

Undertiden ere de vulkanske Øers Ringvolde sønderbrudte paa flere Steder; et godt Exempel herpaa have vi i Santorin i det ægæiske Hav, hvorvel Øen just ikke hører til de oceanske Øer. Denne nu til Dags sønderrevne Ø er sikkert kun Ringvolden af et mægtigt Krater, der er styrtet sammen paa flere Steder enten ved Havets Bølgeslag eller ved Jordskjælv. Disse Sammenstyrtninger tilhøre en forhistorisk Tid, i det mindste tyder Intet paa, at Plinius's Beretning sigter til Øen Therasia eller Aspronisi; den romerske Forfatter beretter nemlig, at der i det 4de Aar af den 135 Olympiade opstod en ny Ø ved Santorin. Desto sikrere Besked véd man derimod om Dannelsen af tre Klippeøer i det Indre af det gamle Krater. Af de her liggende tre Øer, Palæa-, Nea- og Mikra-Kaymeni opstod den første i Følge Plutarchs Beretning Aar 560 efter Roms Anlæg (ɔ: 194 før Kr. F.); sytten og et halvt Aarhundrede senere opstod Mikra-Kaymeni, og indtil 1650 forefaldt endnu vedvarende undersøiske Udbrud, men det kom ikke til nogen Ødannelse. Den 18de og 22de Maj 1707 sporede man en let Jordrystelse paa Santorin, og den næste Morgen opdagedes mellem Palæa- og Mikra-Kaymeni en mørk Gjenstand, som man i Begyndelsen antog for Vraget af et strandet Skib; men Matroser, der begave sig hen til Stedet, bragte den forbavsede Befolkning den Efterretning, at der var steget en Klippe op af Bølgerne paa et Sted, hvor Havet tidligere havde en Dybde af 500 Fod. Øen steg øjensynlig højere, og man fandt endnu Østers hængende paa Klipperne. Den 13de Juni beløb dens Højde over Havspejlet sig omtrent til 25 Fod, med et Omfang af mere end 3000 Fod. To Dage senere var Vandet i Øens Omgivelser meget varmt, hvad man ikke tidligere havde lagt Mærke til; den følgende Dag steg endnu en hel Række sorte Klipper op af Havet, deres Højde voxede den 17de, og den 18de hørte man den første underjordiske Torden. En Dag senere dannede Klipperne et sammenhængende Hele, og et Krater udslyngede Aske og glødende Sten. Øernes Omfang voxede uafbrudt, og sluttelig havde de et Omfang af næsten $1^1/_4$ Mil.

Med Undtagelse af et Udbrud 1768 hvilede de underjordiske Magter ved Santorin omtrent et Aarhundrede; men 1866 stege

atter Klipper i Vejret. Til disse Fremtoninger skulle vi dog neden for komme tilbage.

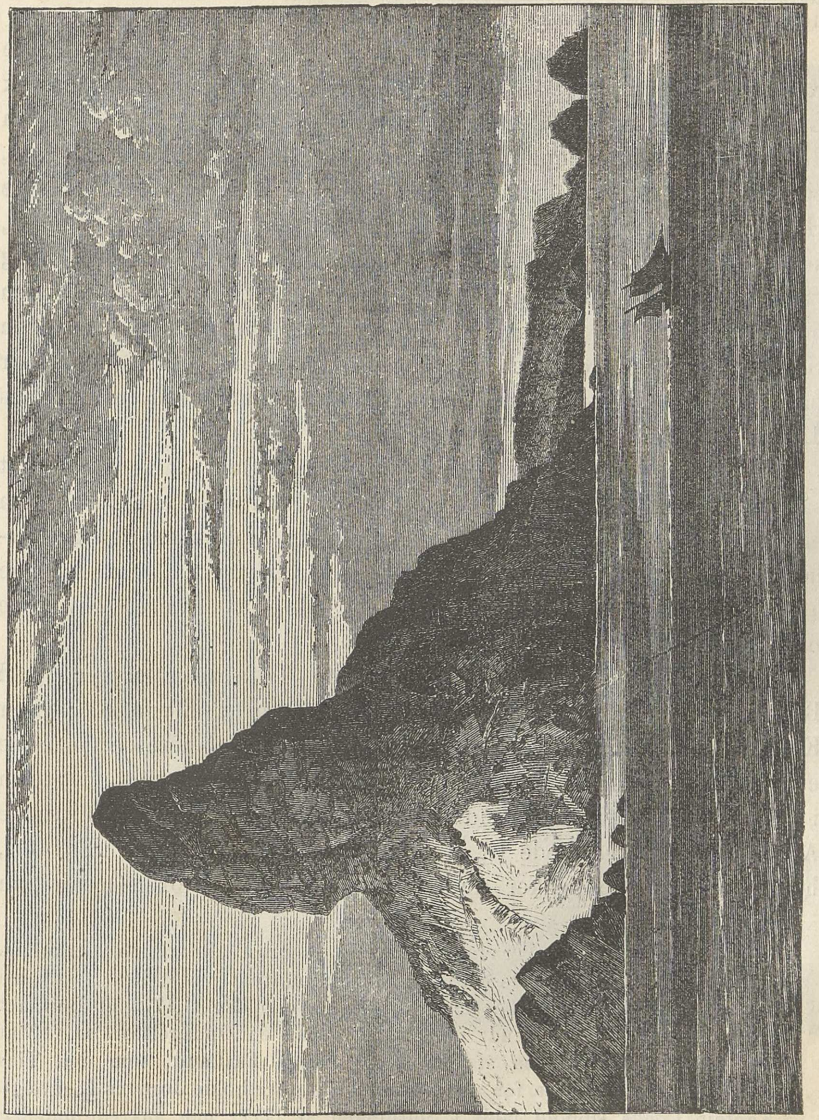


Fig. 125. Fernando Noronha.

Medens vi her altsaa have Øer, hvor den vulkanske Virksomhed endnu ikke er udslukt, have vi i Fernando Noronha en

gammel vulkansk Ø. Med sine talrige naaleformige Fjælde med deres sukkertoplignende Tinder og ludende Klipper gjør den vand- og plantefattige Ø*) et øde og vildt Indtryk, som den ligger her udsat for Atlanterhavets aldrig hvilende Dønninger.

Ogsaa Kerguelens Land**) med dets sønderrevne, takkede Kyster er en gammel vulkansk Ø. Dens Fattigdom paa organisk Liv er usædvanlig. Dette var allerede Cook paafaldende, som derfor skriver om denne Ø: „Der findes maaske ikke nogen Plet, som hidtil er bleven opdagen under samme Breddegrad paa begge Halvkugler, der yder Naturforskeren en saa mager Arbejdsmark, som dette ufrugtbare Sted". Den berømte Opdager havde dristig kunnet lægge 10 Breddegrader til for den sydlige og 20 for den nordlige Halvkugle for at naa en Grænse, hvor der existerer en tilsvarende Fattigdom paa Dyr og Planter; selv Spitzbergen har næsten tre Gange saa mange blomstrende Planter som Kerguelens Land.

Man kunde heraf aflede et Bevis for, at Øen aldrig har været sammenhængende med Fastlandet; men Planteværtens Fattigdom er dog sikkerlig for største Delen betinget af klimatologiske Forhold; thi et stort Antal forstenede Træer beviser, at mange Dele af Kerguelens Land i en tidligere Periode have været bevoxede med Skov.

De lave Oceanøer ere i de fleste Tilfælde opstaaede ved Bygning af Koraldyr; man kalder dem derfor Koraløer eller Koralrev***). For Geografien ere de af størst Interesse; men de ere en Rædsel for Sømanden, naar han bliver greben af en Storm i deres Nærhed. Til alt Held ere Korallerne, disse Havets flittigste Arbejdere, indskrænkede til et Bælte paa begge Sider af Æqvator, hvor Vandet ikke synker under 20° C. I det store Ocean naa

*) Øen ligger 70 Mil fra Pernambuco og er en brasiliansk Forbryderkoloni.

**) Kerguelens Land eller Desolation Ø ligger omtrent under 49° s. B. i den sydlige Del af det indiske Ocean. Øen blev opdaget 1772 af Løjtnant Kerguelen, der var udsendt fra Frankrig paa en Opdagelsesrejse for at bestemme Beliggenheden af det store sydlige Fastland, som den Tids Videnskabsmænd ansaa for nødvendigt for at opretholde Jordens Ligevægt. Kaptejn Cooks Ophold faldt i Slutningen af 1777; han ankrede Juledag dette Aar i den af ham opkaldte Havn Christmas Harbour (Julehavn).

***) Jfr. med det Efterstaaende tvende Afhandlinger af Toula og Murray i „Tidsskrift for Naturvidenskaberne". 1881. 241—87.

Koralrevene kun paa faa Steder ud over den 28° n. Br., i det røde Hav dog til den 30te Grad; men syd for Æqvator strække de sig kun lidt ud over det tropiske Bælte, hvilket til Dels kan forklares



Fig. 126. Kerguelens Land (Christmas Harbour).

af Havvandets i Regelen meget lavere Varme paa den sydlige Halvkugle. Meget paafaldende er det dernæst, at Koralrevene savnes i vide Strækninger af de tropiske Have; saaledes findes der

i hele den tropiske Del af Atlanterhavet, foruden ved Bermudasøerne (32° n. Br.) og Revene i Vestindien, ingen Koralbygninger; ligeledes mangle de ved mange Øer i det stille Ocean. For en stor Del lader denne Kjendsgjerning sig forklare af kolde Havstrømninger; dette gjælder t. Ex. for Vestkysten af Sydamerika og Galapagosøerne. Heller ikke store Havdybder ere gunstige for deres Trivsel; de gaa i det Højeste til en Dybde af 100—120 Fod.

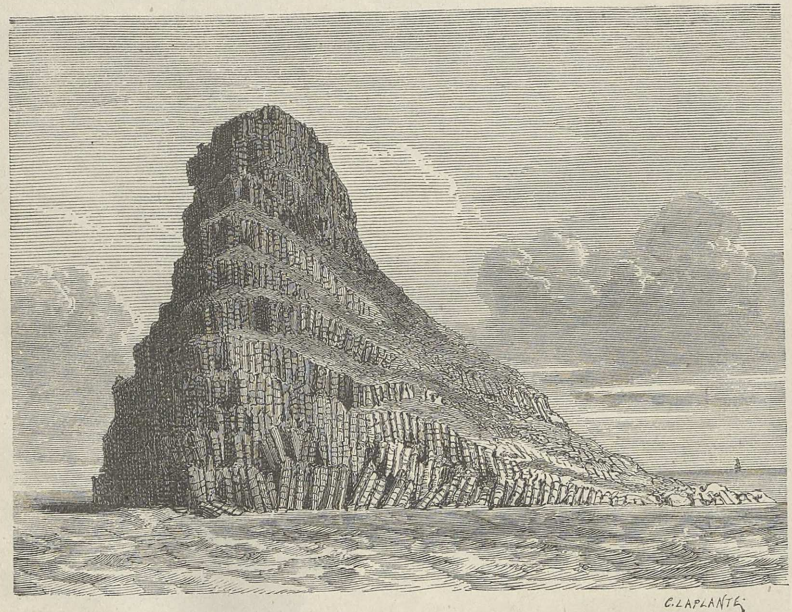


Fig. 127. Basaltø, opstaaet ved et vulkansk Udbrud. (Sicilien).

Man maa imidlertid vel erindre, at disse Angivelser kun angaa de revdannede Koraller.

Koraløerne skyldes først og fremmest Stjærnekorallerne, især Slægten Porites, der bygge i store Kolonier, som fremgaa ved Knopskydning af Enkeltvæsner, altsaa en lignende Mangfoldiggjørelse som den, der forvandler Kimstænglen til et Træ. Knopdannelsen foregaar hyppig kun i Endegrenene, og medens de nydannede Bægere voxe og udvikles, dø de nederste lige saa hurtig bort, saa der kun er Liv i en bestemt Region af en saadan Stok;

men alt det Øvrige udgjør en haard og livløs Stenmasse, som ikke sjælden forandres saaledes, at man ofte kun med nogen Vanskelighed kan paavise Spor af organisk Bygning. Saaledes vil man kunne finde de enkelte Smaabægere af Slægten Porites forbundne indbyrdes eller ligesom nedsænkede i en porøs Koralmasse, som danner knoldede, kugleformige eller gaffelgrenede Koralstokke med et Tværmaal af 10—15 Fod. Skjønt Stokkene have en saadan Størrelse, er kun et Lag paa nogle Linjer at betragte som levende, hele det Indre er fuldstændig uddød. Knopskydningen kan imidlertid antage noget andre Former, og dette er Hovedaarsagen til de mange forskjellige Former, som de revbyggende Stjærnekoraller iklæde sig. Paa den døde Koralstok er det ofte umuligt at angive de omtalte Polypers Antal og Grænser, i den Grad ere de ofte smeltede sammen.

Koralrevene dannes imidlertid ikke af Koraller alene; ogsaa andre Dyr kunne under visse Omstændigheder have en endog meget vigtig Del i deres Opførelse; fremfor alt gjælder dette om Ildkorallerne eller Milleporerne, der vel staa i den samme store Hovedafdeling af Dyreriget som Korallerne, men høre til en anden Klasse. Endelig maa anføres Nulliporerne, der ere Alger, altsaa Planter, som afsondre Kalk. De danne dels som Lavarterne tynde Overtræk, dels Stenknolde, som ofte løbe over i hverandre ved forbindende Grene. Det er navnlig Nulliporerne, som danne et saa fast Murværk, at det kan modstaa den stærkeste Brænding. Paa enkelte Steder danne de ogsaa selvstændige og anselige Lejringer af fast Kalksten. Al den kulsure Kalk, hvoraf Koralstokkene bestaa, stammer fra Havvandet, og den udskilles utvivlsomt baade hos Dyrene og Planterne (Algerne) ved selve Livsvirksomheden; men Kalkkilden er den i Havvandet opløste Gips (svovlsur Kalk).

Man opstiller som bekjendt tre Hovedformer af Koralbygninger:

1. Kyst- eller Strandrev, som ligge nær ved Kysten paa lavt Vande, uden nogen egentlig Kanal mellem sig og Fastlandet, og kun rage lidt eller slet ikke op over Havfladen.

2. Kanal- eller Voldrev, der ligge som en Vold af Rev rundt omkring eller langs en høj Ø, hvor fra de adskilles ved en Kanal med roligt Vande.

3. Ringøer eller Atoller (ogsaa kaldede Laguner), runde,

meget lave Koralklipper, som omslutte et lavvandet Bækken, der undertiden staar i Forbindelse med Havet.

Det er navnlig Darwin, som først har anstillet sammenhængende Undersøgelser om Koraløernes Forekomst og Oprindelse*). Med Hensyn til Kystrevene kommer han til det Resultat, at deres Omfang og Bygning ganske afhænger af den undersøiske Grundvolds større eller mindre Hældning i Forbindelse med den Omstændighed, at revdannede Koraller kun kunne leve paa middelmaadige Dybder. Heraf følger, at paa Steder, hvor Havet er meget sidt, som i den persiske Havbugt, miste Revene deres Karakter som Volde og brede sig hyppig over mere betydelige Banker. Paa den indre Side af slige Rev ere Livsbetingelserne i flere Henseender mindre gunstige; Korallerne voxe derfor kraftigst paa den ydre Side, hvorimod Væxten af dem, som leve paa Midten af Banken, vil blive kuet paa Grund af de her opstaaede Bundfældinger og den ringe Mængde af Føde, som tilføres dem.

Som en Repræsentant for Voldrevene kan anføres det uhyre, stadig voxende Rev, der med enkelte Afbrydelser strækker sig langs Avstraliens Nordøstkyst i en Længde af 275 Mil, medens Afstanden fra Land vexler mellem 5—7 Mil, ja paa nogle Steder stiger fra 12—20 Mil. Den store, paa denne Maade indesluttede Havarm har fra 10—25 Favne Dybde og sandig Jordbund; mod Syd, hvor Revet fjærner sig fra Bredden, tiltager ogsaa Dybden. Revets Yderrand er højest og deles ved smalle Løb og sejlbare Kanaler. Uden for Revet sænker Havet sig i uhyre Dybder. Efter Scherzer**), som fulgte den østerrigske Fregat Novara paa dens Verdensomsejling 1857—59, give vi her en Skildring af det Skuespil, man nød, efterhaanden som den høje Ø Puynipet, der er omgiven af et Voldrev, dukkede frem af Bølgerne. Øens højere Tinder vare naturligvis synlige, længe før man skimtede Revøen.

„Efterhaanden bleve paa begge Sider af Øen mørke Punkter synlige i Synskredsen, og idet disse lidt efter lidt bleve flere i Tal og rykkede nærmere til hverandre, toge de sig ud som en tæt over Synskredsen i Luften udspændt Perlesnor; ved Siden af den

*) On Coral Reefs. 1842.

**) Reise der österreichischen Fregat Novara um die Erde. Beschreibender Theil von Scherzer. Wien 1861—62.

hævede sig pludselig fine, hvide Skyer over den mørke, sorteblaa Havflade og forsvandt igjen lige saa hurtig, idet de hist og her blussede op som i Flammer. Det var det første Syn af Revøerne og af Brændingen, frembragt ved en Luftspejling, der ikke er sjælden i de tropiske Have, hvor Vandets Temperatur paa Overfladen og som en Følge heraf ogsaa Varmegraden af de nærmeste Luftlag ere højere end i de øvre Luftlag. Kommer man nærmere, flyde de mørke Punkter sammen til grønne Kokuslunde, og Skyerne vise sig at være sammenhængende Striber af den skumklædte, blændende hvide Brænding, der skiller det bølgende Hav fra Kanalens rolige Vandspejl, som udstrækker sig mellem Revene og Øen".

Det er dog navnlig Atollerne eller Ringøerne, som fra første Færd har fængslet den almindelige Opmærksomhed. Dette er, som Darwin fremhæver, ikke overraskende; thi Enhver maa gribes af Forbavselse, naar han for første Gang ser disse uhyre Ringe af Koralkalk, der ofte ere mange Mil i Tværmaal, hist og her krones af en lav, grønnende Ø med blændende hvid Strand, paa Ydersiden beskyllet af det aabne Oceans skummende Brændinger, medens den indre Side omgiver en bred Flade klart, roligt Vand, som paa Grund af Lysreflexen skinner bleggrønt. Som en Type for denne Klasse kan anføres Keeling- eller Cocosatollen i det indiske Ocean (12° s. Br. og 91° østlig L. for Greenwich). Ringen omslutter her Lagunen paa alle Sider undtagen i Nord, hvor der findes tvende aabne Løb, som ere passable for Skibe. Revets Bredde vexler mellem 750—1500 Fod; dets Overflade er vandret, og i Højvandetid bryder Havet over samme. Paa samme hæve sig talrige Smaaøer, som dannes 600—900 Fod fra Revets Yderrand ved Ophobning af en Mængde Brudstykker, der skyldes de usædvanlig heftige Storme. Lagunen er temmelig sid, og dens sydlige Del næsten ganske opfyldt af Dyndbanker og Korallevninger.

Søger man nu efter en Forklaring paa Koraløernes Forekomst, spørger man, hvad det var for Kræfter, som hævede disse Rækker af Koralklipper over Oceanets umaadelige Dybder, har Darwins Theori om de forskjellige Koralrevformers indbyrdes Sammenhæng og Dannelsesmaade næsten ubestridt hersket, lige fra det Øjeblik den berømte Forskers ovenanførte Værk udkom, om den end maaske hos mange har vakt en vis Tvivl, der af og til er kommen

til Orde. Darwins Theori hviler paa tvende Kjendsgjerninger, en fysiologisk og en fysisk. Den første bestaar deri, at de Arter af Koraller, hvis Skeletter hovedsagelig opbygge Revene, ikke kunne bo i større Dybder end fra 20—30 Favne, den anden deri, at Jordens Overflade stadig er underkastet smaa Hævninger og Sænkninger.

Først var en Ø til Stede, paa hvis jævnt skraanende Bred i passende Afstand og Dybde Korallerne begyndte at bygge, og saaledes dannedes et Kystrev. Begyndte nu Landet at synke og tilmed saa langsomt, at Koraldyrene kunde følge med i deres Arbejde, vilde der i en følgende Periode af Kystrevet være opstaaet et Voldrev, som laa langt borte fra den nu i Omfang formindskede

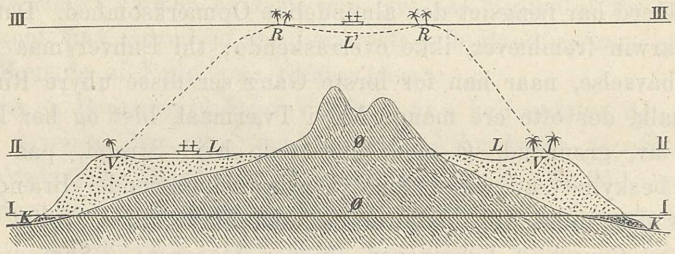


Fig. 128. En Koraldannelse paa 3 Udviklingstrin. Oprindelig staar Havets Vandstand ved I. Et Kystrev K er dannet. Efterhaanden synker Øen Ø til II, Koralrevet voxer efter og danner Voldrevet V med Lagunekanalen L. Naar omsider det Hele er sunket til III, er Revet blevet et Ringrev R med Centrallagune L'.

og til Dels oversvømmede Ø, og som ved en endnu lav og grundet Lagunekanal var adskilt fra det faste Land. Tænke vi os Havbundens Synken fortsat, naa vi i en tredje Periode til en Atol. Øen er helt forsvunden, af Kanalen er der blevet en skaalformig, lav Lagune, begrænset af en Vold, der kun paa nogle faa Steder rager lidt op over Havfladen, eller med andre Ord: der har dannet sig et i Fladeindhold lille, i Midten noget trugformig fordybet Plateau.

At der ved de her antagne Sænkninger kan fremkomme forskjellige Modifikationer, forstaar sig af sig selv; saaledes lade de trinformige Fald i Lagunens Indre sig let forklare ved pludselige, stødvise Sænkninger over et større Areal. Mange andre Forhold

finde deres Forklaring ved Koraldyrenes delvise Bortdøen eller ved større Aflejringer af Dynd og Sand paa visse Punkter. Fig. 128 vil yderligere forstaaeliggjøre den Darwinske Theori, som ganske vist udmærker sig ved Simpelhed og Klarhed. En fortsat Udviklingsproces forvandler Kystrevet til et Voldrev, og Voldrevet igjen til en Atol.

En Hovedindvending mod Darwins Theori er imidlertid, at vi da maa indrømme store og almindelige Sænkninger. „Vi maa antage, at uhyre Arealer ere sænkede til en Dybde, der er tilstrækkelig til at begrave ikke alene ethvert tilforn existerende fremragende Højland, men endog Højder, der ere dannede af knækkede Lag og vulkanske Udbrud". Vi have ganske vist tidligere paavist, at vor Jords Overflade er undergiven betydelige Forandringer, at der finder baade Hævninger og Sænkninger Sted*); men vi have ogsaa fremhævet, at i det Hele og Store maa man antage, at de egentlige Havbækkener have en høj Ælde og Uforanderlighed, hvilket ogsaa alle nyere Dybhavsundersøgelser synes at bekræfte**). Har Darwin derimod Ret, maa vi gaa ind paa, at der findes vældige Sænkningsomraader, hvori tidligere Fastlande og Øer ere forsvundne til saa uhyre Dybder, at nu kun Koralbygningerne give os et Fingerpeg, der bevise disse Øers og Fastlandes tidligere Tilværelse som saadanne. „Enhver Atol er derfor en Gravsten over en sunken Ø, og de mange Atoller i det store Ocean fortælle os om et undergaaet Kontinent i Sydhavet". Ligesom vi imidlertid tidligere gjentagne Gange have udtalt os mod Antagelsen om det store sunkne Fastland „Lemuria" i det indiske Ocean***), tro vi, at der ingenlunde er anført tilstrækkelige Beviser for den tilsvarende Antagelse om et svundet Fastland i det store Ocean; vi mene med andre Ord, at alle væsentlige Former af Koraløer og Koralrev lade sig forklare uden at ty til store og almindelige Sænkninger†).

Det er nu bekjendt, at saa godt som uden Undtagelse ere alle andre oceaniske Øer end netop Atollerne af vulkansk Oprindelse;

*) Jfr. oven for S. 403 og flg.
**) Jfr. oven for S. 57.
***) Jfr. oven for S. 58 og 96.
†) Jfr. herved den allerede oven for citerede Afhandling af Murray i „Tidsskrift for Naturvidenskaber". Aarg. 1881, Side 271—87.

der er derfor al Anledning til at tro, at Atollerne ere lejrede paa vulkanske Bjærge, og „Tuscaroras“ og „Challengers“ Dybdemaalinger have godtgjort Tilværelsen af talrige undersøiske Højdedrag, Bjærge, der hæve sig fra en Dybde af 2500—3000 Favne, Verdenshavenes Normaldybde, indtil nogle faa Hundrede Favne fra Overfladen. Skjønt de nu ere dækkede paa Top og Sider af Aflejringer af Rhizopod- og Pteropod-Dynd, ere disse Bjærge højst sandsynlig fra først af dannede ved vulkanske Udbrud. Bunden af det dybe Vand ved Siden af disse Bjærge dannes for største Delen af vulkanske Stoffer.

Vulkaner, der dannes i Havet og under deres Dannelse hæve sig over Vandfladen, ville antage et mere eller mindre skarpt og tilspidset Omrids paa Grund af Luftens og Vandets Afgnavning, og udstrakte Banker af det afgnavede Materiale ville opstaa omkring dem. Nogle, som Grahams Ø, kunne blive fuldstændig fejede bort, og kun en Banke med nogle faa Favne Vand over sig efterlades paa Stedet. Paa denne Maade kan der paa talrige Steder være blevet lagt en Grund for Dannelsen af Voldrev eller endog af Atoller. De Vulkaner derimod, som under deres Dannelse ikke hævedes over Havfladen (og de ere sandsynligvis de talrigste), ville antage et afrundet og kuppelformigt Omrids paa Grund af det tættere Medium, hvori Udbruddet fandt Sted, og de Afsætninger, som senere have dannet sig paa deres Top.

For dernæst at forstaa, hvorledes et undersøisk Bjærg, en halv Fjerdingvej under Havbrynet, kan blive bygget saa nær op til Overfladen, at det kan danne en Grundvold, hvorpaa revdannende Koraller kunne leve, maa vi mindes de talrige Kalk-, Kisel- og andre Alger, de store Mængder af kalk- og kiselholdige Slimdyr (Foraminiferer og Radiolarier), oceaniske Gopledyr, Vingesnegle, Kjølsnegle o. s. v., som trives i Overfladen og tæt der under. Naar disse Overfladedyr dø, enten ved at komme i Berøring med koldere Vand eller af andre Aarsager, falde deres Skaller og Skeletter til Bunds; men uagtet disse kalkafsondrende Organismer ere saa talrige i de tropiske Haves Overflade, mangle deres efterladte Skaller og Skeletter næsten ganske eller til Dels paa store Strækninger af Oceanets Bund, og navnlig findes paa Dybder af over 3000 Favne kun faa Skaller af pelagiske Foraminiferer af de større og sværere Arter; paa Dybder, der ere mindre end 1000 Favne,

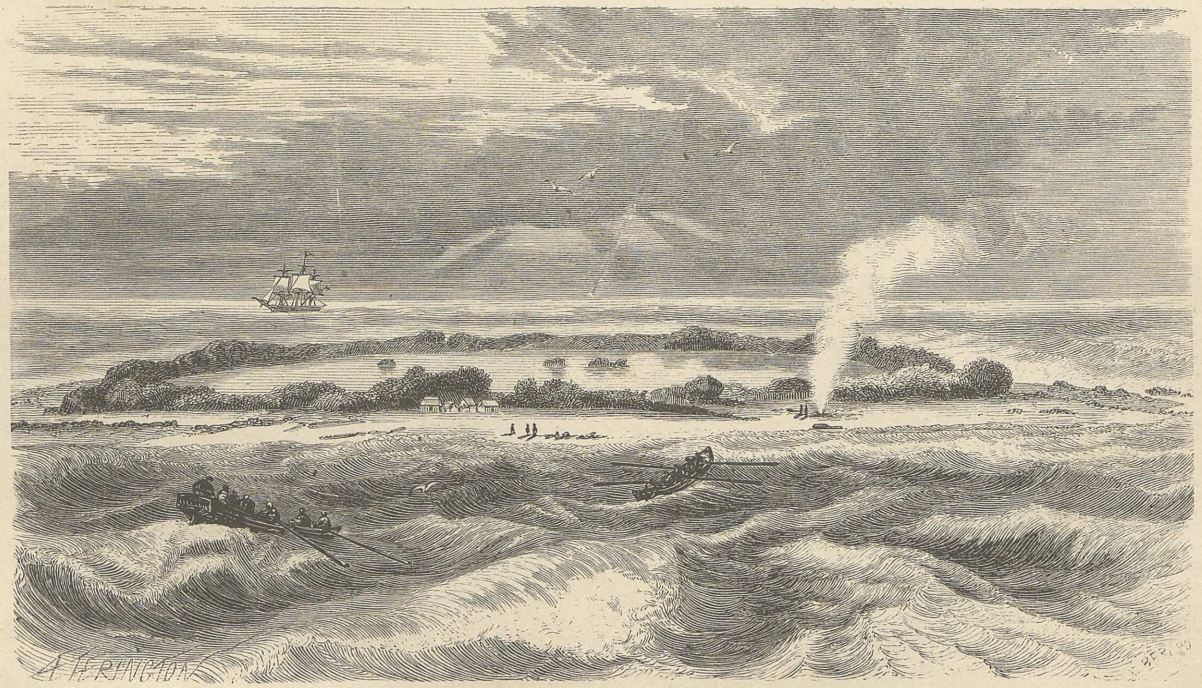


Fig. 129. Koraløen Whitsunday (Pinseøen) i Tuamotugruppen.

findes derimod Skaller og Skeletter af næsten enhver i Overfladen levende Organisme. Det Middel, hvorved disse Skaller skaffes bort paa Havbundens dybere Steder, er Kulsyren. Der finder en uafbrudt Kamp Sted i Havet om den kulsure Kalk. De levende Væsener udskille den bestandig og forme den i meget forskjellige og smukke Skikkelser, medens Havets Kulsyre angriber den ved Dyrenes Død, forvandler Kalken til en tvekulsur Forbindelse og fører den bort i opløst Tilstand. I alle større Havdybder ere Overfladeskallerne blevne forvandlede til tvekulsur Kalk; men i ringere Dybder — paa Toppen af undersøiske Højdedrag og Vulkaner — foregaar Ophobningen af de døde Kisel- eller Kalkskaller alt for hurtig til, at Havvandet kan udøve nogen betydelig Indvirkning. Længe før en saadan Aflejring kommer saa nær op til Overfladen, at den kan tjene som Grundlag for revbyggende Koraller, er der dannet en Banke, hvorpaa der blomstrer talrige Arter af Foraminiferer, Svampe, Gopledyr, Dybhavs-Koraller, Orme, Søkork, Bløddyr, Moskoraller, Pighude o. s. v. Alle disse Dyr bidrage til at gjøre en saadan Banke fast og tæt og føje deres Skaller, Naale og Skeletter til de Lag, der forholdsvis ophobes oven fra. Naar Revkoraller endelig sætte sig paa saadanne Banker, begynder Dannelsen af Atoller.

Efter de her fremsatte Grundsætninger lade alle herhen hørende Fremtoninger ved Koraldannelsen sig forklare, medens det er meget vanskeligt ved Hjælp af Sænkningstheorien at klare Forholdene i mange Grupper, f. Ex. Fijiøerne, hvor man møder Kystrev, Voldrev og Atoller i den mest umiddelbare Nærhed af hverandre, og hvor alle andre Forhold tydelig synes at pege hen paa en Hævning eller i det mindste paa en lang Hvileperiode. Et lignende Exempel er Gambiergruppen.

Dog hvorledes opstaa nu Øerne? Koraldyrene kunne jo ikke taale Luften og det umiddelbare Sollys; naar de nærme sig Havets Overflade, bygge de især ud ad Havet til, og de maa dø, saa snart de komme op over Havfladen. Dyrene selv ville altsaa aldrig ved deres egen Virksomhed kunne danne en Ø. „Dette sker først ved Bølgebruddet. Tusender af smaa Koralgrene løsbrydes og kastes op paa Revet eller males fint og skylles ind i det stille Vand. Ogsaa større Blokke sættes op paa Revet ved stærk Bølgegang, og efterhaanden kan der saaledes af Ringrevet opstaa en lav,

ringformig Ø af uddøde Koraller, med Havstok og levende Forstrand, i Regelen afbrudt af en eller flere ved de stærke Tidevande vedligeholdte Kanaler, som holde Forbindelsen aaben mellem Lagunen og Havet. Dog lukkes Ringen undertiden fuldstændig, og Lagunen kan da i de regnfulde Egne blive til en Ferskvandssø, i de regnfattige til en Saltsump eller til sidst til en tør og gold Flade (Jarvis Ø). Paa den lave Ø skylles Tang op; Kokos- og Pandanusfrugter, Frø af træagtige Bælleplanter, Træstammer med Jord og Sten mellem Rødderne og Drivprodukter med alt, hvad derpaa sidder fast, komme i Land; Fugle give Gødning, hvori der kan være enkelte Frø, og til sidst opstaar der en meget ensformig Planteveext, som igjen drager enkelte Dyr til sig. Ferskvand er ofte til Stede i Mængde, Mennesket indfinder sig med Dyr og Planter i sit Følge, og saaledes have de smaa Koraldyr ved deres utrættelige Virksomhed til sidst beredet talrige smaa Hjem midt i det store Verdenshav for dettes mange omflakkende Gjæster" *).

I Nutiden ere de revbyggende Koraldyr forsvundne fra de evropæiske Have; men geologiske Undersøgelser gjøre det rimeligt, at der gaves en Tid, da ogsaa vor Verdensdel var et Hjemsted for Korallerne, der trivedes saa godt her, at de opførte Bygninger af en uhyre Størrelse. Den første, der anvendte Koralrevtheorien paa Kalkbjærgene, var v. Richthofen, som paaviste, at de stejle Vægge af Dolomit og dolomitisk Kalk, som findes i Sydtirol øst for Bozen, ere Koralbygninger fra en ældre Jordperiode, og Stuhr troer at kunne paavise uhyre Rev i et mægtigt Bælte langs Nordranden af de østerrigske Alpers Centralkjæde. Efter hans Opfattelse var under Triastiden denne Del af Alperne omgiven af Koralrev; der maa den Gang være foregaaet en langsom Sænkning over denne Del af Evropa, Korallerne trængte mere og mere frem og bredte sig i Juratiden over Mellem- og Nordvestevropas Bjærge. Først i den saakaldte Kridtperiode fandt en klimatisk Forandring Sted, som blev ødelæggende for Korallernes Trivsel i Evropa, og disse bleve lidt efter lidt indskrænkede til de Have, hvor vi nu til Dags finde dem.

---

*) Se C. Fogh. Geologiens Hovedsætninger, pag. 37—38.

5. Lavland. — Heder. — Tundraer. — Stepper.

Paa Jordens Overflade vexle Bjærge og Sletter paa den mangfoldigste Maade; men Lavlandet, Sletterne, indtager dog den større Del af Kontinenterne og strækker sig i den gamle Verden næsten uden Afbrydelse fra Kanalen til Beringsstrædet og fra Asiens Nordspids, Kap Czeljuskin, til Nordskraaningen af Hindikusj. I Amerika ere to Tredjedele af hele Fastlandet Sletteland, og i begge Halvdele af dette Kontinent optræder Lavlandet som et mægtigt, sammenhængende Hele, der dog falder i flere Bækkener.

Som en Følge af Amerikas usymmetriske Beliggenhed mod Æqvator er Lavlandets Karakter i Nordamerika væsentlig forskjellig fra Sydamerikas. Hist omslutter Lavlandet under Navnet det arktiske Lavland i en uhyre Bue den øde Hudsonsbugt, og i hine Egne gjentage det nordlige Sibiriens Rædsler sig. Mod Syd skiller den ubetydelige Landryg, de sorte Høje, dette nordlige Omraade fra Mississippis Lavland, denne Lavslette, som tegner til at blive af største Betydning for Menneskeslægtens yderligere Udvikling. Mod Vest hæver Lavlandet sig efterhaanden og gaar endelig over i vidtstrakte Prairier, hvis Forvandling til Agerland kun er et Tidsspørgsmaal.

Vende vi os nu til Sydamerika, træffe vi lige under Æqvator, hvor Verdensdelen har sin største Udstrækning i Bredden, Amazonstrømmens umaadelige, næsten uigjennemtrængelige Skovsletter, Selvas eller Hylæa, hvor en Kiselsten er lige saa sjælden som en Diamant. Nord herfor brede sig Orinocos Stepper eller Llanos, der snart udgjøre et Hav af Græs, snart ligne en Sandørken, alt efter Aarstiderne. „Ingen Høj, ingen Klippe“, siger Humboldt, „hæver sig her øformig op over den umaadelige Flade; kun hist og her ligge Fløtslag paa flere Hundrede Kvadratmils Overflade, lidt højere end Slettens tilgrænsende Dele. „Banker“, kalde de Indfødte disse Fremtoninger, ret som om de havde en Slags Anelse om en ældre Tidernes Tilstand og derfor brugte en Sprogbenævnelse, der minder om, at hine Forhøjninger i fjærne Tider vare Grunde, selve Sletten derimod Havbund“.

Syd for Amazonflodens Skovlande brede sig Laplataflodens Græsstepper, Pampas, der omfatte hele den sydøstlige Kyst langs

Atlanterhavet, ja gjennem de øde patagoniske Flader næsten naa lige ned til Amerikas Sydspids. Størrelsen af disse sammenhængende Lavstrækninger er saa betydelig, at Palmeskove trives imod Nord, medens den sydlige Del næsten naar ned til den evige Is.

Medens vi saaledes i Amerika se Lavlandene strække sig i en mægtig Bredde paa Østsiden af Verdensdelen og ud mod Atlanterhavet, ligge den gamle Verdensdels Lavlande som brede Slette nord for Bjærglandene. Hvor disse Sletter ikke ere bevoxede med Skove, men ligge hen som Heder eller Stepper, paatrænger sig os uvilkaarlig en Sammenligning med det ubegrænsede Verdenshav, og særlig i den klare Nat, naar den glimrende Stjærnehimmel højner sig over den mørke Flade, tror Vandringsmanden at have den uendelige stille, mørke, ikke af noget Vindpust oprørte Havflade rundt omkring sig. Og denne Sammenligning er rigtig i mere end én Henseende; thi dér, hvor f. Ex. Vandringsmanden møjsommelig arbejder sig frem gjennem den brandenburgske Sandslette, eller hvor Saltstepperne tabe sig i det uendelige Fjærne, dér brusede i fjærne Tider utvivlsomt Havet og efterlod Spor af sin tidligere Existens i de mægtige sedimentære Lag.

Lavlandet afbrydes i Regelen af bølgeformige Høje og Landrygge, der undertiden brede sig som Flader af en lidt større Højde og indeslutte talrige smaa Indsøer; men i det Enkelte er disse Fladers Beskaffenhed og Udseende meget afvigende. Langs Bugten ved Bizcaya brede „les Landes“ sig næsten som en Ørk, i Landskabet Sologne (en Del af Orléanais) dækkes store Strækninger af Hedeplanter, og ligeledes er „Campinen“, paa Grænsen mellem Belgien og Holland, opfyldt af Sand- og Mosestrækninger. Gjennem Frieslands Moselandskaber naa vi nu op til „Lüneburgerheden“, hvis moseagtige og sandige Jordbund kun pletvis i Nærheden af Landsbyerne dækkes af smaa Ege- og Bøgeskove. Herfra brede Hederne sig gjennem Midten af den jyske Halvø helt op til Vendsyssel. Ogsaa Øst for Elben fortsættes den sandige Jordbund i Brandenburg, dette Tysklands „Sandhus“, som det spotvis er blevet kaldet; den øde Ensformighed brydes dog her ved en Rigdom af Smaaøer og Floder med Skovpartier.

I Danmark kan man skjelne mellem Hedebakkerne med kraftig Lyngvegetation og Levninger af Fortidens Skove og Hede-

fladerne eller Hedesletterne med tarvelig Lyngvegetation, ringe Kultur og uden Skov. Under den hensmulrede Lyng, „Lyngskjoldet“, ligger her pletvis en rødbrun, jærnholdig Sandsten, Sandalen, som vil kunne fremkomme overalt, hvor Lyngen voxer paa jærnholdigt Sand. Sandalens Tykkelse overskrider sjælden en Fod, den hindrer al Trævæxt og ligeledes Agerdyrkningen, hvis den ligger mindre end et Par Fod under Overfladen; ved Mergling eller Gødning, ja selv ved at bringes frem for Dagen smulrer den efterhaanden hen. Foruden Hedelyngen optræder ogsaa Revling, Ulvefod, Gyvel og Visse, i Hedemoserne Halvgræs, Klokkelyng, Melbær, Rosmarinlyng og Pors.

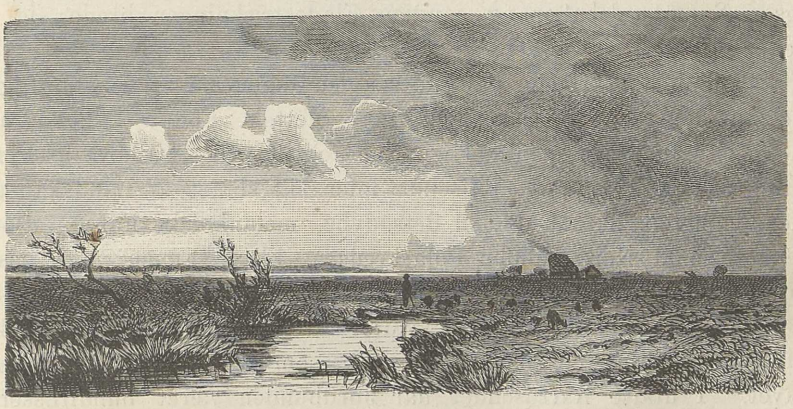


Fig. 130. „Fra Lüneburgerheden“.

Det nordtyske Lavland kan i høj Grad give os et Billede af de mange Forandringer, som have fundet Sted i vor Jords sidste Udviklingsperiode. Som vi allerede vide, se oven for S. 415—16, strømmede Havet her i Diluvialtiden; Isbjærge og Isskodser strandede paa hine Grunde, og idet de smeltede, oversaaede de Sletten med Skandinaviens Vandreblokke; men da Havet forsvandt, ændredes Skuet, og den lerholdige, med Saltvand gjennemtrængte Landslette antog, som Nehrings Forskninger have vist os, Karakteren af en fuldstændig Steppe. Her indtraadte nøjagtig det samme, som vi den Dag i Dag kunne iagttage paa Asiens for nylig tørlagte Egne, særlig om det kaspiske Hav og Aralsøen. Nehring har i gammel Alluvialjord ved Westeregelen (i det Magdeburgske)

fundet talrige Rester af karakteristiske Steppedyr som Springmus, Springharer, Gnavermuldvarpe, smaa Pibeharer, vilde Heste. Senere maatte Steppedyrene lidt efter lidt vige for en Skovfauna; Haand i Haand hermed, sandsynligvis i Forening med en Forandring af Klimaet, begyndte ogsaa Skoven lidt efter lidt at rykke frem, og Steppedyrene trak sig mere og mere tilbage mod Øst, hvor der imidlertid var opdukket et mere gunstigt Hjem for dem. Dog ogsaa Skoven forsvandt igjen i Aarhundredernes Løb, rigtignok mest som en Følge af menneskelig Indvirkning, og saaledes indtraadte de nuværende Forhold.

Den ungarske Lavslette er til Dels meget frugtbar, frodigt Agerland afvexler med Heder og Græsgange, Pusterne; men ogsaa Sumplandskaber og sandige Fladestrækninger brede sig i uendelig Øde.

Samme ubeskrivelig øde Indtryk modtager man i den nordlige Del af den østevropæiske (russiske) Slette. Endnu i Petsjoras mellemste Løb ser man herlige Enge og mægtige Urskove af Fyr, Gran og Lærk, og den Rejsende føler sig slaaet af Landskabets ejendommelige Skjønhed med dets dybe, melankolske Farve. Dog længere mod Nord, under Polarkredsen, bliver Egnen mere ensformig, Pilekrattet trækker sig tilbage, og nu følger Evropas mest uvenlige Strøg, Tundraerne, vidtstrakte, uhyre Flader, til Dels sumpige, til Dels bevoxede med Mos, som brede sig lige til Ishavet. I utalte Aartusender har Jordbunden været bundfrossen. „Dræbende ensformig er Indtrykket af disse flade Tundraer. Endeløs, ubegrænset svinder Horizonten i det Fjærne. Ingen Afvexling, ingen Nat, ingen Skygge om Sommeren. Lys, Vind, Lyd tabe sig bævende, overalt blæser det, overalt er der uhyggelig stille og tavst. Hele Sommeren igjennem hviler en eneste, uendelig lang Sommerdag over de højnordiske Tundraer. Solen er tilsløret af Taage og lyser som en Maane, saa Mennesket ustraffet tør se op mod den. Sløvende er dette Skue, og under denne stadige Paavirkning synker Mennesket sluttelig ned til den sløve, indesluttede Samojede". Efter som Landskabet hæver sig mere eller mindre over Vandstanden, skjelner man mellem Høj- og Lavtundraer. De fleste og mest vidtstrakte Steppeflader ligge kun lidt højere end Havfladen. Højtundraerne ere de allerødeste Egne, man kan tænke sig; derimod træffer man i Lavtrundraerne lidt mere Jordvarme og Vand,

saa der af og til kommer en grøn Part frem. Mosedragene ere den mest ufrugtbare Del af de lavere Tundraer, men de strække sig blot lidt ind i det kolde Bælte, da den lange Vinter og Kulden sætter en Grænse for deres videre Udvikling. Heller ikke Hængemoser kunne forekomme paa dette Isomraade, da den lange Frost hurtig gjør hele Jordbunden stenhaard. Disse Mosedrag, som følge langs begge Bredderne af Floden Obis hele nedre Løb, gaa mod Syd lidt efter lidt over i øde Flader, der igjen tabe sig i mægtige, mørke Naaleskove.

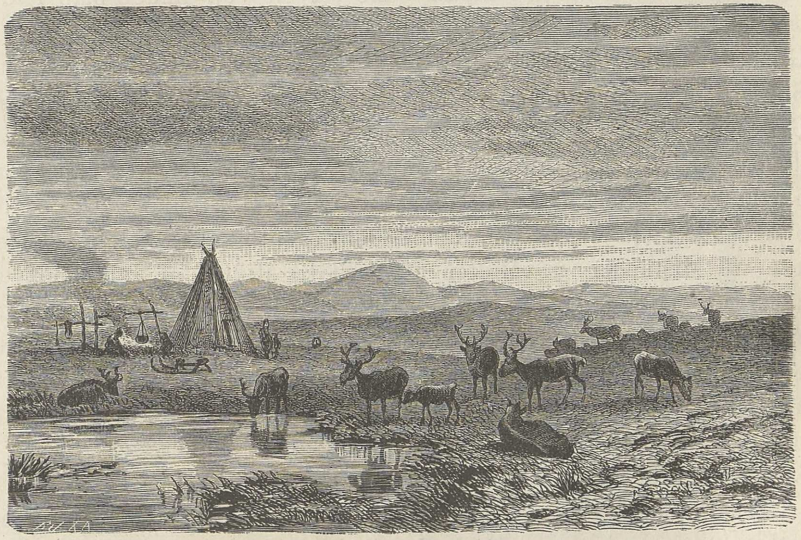


Fig. 131. Tundra-Landskab.

Vende vi nu tilbage fra det øde Norden, overskride den skovbegroede Landryg, der fra Uralbjærgene strækker sig hen mod Østersøen, og komme over den frugtbare Del af det mellemste Rusland, der tidligere for en stor Del var bevoxet med Løvskove, træffe vi paa den sydrussiske Landrygs vidtstrakte Græssletter, som oplives af talrige Hjorde, og længere frem hedeagtige, sandige, til Dels saltholdige Stepper. Vi ere saaledes komne hen til den yderste, vestlige Udløber af Jordens største Stepper, der brede sig fra Donaus Munding til Amurfloden og fra gammel Tid har skilt

den evropæiske fra den kinesiske Kultur og Hindustans dannede Menneskehed fra de raa, nordasiatiske Horder. Man skjelner mellem Salt-, Sand- og Græsstepper. Hverken Salt- eller Sandsteppen egner sig til varigt Ophold for Mennesker og Dyr, den første, fordi der fattes drikkeligt Vand, den anden, fordi Vandet overalt siver ned i de dybere Lag. Kun Græssteppen med dens umaadelige Græsgange er Tumlepladsen for Nomaderne, og selv disse Stepper frembyde de mest overordentlige Forskjelligheder efter deres Beliggenhed. Medens enkelte Dele af Kirgisernes og Kalmukkernes Stepper ere dækkede med tætte, høje Urter, saa de Rejsendes Kjøretøjer kun langsomt kunne bane sig en Vej, finder man i den sydrussiske Græssteppe Jordbunden kun sparsomt bevoxet. I Guvernementet Taurien finder man langs Dnjeprs Bredder lige til Simferopols Haver ingensteds Græssletter af større Udstrækning. Græssene voxe kun pletvis og omtrent paa en Tredjedel af Overfladen; den øvrige Del klædes kun i Vaaren af spæde Urter, som hurtig svides bort og efterlader en nøgen Jordbund. Ogsaa de øvrige Steppeplanter, som danne den egentlige Græsslette, trives kun tre Maaneder, fra Midten af April til Midten af Juli; men de udtørrede Græsgange kunne dog tjene til Græsning ogsaa i de øvrige Aarstider, saa længe Jordbunden ikke er dækket med Sne. I hvor høj Grad Planteveksten paa den russiske Græssteppe afhænger af Nedbøren, fremgaar deraf, at Jordens Overflade fuldstændig udtørres i Sommermaanederne; der danner sig Revner i Jordbunden, og alle Planter visne bort.

Endnu mere tørre ere Egnene i den kaspiske Lavning. Volgas nedre Løb frembyder vidt og bredt kun Skuet af en øde Ørken, og langs Vandet ere de sandige Lavninger indfattede af høje Sivskove, der følge Floderne som en uigjennemtrængelig Væg, og hvori Vinden suser som i Fyrretræerne. Dræbende kjedsommelig er Vejen gjennem disse Stepper. Hvor den Rejsendes Øje falder hen, opdager han kun uhyre, fuldstændig træløse Landskaber, hvor Himmelhvælvingen sænker sig ned over den fjærne Synskreds, som var man midt ude paa Havet. Ingen Forhøjning, ingen Fold i Jordsmonnet viser sig; om Landsbyerne staar der hist og her forkrøblede Træer, hvis Løv til Dels er pisket sønder af de rasende Steppestorme. Hvor rask den Rejsendes Vogn end flyver gjennem det umaadelige Rum, stadig og endeløs gjentager det samme Skue

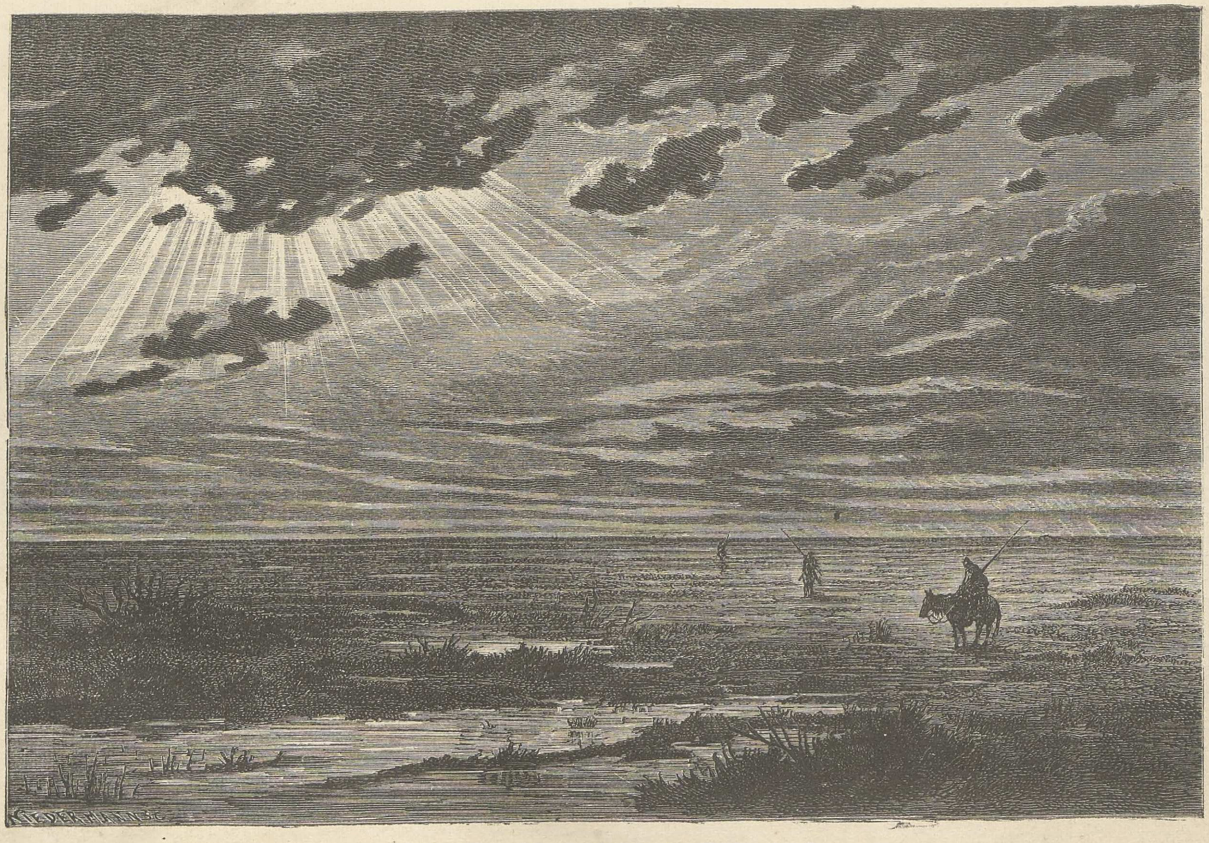


Fig. 132. Steppebillede fra Sydrusland.

sig, saafremt da ikke Regnkløfter eller Sumpe bringe lidt Afvexling. Hist og her dukker en elendig Hytte frem; men efter et kort Ophold gaar det paa ny videre, stadig videre ud i den endeløse Ørken. Sjælden skimter man i det Fjærne Kalmukkernes eller Kirgisernes Filttelte eller Gravhøje, som i fjærne Tider bleve opkastede over faldne Krigeres Ben. Hundreder af Mil findes ikke andet Tegn til Menneskenes Tilværelse end Sporene af Vognhjulene i den størknede Lerjord.

6. Ørkener.

Allerede inden Geografien havde vundet et videnskabeligt Grundlag, søgte Geografen at klare, paa hvad Art og Maade Ørkenen var fremkommen, uden at man engang vidste fuldstændig Besked med, hvad det var, man vilde klare. Saaledes fremsatte man den Antagelse, at den mægtige Ørken Sahara var fremkommen ved ældre Tiders uforsigtige Skovødelæggelser, eller at Havet havde skyllet den frugtbare Muldjord bort fra hint uhyre Omraade og saaledes ødelagt Grundlaget for enhver mulig Planteveext. Med mere Ret søgte Alexander Humboldt Aarsagen i de paagjældende Landstrækningers geografiske Beliggenhed; han henviste til, at de afrikanske Ørkener berøres af Luftlag, som stryge hen over hede, varmeudstraalende Fastlande, og at der til Virkningen af de hede Vinde endnu kommer Mangel paa store Floder i Forening med Mangel paa Skove og Bjærge, som kunne avle Kulde og fremkalde Vanddampe. Dog mente han sluttelig, at disse Aarsager til Tørken endnu ikke sloge til, og vendte derfor tilbage til Hypothesen om et ældgammelt Indbrud af Oceanet, der havde berøvet de flade Strækninger deres Planteveext og den nærende Jordbund. Peschel antog, at Virkningen af den tørre Nordøst-Passat alene var tilstrækkelig til at forklare det asiatisk-afrikanske Ørkenbæltes Goldhed; han mente, at Polarstrømmen blæser i ét Drag fra Polarkredsen over Asiens Fastland og ned mod Sydvest og herved kommer til at øve sin udtørrende Virkning paa Sahara; men en slig skematisk Polarstrøm existerer i Virkeligheden slet ikke. Hanns og Wojeikoffs nøjagtigere Undersøgelser have paavist, at der i Vestasien hersker temmelig indviklede Vindforhold, og at Sydvest-

vindens Herredømme strækker sig langt hinsides Ural ind i den nordlige Del af Sibirien. Wojeikoff fremhæver udtrykkelig, at om Sommeren kan der ikke være Tale om nogen Luftstrømning fra de asiatiske Stepper ned mod Sahara, hvorimod der strømmer Luftninge fra Middelhavet ind over Sahara. Om Vinteren naar ganske vist den tørre asiatiske Vind ned til Nordafrika, men Øst- og Nordøstvinden optræder langt fra alene, maaske er den ikke engang fremherskende.

Peschel søger Aarsagen til Saharas og den asiatiske Ørkenhøjslettes Opstaaen paa ét og samme Sted; men de have i Virkeligheden vidt forskjellige Aarsager. Medens det atlantiske Sahara vansmægter i Nærheden af Oceanet, fordi Passaten blæser ad Havet til, finde vi tvært imod, at Ørkenen Gobi med sit i Sommermaanederne herskende lave Lufttryk øver en mægtig Tiltrækningskraft paa det stille Oceans med Vanddampe mættede Luftlag; men ikke en Draabe af det oplivende Element naar ind paa de glødende Højsletter; idet Luftlagene stige op til disse Højder, afkøles de og udgyde deres Vandfylde over Kinas vide Flader. Paa samme Maade finde vi ogsaa Nordskrænterne af den mongolske Højslettes Randbjærge svagt skovbevoxede, fordi Fugtigheden fra de opstigende Luftmasser fortættes her og som Bæk og Flod vender tilbage til Oceanet; de sydlige Skraaninger ligge derimod under den tørre Lufts Paavirkning og blive uden Skovvæxt. I den sydøstlige Del af Gobi saa Prschevalski i Juli Maaned Thermometret stige til 36° R. og om Natten hyppig ikke synke længere end til 20°; intet Vindpust afkølede Luftkredsen; naar der rejste sig en Luftning, satte den kun det lavere, glødende Luftlag i Bevægelse og øgede Heden. Ingen Sky var synlig paa Himlen, Dug dannede sig ikke, og Regnskyerne opløstes i Luften. Vi havde, siger Prschevalski, enkelte Gange Lejlighed til at gjøre denne interessante Iagttagelse, særlig i det sydlige Alaschan, i Nærheden af Gansubjærgene. Regn fra en Sky, som var dreven ud over Ørkenen, naaede ikke ned til Jorden, men de nederste glødende Luftlag forvandlede den atter til Vanddampe. Dette indtraf dog kun, naar Skyerne vare smaa.

I Modsætningen til Gobi ligger Sahara aaben paa alle Sider, og Aarsagen til Luftstrømningernes fremherskende Tørhed er altsaa ikke, at disse have sat deres Fugtighed til ved at opstige langs

Bjærgskrænterne, men fordi de selv for største Delen ere tørre allerede fra første Færd. Har altsaa Passaten nok sin Part i Ørkendannelsen, selv om den ikke blæser i ét Drag fra Polarkredsen i Asien og ned til Senegambien, maa man dog ikke overvurdere denne Paavirkning, eller endog heri søge den eneste Aarsag til Ørkendannelsen.

Sahara er den Ørken, man kjender bedst. Navnet skriver sig fra det arabiske Ord „Çahhra", som betyder „Slette"; men denne uhyre Ørken er nu rigtignok ingenlunde en uafbrudt Slette, og ligesaa er dens fysiske Beskaffenhed meget ulig i dens enkelte Dele. I Forhold til det hele Rum, der paa vore Kort betegnes som Sahara, dækker det egentlige Sandhav kun en forholdsvis ringe sammenhængende Flade, og selv her er Fordelingen af Sandmasserne yderst ulig. Medens v. Beurmann paa sin Rejse fra Mursuk til Vau pletvis fandt Sandlaget saa tyndt, at man kunde skjelne den neden under liggende Kalksten, fandt Rohlfs's Expedition i den libyske Ørken det fintkornede gule Kvartssand optaarnet i Klitter paa 300 Fods Højde og 6 Mils Længde, der som stivnede Bølger strakte sig i endeløse Rækker. I den libyske Ørken synes Sandregionerne at have deres største Udstrækning, og endnu stige Sandmasserne uafbrudt op af Middelhavet og vandre frem over en Jordbund, der i en, geologisk talt, Nytid endnu var dækket af Havet (se oven for S. 413). Disse Sandoversvømmelser brede sig vester paa hen til Tripolis; i Omegnen af denne Stad vexle Palmeplantninger og Kornmarker med Sandsletter, hvor bevægelige Sandhøje hæve sig ved Vindens Kraft; mellem vidtstrakte Kornmarker strække ægte Sandørkener sig her stribevis fra Vest til Øst.

I det vestlige Mongoli (mellem 92°—96° vestl. L. for Greenwich) findes nord for den 46° n. Br. Sandørkener, der efter Elias Ney stemme fuldkommen overens med Sahara eller den arabiske Ørken. Klitter af løst Sand ophobes af Vinden og spredes igjen for Vinden; allerede en svag Brise formaar at udslette ethvert Spor af en stor Karavane, næsten umiddelbart efter at den er dragen forbi. Med en saa overordentlig Finhed og Bevægelighed i Sandet er det ikke overraskende, at de herskende Storme undertiden hule Grave paa 30—40 Fods Dybde i den næsten flydende Jordbund. Og ligesom i den libyske Ørken kjæde ogsaa her Klit sig til Klit i en trættende

Ensformighed og overordentlig ødelæggende for de gjennemdragende Kameler.

Det er utvivlsomt, at betydelige Dele af Sahara ere dækkede af Sandmasser, der oprindelig stamme fra Strandklitter; men den for Tiden næsten almindelig herskende Opfattelse, at Ørkensandet ene og alene er et Produkt af Havet, er aldeles urigtig. En stor Del af Ørkensandet har en lokal Oprindelse og dannes endnu uafbrudt som Følge af de bratte Temperaturvexlinger og med Vindens Medhjælp. Slige Midtpunkter for Sandets Udbredelse ere ingenlunde sjældne, og man finder det ad mekanisk Vej søndrede Grus i alle Overgange fra stenagtige Brudstykker til Flyvesand som det fineste Mel. I sin Rejse til Kordofan 1839 beskriver Th. v. Kotschy Bjærggruppen Arasch Kool, nord for Kartum, sex Mil vest for Nilen, og fortæller, at samme til Dels bestaar af rosenrød Porfyrgranit, og at hele Overfladen af Bjærgkløfterne og Skrænterne er dækket med større og mindre Blokke. „Ved Foden af den nordvestlige Skraaning, henad mod Sletten, er en Strækning dækket med groft Sand af hensmulret Porfyrgranit, hvor kun findes en sparsom Planteveext. Videre frem opdager man ude paa Sletten indtil en halv Mils Afstand spredte Klippestumper. Ved Kjædens Øst- og Sydside er Grunden ligeledes dækket med Grus af forvitret Porfyrgranit". Da Barth paa sin Rejse til Bornu kom ned fra Haggaernes Højland, fandt han under flere Dagsrejser mod Sydøst den øde, nøgne Ørkenflade. „Jordbunden bestod mest af groft Grus, blandet med fint Granitsand. Overweg fandt en mørkeblaa, porfyragtig Stenmasse med store, hvide Feldspatkrystaller". En halv Dagsrejse mod Sydvest findes talrige Sandhøje. „Graniten, som ligger faa Fod under Overfladen, afbrød paa flere Steder Sandbunden og viste sig med et smukt, blaat Skjær". Sandklitter og Granitrygge vexlede ogsaa videre frem flere Gange. „I det øde Landskab Ikadémmelrangh fremtræder Granitformationen i den mest fremskredne Forvitring og til Dels opløst til Grus", medens der alle Steder rejser sig enlige Kegler, der hæve sig af Sandhavet som lige saa mange Øer.

Disse Exempler lode sig let forøge, og de bevise, hvad allerede J. Picard antydede, at Saharas Sand dannes hist og her af den underliggende Sandsten, der bestaar af Kvartskorn, som er løst sammenkittet af Gips. Sandstenen i den nordvestlige Del af Sahara

bestaar, efter en Analyse af J. Picard, af 60 pCt. Kvartssand, 30 pCt. Gips og 10 pCt. kulsur Kalk. I et regnløst Bælte maa enhver Sandstens-Højslette, hvor stor en Udstrækning den end har, efter en tilstrækkelig lang Tids Forløb opløses i Flyvesand. Nu vide vi, at en stor Del, maaske den største Del af Saharas Undergrund bestaar af Sandsten. I den libyske Ørken fandt Rohlfs's Expedition, at den nubiske Sandsten danner Underlaget; de sorte Bjærge ved Sokna skulde efter Denham være Basaltmasser, men Vogel paaviste, at de bestaa af Sandsten, som er farvet sort af Jærn, og Højderne syd for Tripolis, Djebel Ghurian, bestaa ligeledes af Kalk- og Sandsten. Den glødende, vandløse Hammada, Barth kom igjennem paa sin Rejse fra Tripolis til Fessan, og som falder brat ned mod Syd, hviler ligeledes paa mægtige Sandstenslag, der paa nogle Steder har et Overlag af gipsblandet Ler, men de fleste Steder af Mergeljord, med en Skorpe af Kalksten og Kisel. I Ahaggaernes Højland hæver Sandstenen sig til 4000 Fods Højde, og paa Højslettens øverste Flade kom Barth til en Dal, som snoede sig i mæanderlignende Krumninger, begrænset af Klippemasser med mærkværdige, terrasseformige Sider. Overfladen af den vidunderlig kløftede og sønderrevne Sandsten antog overalt en Form som Piller og Søjler, og Overweg sammenlignede det hele vilde Billede med en Klippeskov. Ved Nedstigningen fra dette Højland udviklede sig et Billede af en i Sandhed vild, sønderreven Natur; mellem høje Kegler slyngede Vejen sig ned gjennem en malerisk, dybt indskaaren Kløft.

Vejen fra Mursuk til Bilma gjennemskærer de sønderrevne Tümmo- eller Varbjærge, som bestaa af en i Overfladen sværtet Sandsten; denne sorte Farve skyldes til Dels Vejrligets Indflydelse, til Dels Jærnet, som er iblandet Sandstenen; men til Dels bestaa Bjærgene virkelig af sorte Basaltklipper. Det Hele fremtræder som en eneste uhyre, af Regnen eller Vinden udhulet „Zeuge".

„Zeuge" kaldes Højninger i Jordbunden, som fremkomme derved, at det løsere og blødere Terrain rundt omkring et haardere Parti føres bort af Vand og Vind. P. Marès har undersøgt Ørkenpartiet i det sydvestlige Algérie, og ogsaa her optræder Sandstenen i stor Udstrækning. Man kan dér skjelne mellem fire Regioner. Først træffer man paa den bølgeformige Bjærgregion i Tell, derpaa

kommer den øvre Højslette, den saakaldte lille Sahara; hertil slutter sig en bjærgfuld Egn, som overvejende bestaar af Sandsten, ved Foden dækket med mergelagtigt Sand og omfattende talrige Gipsbanker, og sluttelig breder sig endelig den egentlige Ørken Sahara. Ved dens Rand optræder nærmest Kalk saa vel som talrige, lidt afrundede Brudstykker af Stenmasser, der aabenbart ikke skrive sig fra en lang Afstand. Sanddyngerne naa pletvis en Mægtighed af 30—40 Fod, udvise Lagdeling og indeholde kun Flodmuslinger; i forskjellig Dybde finder man Rullesten af alle de Stenarter, der findes længere mod Nord. Sandstenen bestaar af Kvartskorn, som i Forening med den røde Kiseljord gjennem talløse Vadier lidt efter lidt føres bort af Regnvandet og derpaa drives videre af Vinden. Den i hine Egne stærkt fremherskende Nordenvind driver ofte Støvskyerne mod Syd og optaarner Sandbølgerne; mod Syd tiltage ogsaa Sandhøjene, Aregs, i Højde.

Denne meget betydelige Udbredelse af den stærkt kvartsrige Sandsten er i Forening med det regnløse Bælte Aarsagen til Ørkendannelsen i Sahara. Kvartsen i den forvitrede Sten leverer kun grovere eller finere Sand, som er absolut uforanderligt, ikke forøger Muldlaget og ikke formaar at give nogen Plante Næring. Kun dér, hvor der optræder Kalksten og Gips i betydelig Mængde ved Siden af Kvartsen, formaa disse Stenmasser under heldige Forhold at danne et Jordsmon, som egner sig til Planteväext. Det er disse Stenarter, som i Forening med Vinterregnen forvandle de sandige Egne i det algerienske Sahara til værdifulde Græsgange, der benyttes af Nomaderne. Disse Landstrækninger føre Navn Kifar i Modsætning til de øde Egne, som ere dækkede af bevægeligt, rent kvartsholdigt Flyvesand og kaldes Falat, men heldigvis ere af ringere Udstrækning. Hvor det kvartsholdige Sand i bestemte Egne træder tilbage, og der ikke er fuldstændig Mangel paa Sand, fremkommer altid Spor af Planteväext.

Aarsagen til Planteväexten er altsaa foruden Regnen i første Linje en Tilbagevigning af Sandet. Samme Forhold træffer man ogsaa i Gobi; hvor Kvartssandet har en uforholdsmæssig Overvægt, er enhver Planteväext til Ende. Nord for Chiachubjærgene optræder hyppig Lerjord, dækket med større eller mindre Sten, Jordbunden er jævn eller bølgeformig, kun hist og her ser man lave, nøgne

Høje. Paa de saltholdige Flader findes Saltplanter. Denne Plantevæxt er direkte afhængig af Regnen. Næppe har denne ophørt, udvikle Plantespirerne sig hurtig, og Ørkenen forvandles til en Oase, Mongolerne ile til med deres Hjorde, og midt i Døden hersker nu et svulmende Liv, til Solen har udsuget al Fugtigheden. Planterne visne hen, og Ørkenen bliver atter en Grav.

Som vi alt have fremhævet, har Ørkensandet en dobbelt Oprindelse; det stammer dels fra Havet, dels fra Forvitringen af de udstrakte Sandstenspartier. Den første Aarsag behøver næppe nogen videre Forklaring; derimod bliver det nødvendigt at betragte Forvitringen lidt nærmere, da der i denne Henseende endnu hersker meget mangelfulde Forestillinger. Det er Temperaturvexlingerne, Vandets og Planternes Angreb, som fuldbyrde Klippernes Forvitring. Den første og stærkeste Løftestang er Temperaturvexlingerne, som begynde Stenmassernes mekaniske Opløsning, Vandet fortsætter den, og sluttelig tage Planterne fat, idet de dels virke opløsende allerede ved deres Livsproces, dels ved deres Bortraadnelse udvikle Syrer og Salte. Dog i Ørkenomraadet kunne vi godt se bort fra Planternes opløsende Virksomhed og holde os dels til Temperaturvexlingerne, dels til Regnvandets mekaniske Angreb. De ved heftige Regnskyl fremkaldte Vandfloder have netop i Ørkenen overordentlig betydelige Følger. Et storartet Exempel paa en Erosion, som slige Vandmasser have foraarsaget i Løbet af meget lange Perioder, have vi i Ahaggaernes Højland.

Hvor stor Betydning nu end slige Vandfloder kunne have med Hensyn til Dannelsen af Grusmasser, ere dog de stærke Temperaturvexlinger samt Vindens Virkninger af ulige større Betydning med Hensyn til Fremkomsten af det egentlige Ørkensand. Livingstone fortæller, hvorledes han ved Nyassasøens Bred har lagt Mærke til, at Solen om Dagen opvarmede Stene saa stærkt, at selv efter Solnedgang kunde Ingen sætte sig paa dem; ved Afkølingen om Natten sprang nu Stenenes ydre Lag af, og den berømte Rejsende kunde i sin Lejr tydelig høre Tordenen af de løssprængte Klipper ligesom i et Stenbrud. Dr. Wetzstein gjorde lignende Iagttagelser under sin Rejse gjennem det af ham opdagede vulkanske Omraade øst for Damaskus; om Sommeren bliver den glødende Hede saa stærk, at de sorte Stene efter de Indfødtes enstemmige Vidnesbyrd springe i Stykker med høje Knald. Solen kan saaledes i det hede Bælte

øve en betydelig ødelæggende Virkning paa Stenmasserne, og de overordentlig raske Vexlinger i Temperaturen maa man derfor ikke tillægge nogen ringe Del i de mægtige Sprængninger af Stenmasserne paa den sydalgerienske Saharas Højslette, saaledes som Vatonne og Duveyrier have skildret os den. Dr. Perrier fandt i det algerienske Sahara den 25de Maj 1840 Kl. 6 om Morgenen Natteduggen frossen omkring sit Telt; men allerede fem Timer senere kunde han i Skyggen aflæse 20° R. og atter tre Timer senere 25° R. paa sit Thermometer.

Disse regelmæssige og betydelige Vexlinger i Temperaturen fremkalde stadig gjentagne Udvidelser og Sammentrækninger af de nøgne Stenmasser og hidføre sluttelig deres Sprængning i Smaastykker, og nu fortsætte Vindene Ødelæggelsesværket videre, til der tilsidst fremkommer det fineste Ørkensand. Allerede W. C. Trevelyan gjorde opmærksom paa de tørre Vindes ødelæggende Virksomhed; han havde lagt Mærke til Stenene ved Kysterne af Grevskaberne Norfolk og Suffolk og bemærker, at stærke tørre Vinde virke langt mere ødelæggende end heftige, regnfulde.

Et vedvarende Spil af Vindene, der feje hen over Sletterne, forvandler Ørkenens kvartsrige Grus til Sand, som pulveriseres finere og finere, jo længere det fjærnes fra det oprindelige Sted.

Der har længe hersket urigtige Forestillinger om Udstrækningen af det egentlige Ørkenomraade, og endnu for Tiden antages Saharas Flademaal som egentlig Ørkenomraade (Falat) hyppig langt større, end det virkelig er. Ved sit store, paa egne, besværlige og vidtløftige Undersøgelser grundede Arbejde over den algerienske Sahara har E. Carette først banet Vejen for nøjagtigere Opfattelser. Han kalder denne Del af Ørkenen et Arkipelag af Oaser med Grupper af Landsbyer, som indhegnes af et bredt Bælte af Frugttræer, især Daddeltræer, medens Granatæble-, Figen-, Aprikos- og Ferskentræer heller ikke fattes. Store Græsgange nære Hjordene, som trives meget godt paa Stepperne; rindende Vand findes saa godt som slet ikke; men næsten i alle Lavninger finder man det kostbare Element ved Gravning til større eller mindre Dybder. Kun den ringere Del af det algerienske Sahara er dækket med Sand, og som Renou bemærker, netop Strøg, hvor Rejsen falder allerbesværligst, ere slet ikke sandige. De underjordiske Rigdomme paa Vand ere aabenbart meget

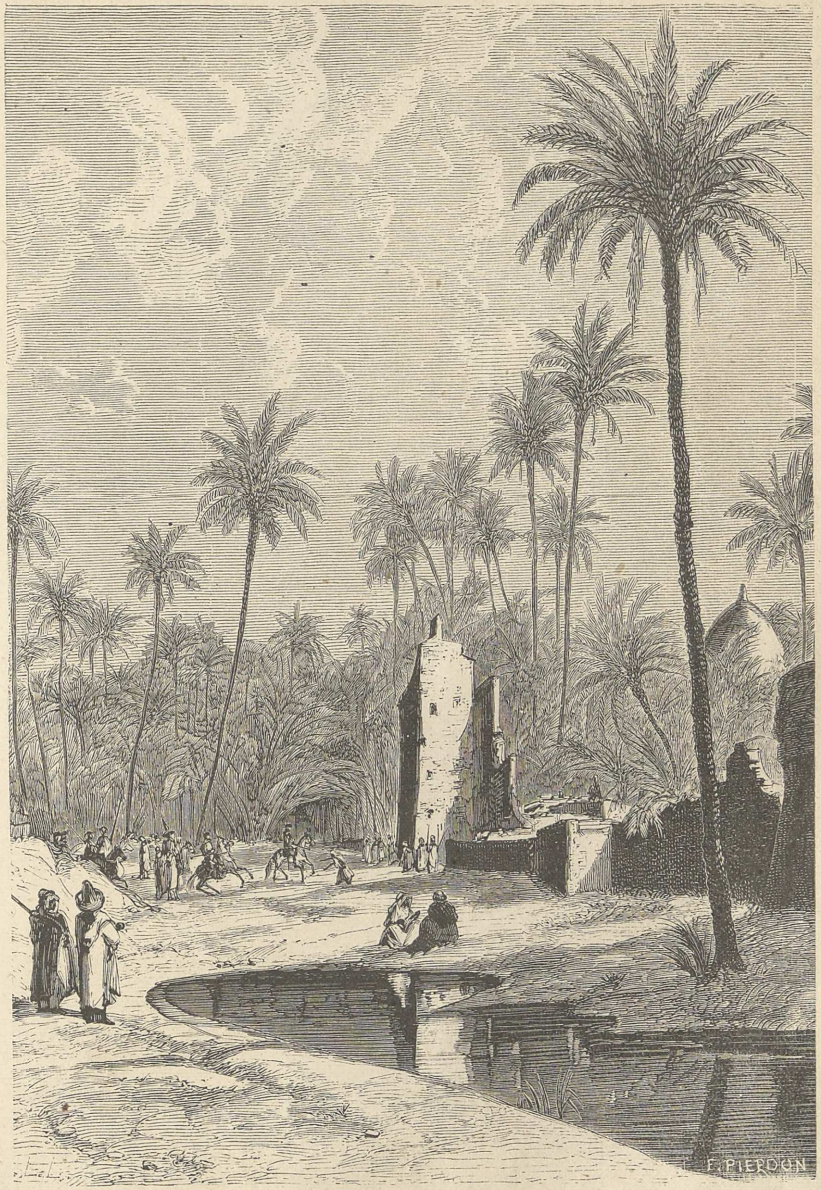


Fig. 133. En Oase i Sahara.

betydelige i hint Omraade og spille en stor Rolle i Saharaboernes Sagn. Paa mangt et Sted, f. Ex. i Ruinerne ved Reggâda skal man kunne høre de underjordiske Vandes Rislen, naar man lægger Øret til Jorden. Brøndene ude i Stepperne begynde at udtørres ved Begyndelsen af Sommeren, hvorved Beboerne tvinges til en Udvandring mod Nord, til Tell, hvor fra de igjen vende tilbage med Efteraarets Begyndelse.

Ogsaa Barth fremhæver gjentagne Gange, at den egentlige Sandørken er langt ringere af Omfang, end man i Regelen forestiller sig. Idet han minder om sit Tog gjennem det aabne Sandhav nord for Tsadsø paa Rejsen til Bilma, en Egn, der ret egentlig kan betegnes som Ørkenens Hjærte, siger den Rejsende: „Tidligere havde man den aldeles falske Forestilling, at dette var karakteristisk for hele Ørkenen, medens det dog kun er det egentlige Centrum i denne Natur, omendskjønt selv ogsaa denne Flade synes uendelig.“ Her er Tale om Ørkenen Tintumma, der er særlig berygtet, fordi Rejsende let her forvilde sig. „Det hvide Sand, som breder sig i det uendelige Fjærne, omtaager Sanserne saa fuldstændig, at selv Mænd, der længe ere vante til denne Ørkenvej, undertiden blive fuldstændig vildfarne med Hensyn til Retningen.“ De stenede Flader, man kalder Hamadaer, ere maaske mere udstrakte end de egentlige Sandstrækninger; som den typiske Repræsentant paa slige Hamadaer kan man tage Højfladen mellem Tripolis og Fessan. Barth kom over den paa sin Rejse til Bornu; kun hist og her findes en grøn Plet.

De Sten- og Grusmasser, som dække Hamadaerne, ere stedse skarpkantede, hvorfor ogsaa Rohlfs fremsatte den Mening, at slige Egne aldrig kunne have været dækkede i længere Tid af Vand, da Stenene ellers maatte være afslidte. Sserir'erne derimod, hine lavere liggende Strækninger, der efter Rohlfs sjælden hæve sig mere end 50 Fod over Oaserne, ere alle Vegne dækkede med groft Grus eller smaa, glatte og rundt slebne Stene og bære tydelige Spor af at have staaet under Vand i længere Tid.

De mest udstrakte Regioner med virkeligt Ørkensand træffes i den libyske Ørken (det østlige Sahara), og den Antagelse er vistnok vel grundet, at dette overhovedet er den ældste Del af det nordafrikanske Ørkenomraade. Hvor en Ørkendannelse en Gang er indtraadt som en Følge af Landskabets geografiske Konfiguration,

Jordbundens geognostiske Beskaffenhed og de meteorologiske Forhold i Ørkenhavet, kan denne Proces ikke mere staa stille, saa længe Aarsagerne vare ved, men maa tage til efter en forøget Skala. Og derfor se vi ikke alene i Ægypten Stæder med ældgammel Kultur forsvinde under det uafladelig fremtrængende Sand; men ogsaa i det fjærne Østen, i Dragesteppen i Gobi, begrave Sandskyerne de tilstødende Kulturomraader, ja have efter Vamberys Antagelse i Tidens Løb fuldstændig skjult talrige Byer. Ørkendannelsen tilhører saaledes ingenlunde en tidligere geologisk Periode og er ingenlunde naaet over i Nutiden som en afsluttet Dannelse; men den gaar uafbrudt for sig. Ligesom den glødende Atmosfære langt tilbage i Tiden har opsuget alle afskaarne Havarme og Indsøer inden for det nuværende Ørkenomraade, saaledes forringer den endnu uafbrudt den for Haanden værende Vandrigdom, en Kjendsgjerning, som ikke er undgaaet Nuba-Negerne i Kordofan. „I vore Fædres Tider havde Vandpytterne (Fula's) et dobbelt saa stort Omfang som nu til Dags. Tidligere behøvede vi paa de bekjendte Steder kun at grave nogle Fod ned og naaede da sikkert Vand; nu maa vi gaa tre, fire Gange dybere og finde dog kun lidt."

Den Kjendsgjerning, at Dele af Sahara i en ældre Tid, som imidlertid ligger langt forud for den historiske, have været dækkede med Vand, medens de nu til Dags smægte under Solens glødende Straaler, bevises utvivlsomt ved Saltlagene i Ørkenen. Dele af Havet, som ved Forandringer i Jordbundens Niveau ere blevne afskaarne fra Oceanet, maa ved en stærk Fordampning utvivlsomt forvandles til Saltpander; men det Samme maa i mer eller mindre Grad ogsaa gjælde om alle Indsøer, som lidt efter lidt fordampe. Naar der derfor tidligere har existeret en større Vandfylde i Sahara end nu til Dags — og dette fremgaar utvivlsomt allerede af Levninger af en tidligere, mere betydelig Planteveext i Egne, som nu ligge øde hen — maa de tidligere Indsøer have efterladt Spor af deres Tilværelse i visse saltholdige Lavninger lige saa godt som afskaarne, bortfordampede Havarme, og der udkræves for hvert enkelte Tilfælde en særlig Undersøgelse til at afgjøre, om der paagjældende Sted har ligget en Indsø eller en Arm, et Sund, et Stræde fra Oceanet. Dette Punkt maa stærkt fremhæves, da Mangel paa Hensyn hertil hyppig har givet Anledning til den urigtige Antagelse, at Sahara har været fuldstændig dækket af et sammen-

hængende Ocean i en af de yngste geologiske Perioder. Dette har ganske vist været Tilfældet i et smalt Sund eller Bælte, som strakte sig fra den store Syrte til Oasen Sivah*), saa vel som paa enkelte andre Punkter; men for den langt overvejende Del af Sahara er en saadan Paastand fuldstændig ugrundet. Saltet hører lige saa nødvendig med til en Ørken som Sandet; der gives ingen Ørken, saa lidt som nogen sedimentær Dannelse**) i det Hele taget, hvor Saltet mangler; men det forekommer rigtignok stedvis i ulige Mængde; det er ogsaa betegnende, at Ørkensaltets geologiske Alder aldrig er betydelig. Medens Stensaltet i Kirgisersteppen hører til Dyastiden***), stammer Saltet i Sahara fra Diluvialperioden, og kun Saltet i Algérie hører til Kridtformationen. Ogsaa Saltafsætningerne i Gobi hører til en nyere Dato, og overhovedet staar denne Ørk i sin Udvikling som saadan endnu langt tilbage for Sahara, enten fordi Ørkendannelsen her har taget sin Begyndelse i en senere Tid, eller fordi Betingelserne for en Ørkendannelse her virke med ringere Kraft.

Hvor langt nu end den øde Tilstand er fremskreden i Sahara, og hvor meget Saharas Vandmasser end maa være aftagne mod Fortidens, er denne Vandrigdom dog den Dag i Dag endnu ingenlunde helt udtørret; endnu sprede Himlens Skyer fra Tid til anden deres Fugtighed over den overvejende Del af Ørkenen, og — som vi have udviklet oven for Side 241-247 — Kildevandet, som oplivende sprudler frem fra Oasernes Jordbund, stammer kun fra Nedbøren, hvorimod den gamle Antagelse om store Søer dybt under Ørkenens Overflade er et Hjærnespind; der gives i Sahara kun underjordiske Vandmasser i samme Forstand, som vi forudsætte ved vore Kilder.

---

*) Se oven for S. 413.

**) Sedimentære kaldes alle de Dannelser, som ere opstaaede ved Bundfældning i Vand.

***) Den permiske Formation er det sidste Led af Oldtidens Formationer; plutoniske Udbrud og den stærke Salt- og Gipsdannelse svækker i høj Grad det organiske Liv, som derfor i denne Formation er meget fattigt; paa store Strækninger findes ofte ikke en eneste Forstening. Denne Formation har ogsaa faaet Navnet „Dyasformationen“, fordi den har tvende Hovedled: nederst Sandsten og Konglomerater, øverst Kalksten, Dolomit og Gips.

7. Højsletter og Bjærgmasser.

Ved deres Masseforhold danne Højsletterne og Bjærgene en betydningsfuld Modsætning til Lavsletterne med deres vandrette og bølgeformige Udstrækning. Ganske vist ere selv de mægtigste Bjærgmasser kun Ubetydeligheder i Forhold til selve Kontinenterne, og man maa ingenlunde tænke sig Bjærgkjæderne som Tømmerværket i Fastlandsmasserne; men Bjærgenes virkelige Betydning svækkes ingenlunde, fordi vi nødes til at opfatte dem som sekundære Fremtoninger i Sammenligning med Kontinenternes mægtige Grundvolde.

Hvorledes Bjærgmasserne maa tænkes opstaaede, har altid været et Problem, som har lagt Beslag paa Geologernes Skarpsindighed; men vi have allerede hentydet til*), at de sandsynligvis maa tilskrives Foldedannelser af Jordens Overflade. Dana og Süsz ere de første Forskere, som gjennem deres Studier ere naaede til den Opfattelse, at Bjærgenes Oprindelse ikke kunne forklares gjennem Hævninger, der skyldes Kræfter, som virke ud fra Jordens Midte; men at de ere fremkomne ved en sidelængs Forskydning af store Masser af Jordoverfladen. Gjennem denne Opfattelse, og naar man samtidig gaar ud fra, at Jordoverfladen drager sig uensartet sammen, blive Fastlandsmassernes Hævning mere forstaaelig, og man indser, at der foruden Parallelkjæder ogsaa kan fremkomme Hævninger som de skandinaviske Fjældvidder. Et ret smukt Forsøg anskueliggjør denne Bjærgkjædernes Fremkomst ved Sammendragningen af Jordens Indre. En oppustet Ballon af Kautschuk, som er hermetisk fastgjort til et Kobberrør, dyppes ned i et Voxbad. Paa Røret er anbragt en Hane, og naar Ballonen nu overalt er overdragen med et Voxlag, slippes lidt Luft ud gjennem Røret, Ballonen svinder ind, og paa Voxlaget, som ikke trækkes sammen herved, vise sig Fordybninger, Forhøjninger og Furer, som give et meget godt Begreb om Jordklodens Relief. Slige Forsøg halte naturligvis altid en Del; men de vinde i Betydning, naar de gaa Haand i Haand med opmærksomme Undersøgelser af selve Naturen; slige Granskninger har den schweiziske Geolog Heim nylig anstillet i Tödi-Vindgällengruppen

*) Se oven for S. 49-50.

ved Kildeomraadet af Floderne Reusz, Vorderrhein og Linth, og han har herved i væsentlig Grad fremmet vor Forstaaelse af Bjærgdannelsen.

Allerede den Omstændighed, at mange store Bjærgkjæder opvise en paafaldende Parallelisme, en Fremtoning, som man særlig kan iagttage ved de amerikanske Alleghanybjærge og de schweiziske Jurabjærge, medens man ikke kan paavise en Krydsning af Bjærgkjæder, allerede denne Omstændighed maatte lede til den nyere Anskuelse om Bjærgdannelser, ja de krystallinske Midtalpers vifteformige Struktur prædiker lejlighedsvis højt nok denne Opfattelse; dog er det Spørgsmaal ikke let at besvare, om Centralmasserne som delvise Eruptivdannelser aktivt have fremkaldt Alpernes Hævning, eller om de ligesom de sedimentære Lag kun staa i et passivt Forhold til denne Hævning. Heim er dog ved sine Undersøgelser kommen til det Resultat, at Alpesystemets Hævning ikke er bleven bevirket ved de eruptive Stenmasser; thi Alpernes eruptive Stenmasser ere alle langt ældre end Alpernes Hævning og kun passivt førte hen til deres nuværende Sted. Eruptive Stenmasser frembringe i det Hele taget slet ikke Bjærgkjæder. „Centralbjærgene", fremhæver Heim udtrykkelig, „ere Folder af Jordskorpen. Alle Centralalperne, alle Kalkalperne have dannet sig, fordi de tilsammen maatte modvirke et Sidetryk; var en Fold bleven smallere, maatte en anden have hvælvet sig saa meget desto bredere. Alle disse talløse herlige, rigt vexlende Kamme og Tinder ere Virkninger af samme Kraft og af samme Tid, hvor forskjelligartet deres Materiale end maa være".

Betragter man Vulkanerne, er det utvivlsomt, at deres Fremkomst er forbunden med en Nydannelse af Stenarterne, og at det vulkanske Bjærgsystem lidt efter lidt opstaar ved en Sammenslutning af enkelte mindre Bjærge. Bjærgmasser og Bjærgkjæder opstaa derimod ved en Stedforandring af alt tilstedeværende Stenarter; her er Bjærget det første, de enkelte Bjærge blive først ved Forvitring udformede af samme.

I det Omraade, Heim undersøgte, fandt han Omformningen betydelig større, end man egentlig kunde have ventet. En nøje Undersøgelse og Sammenligning af Dalenes og Bjærgkammenes Beliggenhed med Bjærgkjædens indre Bygning udviser — siger denne Forfatter —, at den nuværende Fremtoning og Form overvejende

er et Resultat af en Bortfjærnelse, som har gjort sig gjældende udvendig fra, og hvorpaa den indre Bygning og de oprindelige Revner i Overfladen kun har haft ringe Indflydelse. Vi finde Længdedale dér, hvor der skulde være Længderygge, og Tværrygge, som have forenet sig i Modsætning til den indre Bygning. „I bemeldte Gruppe — og i de indre Dele af Centralalperne i det Hele taget — kan Rumfanget af den nuværende Bjærgmasse over Havets Niveau, efter min Vurdering, vel omtrent beløbe sig til Halvdelen af de Masser, som ved Alpernes Ophobning engang hævedes over Havfladen; den anden Halvdel er nu forvitret og bortskyllet. Bjærgmassen er alt forlængst blottet ned til Dybder, hvor hen ingen af de rent overfladiske Former, som skyldes Bevægelser af Undergrunden, har naaet ned". I fuld Overensstemmelse hermed er Supan ved sine Undersøgelser i det østlige Graubünden og Tyroleralperne kommen til det Resultat, at Tværdalene i Bjærgene Oetzthaler Ferner og Venediger ikke saa meget skyldes Udvidelser af oprindelige Spalter, men meget mere ere uhyre Erosionsdannelser.

Heim afviser tillige den Antagelse, at Stenmasserne paa Foldedannelsens Tid endnu alle vare bløde; Folderne og den hermed sammenhængende Bjærgdannelse har aldeles Intet med Stendannelsen at gjøre, det Ene er uafhængigt af det Andet.

Medens vi saaledes med en vis Tilfredsstillelse kunne slaa os til Ro med denne Theori om Bjærgdannelsen, frembyde dog Højlandene nogen Anledning til Tvivl? Eller skulle vi antage, at ogsaa en saa mægtig Højslette som Pamir, „Verdens Tag", (i Mellemasien) er fremkommen ved Forskydning og Foldedannelse? Man kunde vel føle sig fristet hertil, naar man betænker, at Jordens mægtigste Bjærgkjæder netop findes i Nabolaget af denne uhyre Bjærgmasse. Eller have vi muligvis her snarere den gamle Fastlandsrand, som hævede sig op fra Havet, der engang dækkede det turanske Lavland? Vi skulle ikke her søge at besvare disse Spørgsmaal, da vi savne faste Tilknytningspunkter, og vi ikke ønske at forøge Hypothesernes Tal; men vi burde dog minde om denne Vanskelighed for at tydeliggjøre, hvor mange Skridt der endnu skal tilbagelægges for at naa til fuld Klarhed med Hensyn til Bjærgdannelsen. Paa en betydningsfuld Kjendsgjerning bør vi dog allerede nu gjøre opmærksom: henimod Polerne er Lavlandet, mod Ækvator derimod Højlandene og Bjærgene fremherskende. Man kunde fristes

til heri at finde Udtrykket for en Dannelsens Lov; kunde Jordens Opsvulming under Ækvator muligvis ikke ogsaa have fremmet Opskydningen af Fastlandsmasserne? Naar vi imidlertid kaste et Blik paa det store Ocean, der netop har sin største Udstrækning under Ækvator, blive vi lidt forsigtigere i vore Slutninger og mindre tilbøjelige til at se en Lov dér, hvor vi maaske kun have Resultatet af en tilfældig Forening af forskjellige Kræfter. Da nu alligevel Højbjærgene og Højsletterne ligge væsentlig i det hede Bælte, findes hist paa et forholdsmæssigt ringe Rum alle Jordens Klimater forenede. Fra Højfjældene i Ækvators Nærhed rulle uhyre Laviner tordnende ned i Dalene, medens det hede Bæltes Planter og Dyr trives og færdes i de fugtigvarme Lavninger ved Bjærgenes Fod. „Saaledes flytte Bjærgene det kolde Nord helt ned i Syden og forene alle Klimater og alle Aarstider".

Overgangen fra Lavlandet til Højlandet danne Terrasselandene, som man dog kun i de sjældneste Tilfælde maa forestille sig som store, over hinanden liggende Terrasser. I Regelen krydses Terrasselandskaberne af mer eller mindre parallele Bjærgkjæder; men ofte findes der heller ingen Sammenhæng mellem disse Bjærge, og vi se da under vor Opstigning til Højsletten et Bjærgland, hvis enkelte Bestanddele ere spredte usymmetrisk mellem hverandre.

Ved Bjærgkjæder betegnes den øverste Del som Bjærgryggen, og naar den er meget smal, kaldes den Bjærgkammen. En egentlig Bjærgkam findes langt sjældnere, end man i Regelen tror. I Tyskland er Thüringerwald et godt Exempel herpaa. Her danner Kammen en uafbrudt Bølgelinje, som betegnes ved „Rennsteig", en ældgammel Grænsevej, der dels som bred Landevej, dels som smal Sti strækker sig hele 20 Mil; paa enkelte Punkter kan man fra Toppen se Sletten paa begge Sider.

Efter Højden over Havspejlet kan man adskille Mellembjærgene til (6000 Fods Højde) fra Højbjærgene (over 6000 Fod). De første have i Regelen mildere Former, de sidste ere mere vilde, frembyde hyppig stejle Klippeskrænter og utilgængelige øde Partier; Vandfald bruse ned i Dybet, Klippestyrtninger dække Dalene; nøgne og ofte sneklædte rage de højere Regioner op over Skyerne. Naar man ikke overvejende tager Hensyn til Højden over Havspejlet, men mere til den horizontale Udstrækning, fremkommer

Modsætningen mellem Bjærgkjæder og Bjærgmasser; som et fortrinligt Exempel paa de første nævne vi Ural, paa de sidste Harzen. Bjærgkjæden fremtræder undertiden som en sand Klippemur, f. Ex. de amerikanske Cordillerer mod Stillehavssiden, undertiden ere de næppe mærkelige for Iagttageren. Dette er t. Ex. Tilfældet med Ural, naar man bestiger Kjæden fra Perm; den evropæiske saa godt som den asiatiske Skraaning er saa jævn, at man i Steden for en Bjærgkjæde kun ser et med Granskove dækket Højdedrag for sig.

De højeste Punkter i Bjærgene kaldes Toppe, de dybeste Dele Passer, og disse danne de naturlige Overgangspunkter; jo mere tilgængelige Passerne ere, og jo lavere de ligge, desto mere fremmes Samkvemmet paa begge Sider af en Bjærgmasse. Derfor ere Alperne de mest tilgængelige af alle Højbjærge; her have de mest bekvemme Passer omtrent den halve Højde af de omgivende Toppe, medens Passerne i Pyrenæerne og i de asiatiske og amerikanske Højbjærge ligge langt højere. De største Højder i Bjærgene staa ikke i direkte Forhold til Bjærgryggens Højde; men Bjærgkammens Højde staar i et nærmere Forhold til Passernes Mellemhøjde, saa man kan betragte denne sidste som Gjennemsnitshøjden af Bjærgkammen.

Bjærgtoppenes Udseende og Form er overordentlig forskjellig og afhænger af Højden, Stenmassens Beskaffenhed, den nærmere Maade, hvorpaa de ere dannede, Bjærgenes Alder og de atmosfæriske Forhold i Omegnen. Alle disse Forhold virke i det enkelte saa ulige, at næsten hvert Bjærg har sit særlige Fysiognomi. Hvilken Forskjel i den ydre Form er der f. Ex. ikke fra Brockens (Bloksbjærgs) jævntstigende Masse og Schneekoppes flade Klippekegle til de taarnlignende Tinder i højre Tatra (Højkarpatherne), fra Thüringerwalds bølgeformige Koller til Andesbjærgenes Tinder, som rage op over de nøgne, murlignende Klippevægge. Og herved er der endnu slet ikke Tale om de vulkanske Bjærge, som udgjøre en ganske særlig Klasse af Dannelser. Naar vi høre om Naale, Tinder, Pigge og Horn, maa vi ved Bjærgbeskrivelser just ikke tage slige Sammenligninger alt for ordrette*); men den, der f. Ex. aldrig

*) Af de mange norske Benævnelser paa Bjærgtoppe betegner Kol, Nut, Hø, Axel og Naas mere eller mindre afrundede Toppe, Eg og Kamb skarpryggede, Horn, Pig og Tind tilspidsede Toppe.

har set Toppe som Matterhorn eller Pic du Midi (Pyrenæerne), kan dog af Navnet danne sig en svag Forestilling om disse Klippedannelsers dristige takkede Rejsning. Det Storartede ved et Bjærgs hele ydre Fremtræden afhænger kun i underordnet Maal af den absolute Højde over Havspejlet; sete fra den tibetanske Højslette fremkalde Himalajas Bjærgkæmper aldeles ikke et saa storslaaet Indtryk som Pico de Teyde paa Teneriffa, set fra Havet, naar dets Hoved rager op over Skyerne.

Daldannelsen staar i uadskillelig Forbindelse med Bjærgenes Modellering og Udformning. Hvor der danner sig Folder i Jordoverfladen, maa der fremkomme Dale; men hine oprindelige Dale ere sikkert i de allerfleste Tilfælde forsvundne; thi som vi allerede tidligere have set, søger Vandet stadig ved at undergrave Skrænterne at udvide Dalene, men udjævner dem ogsaa samtidig ved Grustilførsler. Saa vidt Daldannelsen skyldes Vandet, falder den efter Rütimeyer i en stadig Del, som aldrig hviler, saa længe der er Vand tilstede, og en fuldstændig Udjævning ikke er foregaaet, og i talrige mindre Afsnit, hvor de forskjelligartede Forhold modificerer og individualiserer Arbejdet efter Tid og Forhold paa den mest mangfoldige Maade. „Daldannelsen tager under alle Omstændigheder sin Begyndelse ved Bjærgets Fod, og saafremt Dalene ere et Produkt af Vandet, voxe de her fra tilbage mod Centrum. Naar Bjærget rager op i Egne, hvor Vandmængden, dens Fordeling, Formen af Nedbøren saa vel

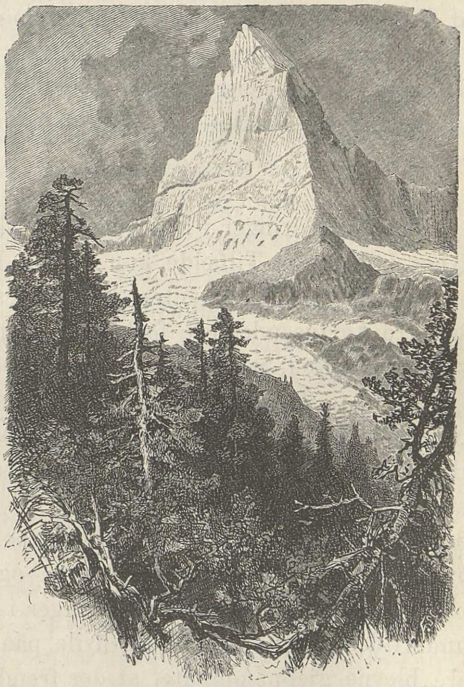


Fig. 134. Matterhorn (Walliseralperne).

som Graden af Temperaturen og dennes Fordeling er forskjellig, brede følgelig Dalene sig med Tiden over Strækninger, hvor disse modificerende Faktorer fremkalde et meget forskjelligt Resultat; de forskjellige Stenlags ulige Fordeling gjør det ligeledes sandsynligt, at Dalen i Tidens Løb vil støde paa Stenmasser af forskjellig mekanisk og kemisk Modstandskraft. Alle disse Forhold kunne give hvert Punkt i Dalen et individuelt Præg. I det Hele og Store vil en slig Dal, naar den er naaet op i den evige Snes Rige, falde i tre Afsnit med forskjellig Arbejdsenergi: relativ Ro eller et Minimum af Arbejde under det stadige Is- og Snedække; Maximum af Arbejde, skjønt kun i bestemte Aarstider, ved de tvende Grænser for Snedækket; en Concentrering af Arbejdet, i Regelen hele Aaret rundt, til de enkelte Bække- og Flodløb neden for Snegrænsen".

De Forandringer i Bjærgene, der skyldes Vandet og Atmosfæren, synes i de fleste Tilfælde kun ringe. De Bjærge, som omtales i de ældste skrevne Dokumenter, hæve nu som før deres Hoveder; mere end tre Aartusender ere forløbne, siden Moses samlede Israels Børn ved Sinais Fod, men den uhyre Klippemasse rager endnu den Dag i Dag op i Himlens Blaa; endnu saa godt som paa de gamle Grækeres Tid er Stromboli et Fyrtaarn i det tyrrhenske (toskanske) Hav. Kun ved Videnskabens Haand skjelne vi de storartede Forandringer, som fuldbyrdes, naar de smaa Virkninger i Aarhundredernes Løb opsummeres. Der gives dog imidlertid Tilfælde, hvor det rindende Vands undergravende og opløsende Kraft i faa Øjeblikke fremkalde uhyre Forandringer i Bjærgets Omrids. Det hændes undertiden, naar Stenmasser hvile paa skraanende Lerlag, og disse ere blevne gjennemblødte, at der fremkommer Bevægelser i de døde Masser, og disse Bjærgskred ere frygtelige. Intet er mere rædselsfuldt, end naar Bjærgene, som synes at være rodfæstede i Jordens Indre, sætte sig i Bevægelse, naar de rive Træer og Buskads med sig, styrte ned over Beboerne og deres Hytter og for stedse begrave Alt, hvad der ligger paa deres Vej. Lykkeligvis ere slige rædselsfulde Katastrofer temmelig sjældne, og endnu sjældnere indtræffe de uden Vartegn. I Regelen gaar der en Forpostfægtning forud for Hovedmassens Fremrykning; enkelte Klippeblokke løsnes og rulle ned, Spalter fremstaa, gamle Klippevægge bøje deres Hoveder. Naar

Beboerne nu ikke berede sig til Flugt, er deres Fordærvelse sikker; thi saa snart Skrænterne eller Klipperne selv sætte sig i Bevægelse, bliver der ingen Tid mere til Flugt. I faa Minutter er det Frygtelige indtraadt. Saaledes blev den 4. Septbr. 1618 Beboerne af Plurs ved Chiavenna, over 2000 Mennesker, knuste og begravne under Ruinerne af Bjærget Conto. En Kastanjeskov hæver sig nu til Dags over Ulykkesstedet.

En af de frygteligste Begivenheder af denne Art er Roszbjærgets Fald over Landsbyen Goldau, den 2. Septbr. 1806. Vi følge her Berlepsch's levende Skildring af denne Katastrofe*).

„Tidlig om Morgenen bemærkede Landboerne, som befandt sig paa Højderne af Gnüpenbjærget (den østlige Del af Roszbjærget) og ved det saakaldte „Spitzenbühl", at der var opstaaet friske og vidt gabende Spalter i Jorden og i Klippevæggene. Grønsværet var paa mange Steder revet løst og havde forskudt sig, og i de tilgrænsende Skove hørtes af og til dumpe Brag, som om Træernes Rødder bleve voldsomt sprængte. Samtidig dermed styrtede uafbrudt Klippestykker ned fra en Klippevæg ved „Gemeinde-Märcht"; men da saadanne Nedstyrtninger ere meget hyppige om Foraaret, efter at Sneen er smeltet, og til enhver Tid af Aaret efter heftige Regnskyl, og da Beboerne af Röthnerbjærget i lang Tid havde vænnet sig til Larmen af nedstyrtende Klippeblokke, lagde de nu ikke synderlig Vægt paa denne Fremtoning, men antoge i det Højeste, at der et dybere liggende, temmelig øde Sted var i Færd med at danne sig et Jordskred. Nedstyrtningen af Klippemasserne blev imidlertid voldsommere fra Time til Time og fremkaldte vældige Støvskyer, Luften var i en uafbrudt sitrende Bevægelse, og Folkene paa Bjærget følte i en vid Omkreds Jordbunden skjælve under deres Fødder. De, som vare beskæftigede med at hyppe Kartofler, fælde Træer eller vogte Kvæg paa Marken og i de tilgrænsende Skove, bleve uafladelig skræmmede af nye Jordstød og sendte deres forfærdede Blikke mod Roszbjærget.

„Ud paa Eftermiddagen, netop som Uret paa Kirketaarnet i Art havde slaaet $4^3/_4$, aabnede sig pludselig, midt paa Siden af det jævnt skraanende Bjærg, ved Rüthisæteren en stor Spalte i Jorden,

*) H. A. Berlepsch: Alperne. Paa Dansk ved Jonas Collin. Kbhv. 1873. Det citerede Sted findes Side 47—50 og 55.

som øjensynlig tiltog baade i Længde og Bredde. Det omliggende Grønsvær væltede sig op, ligesom det var blevet oppløjet, og vendte den sortebrune Jordside i Vejret. Samtidig hermed mærkede man et uhyggeligt Liv i den tilgrænsende Zam-Skov; først bølgede de høje slanke Fyrretræer, ligesom bevægede af en usynlig Haand, frem og tilbage, næsten som naar Sommervinden farer hen over en Kornmark. Denne bølgeformige Bevæ-

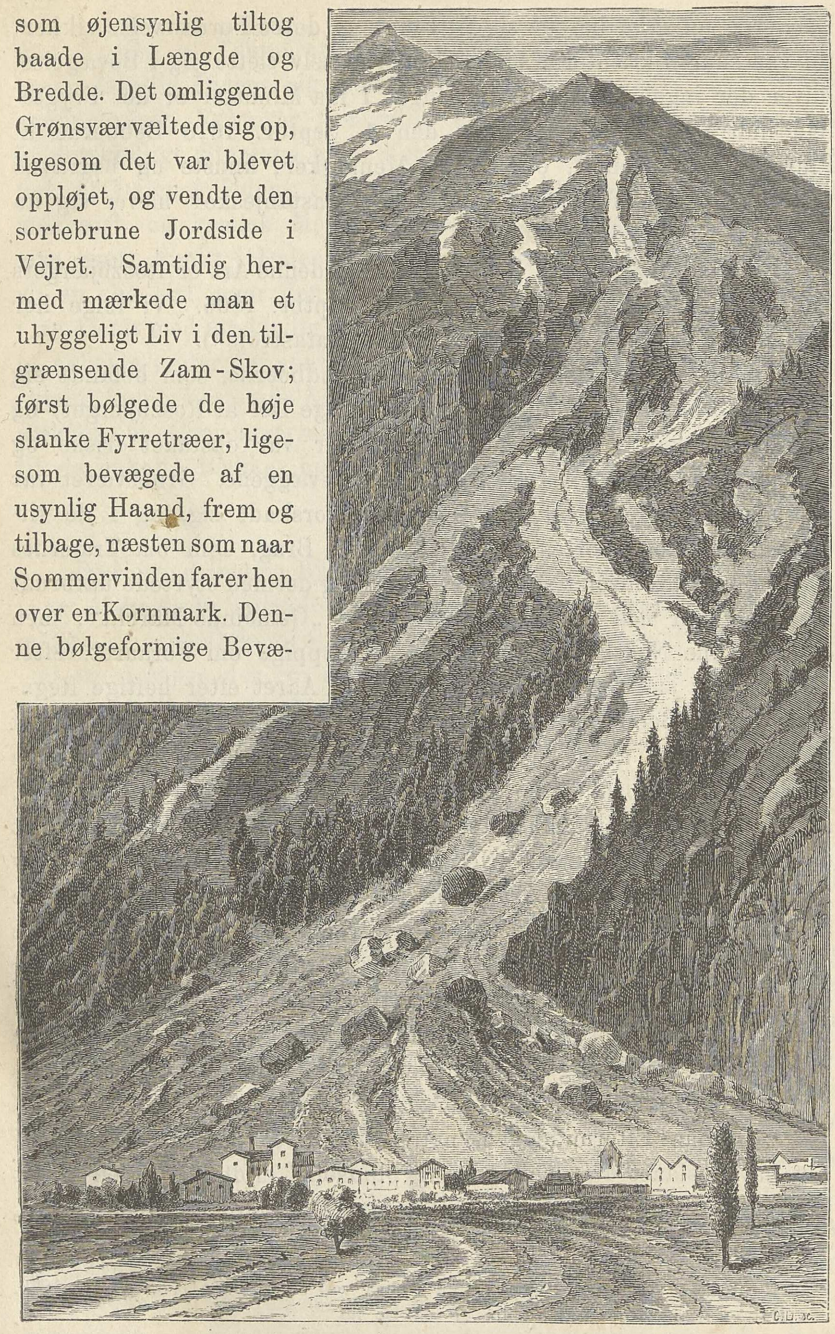


Fig. 135. Bjærgskred ved Bitten i Schweiz.

gelse tiltog efterhaanden i Styrke, men i forskjellige Retninger, saa at Stammerne og Trækronerne under den voldsomme og uregelmæssige Slingren sloge imod og gjennem hverandre med uhyre Kraft. Med forfærdede Skrig fløj Ravne, Krager og Skovens andre Fugle op og flygtede i store Skarer mod Sydvest hen til Skovene paa Rigis Skraaninger. Jordbundens bølgeformige Stigen og Falden forplantede sig nu ogsaa til Markerne, og det saae ud, som om kæmpemæssige Muldvarpe arbejdede under dem; paa samme Tid begyndte hele den øverste Egn af Bjærget at glide ned i Dalen; Bevægelsen blev stærkere og stærkere, Fyrreskovene syntes i Begyndelsen at stride imod og vægre sig ved at tage Del i den hurtige Rutschen, og i Følge Udsagn af Folk, som fra først til sidst vare Øjenvidner til den forfærdelige Katastrofe, saae Træernes Bevægelse ud, ligesom naar man kæmmer Haarene mod deres naturlige Retning og Leje.

„Den skrækindjagende Fremtoning tiltog stadig i Voldsomhed. Marker og Enge, Haver og Gaarde, Mennesker og Dyr bleve i stedse voxende Omfang dragne med ind i den frygtelige Omvæltning. Beboerne, som følte Jorden, den Jordbund, hvorpaa de vare fødte og havde henlevet deres Liv, skjælve under deres Fødder, fore forfærdede op for at flygte fra Hjemmet. Da hørtes pludselig et buldrende Drøn, som om Jordskorpen sprængtes, et saa forfærdeligt bragende, larmende Knald, som om tusende Lynstraaler paa én Gang havde slaaet ned i Bjærget og havde knust og sønderplittet det i alle dets Dele. „Steinbergerfluh", en Klippemasse paa flere Millioner Kubikfavne, tillige med hele den derpaa voxende Skov og den neden for liggende, terrasseformige over 100 Fod høje Breccievæg af det saakaldte Gemeinde-Märcht, vare styrtede sammen. Dette gav Signalet til almindelig Ødelæggelse, og der begyndte nu et Skuespil, hvis storartede Rædsel næppe lader sig beskrive. I den vildeste Uorden fløj Klippeblokke og Stene, Jordklumper og Græstørv, Buske og Træer, indhyllede i snart stigende, snart synkende Støvskyer, mellem hverandre ud over Bjærgskraaningen ned mod Goldauerdalen. Klippestykkerne syntes at ville indhente hverandre; det var som et Kapløb mellem dem raa Materies Elementer. De kaotisk opdyngede Masser, den svimlende Fart, den almindelige Forvirring voxede med hvert Øjeblik. Klippeblokke saa store som Huse, med endnu opretstaaende Træer, fore med susende Fart højt

gjennem Luften, som om de vare udslyngede af Dæmonernes Hænder; Stenene rikochetterede, naar de tørnede mod Klipperne, og fløj paa ny bueformig ud i Luften som skudte ud af kæmpemæssige Mørsere; andre sloge under Nedstyrtningen mod deres Rejsefæller og sprang i Stykker som Gnisterne fra de hvidglødende Jærnstænger under Hammerens Slag. Det var som en Scene af den græske Mythe om Titanernes Kamp.

„I Løbet af faa Minutter vare over hundrede menneskelige Boliger og lige saa mange Kvægstalde og Lader tilintetgjorte; thi hele Skraaningen af Roszbjærget, næsten helt op til „Gnüpenspitz", hvis øverste Top prydes af et stort Stenkors, var den Gang oversaaet med Huse, og neden for, i Dalen mellem Zuger- og Lowerzersøen, laa de nærsomme Landsbyer Goldau, Busingen og Lowerz. Fire Hundrede og syv og halvtredsindstyve Mennesker fandt en fælles Grav under Bjærgskredet. — I Løbet af flere Decennier havde hele den Egn, hvori Goldau havde ligget, Udseendet af en øde Stenørken, hvorover Forbandelsen hviler; ved hvert Skridt mindede Klippestykkerne om den forfærdelige 2den September 1806. Disse sørgelige Indtryk ere dog nu mildnede af Tiden og af Vegetationens smykkende Haand. Hine Klippeblokke ere nu beklædte med Mos og frodige Saxifrager, mellem Gruset og Stenskjærverne fremmylrer en livlig Verden af smaa Blomster, Buske og Krat, og kommende Slægter i det nye Aartusende ville kun finde utydelige Omrids af dette store Gravsted."

Slige Katastrofer finde efter større og mindre Maalestok Sted i ethvert Bjærgland. Vi skulle imidlertid her kort omtale nogle tilsvarende Fremtoninger fra det søndenfjældske Norge, hvor særlige lokale Modifikationer ere komne til, og det ikke er egentlige Bjærgskred, men Udglidninger, som nærmest skyldes Elvenes Ødelæggelse af deres Bredder. Dog er det ogsaa her Vandet, som gjennemtrænger og opbløder Lerskifer, Ler o. s. v. og forvandler dem til en dyndet Masse, hvorpaa den overliggende fastere Jordskorpe glider ud. Slige Jordfald eller Elvebrud have især fundet Sted langs Vormens og Glommens Bredder (i Akershus og Smaalenenes Amter), hvor et løst kalkholdigt Ler, der let opblødes, danner Underlaget for de øvre fastere Ler- og Sandlag. Ved Sarpfossen sank i Aaret 1702 Borge Herregaard ned i Dybet og efterlod en Vandstrækning 3—400 Alen lang og halv saa bred; Ulykken skete om Natten, og

14 Mennesker samt 200 Stykker Kvæg omkom. — Et andet mægtigt Jordfald forefaldt i Oktober 1795 om Middagen ved Gaarden Tesen, ikke langt fra Vormens Udløb i Glommen; den udglidende Masse var saa betydelig, at den ganske spærrede Flodens Løb, saa man i næsten fire Maaneder kunde gaa over denne ellers brede og vandrige Elv, og Indsøen Mjøsen, som ikke havde sit sædvanlige Afløb, steg 24 Fod over den sædvanlige Vandstand.

8. Snelinjen. — Laviner. — Isbræer.

I Nærheden af Polerne ere Is og Sne fremherskende i Havets Niveau; men under enhver anden Breddegrad, selv lige ved Æqvator, kunne vi forefinde den samme Kulde, der karakteriserer Polaregnene, naar vi blot ville stige tilstrækkelig højt op over Jordens Overflade. Kæmpefjældene i det tempererede og hede Bælte rage i Virkeligheden op i de Egne, som have et Polarklima, til Højder, hvor Sneen ikke smelter hele Aaret rundt; den nederste Grænse for denne Højde kaldes Snegrænsen. Man maa imidlertid ikke forestille sig, at Snegrænsen er en fast Linje, som ved Polerne naar ned til Havet, under Æqvator derimod har sin største Højde; dens Afstande fra Havfladen ere tvært imod meget forskjellige, selv i samme Bjærgkjæde. I Alperne ligger Snelinjen saaledes omtrent i 8600 Fods Højde; men man kan ikke desto mindre opregne en Mængde Toppe, som hæve sig til 11000 Fod, og dog til Trods for deres Beliggenhed og jævne Skraaninger ere snefri. Selv paa Novaja-Semlja, der har en saa overordentlig kold Sommer, naar Snelinjen, strængt taget, ikke ned til Havet; thi om Sommeren er Lavlandet til Dels snefrit. Den Højde, i hvilken Snedækket bliver liggende, afhænger af Varmens Fordeling i de forskjellige Aarstider, af Luftens mer eller mindre stærke Tørhed og de herskende Vindes Art, af den Mængde Sne, som i det Hele falder, og endelig af Nærheden af store, varmeudstraalende Højsletter. Ethvert af disse Momenter kan øve en betydelig Indflydelse og trykke Snelinjen mange Hundrede Fod ned eller til Vejrs. Saaledes finde vi under Æqvator paa Andesbjærgene om Staden Quito Grænsen for den evige Sne i en Højde af 15 300 Fod, hvorimod den i Chiles vestlige Cordillererkjæde, under 14—18 ° s. B., hæver sig til 17 800 F. over Havet, rime-

ligvis som en Følge af Luftens store Tørhed. En tilsvarende, betydelig Modsætning findes ved Himalajabjærgenes tvende Skraaninger; paa den sydlige Side ligger Snegrænsen 15 600 F. høj, paa Nordsiden, der skraaner ned mod Tibets kolde Højslette, ligger Snelinjen over 1000 Fod højere. Aarsagen til denne Ulighed kan kun søges i de forskjellige Luftstrømninger. Medens de dampmættede Monsuner stige op langs Himalajabjærgenes Sydside og derved afsætte deres Fugtighed for neden som Regn, højere oppe som Sne, rammes Nordsiden kun af tørre Vinde, „Sneædere".

Højfjældenes blændende hvide Snemarker vilde i Følge Sagens Natur voxe i det Uendelige, saafremt de ikke igjen delvis bleve førte ned i lavere Egne. Den Snemængde, der aarlig falder i Alperne, er t. Ex. saa stor, at den, hvis den blev liggende og faldt jævnt, vilde danne et Lag paa over 55 Fod i Tykkelse. Tænke vi os fremdeles denne Masse efterhaanden forvandlet til Is, vilde Isbræens Tykkelse blive forøget med 6—7 Fod aarlig, og bleve disse Sne- og Ismasser nu liggende paa et og samme Sted, maatte der til sidst dannes høje Bjærge af Sne og Is. I en vis Højde over Snelinjen, hvor det Lag Is, der aarlig dannes, blot har en Tykkelse af 1 F., vilde der saaledes, hvis Isen blev liggende, siden Kristi Fødsel være blevet dannet et Bjærg af Is paa 1880 Fods Tykkelse, og hvis denne Ophobning af Is var vedbleven at finde Sted i den nuværende Jordperiode, vilde disse Isbjærges Højder være større end Jordklodens højeste Bjærge. En saadan Isdannelse finder nu imidlertid ikke Sted, Solvarmen udtømmer ikke Oceanerne og henlægger ikke deres Vande i Form af Sne og Is paa Bjærgene. Forskjellige Aarsager hindrer den heri. En stor Mængde af Sneen og Isen fordamper aarlig; Storme hvirvle Sneen i Vejret (Højfjældene „ryge") og føre paa denne Maade en Del igjen ned paa lavere liggende Steder, hvor den smelter; en anden Mængde føres, som vi snart skulle nærmere udvikle, bort ved Isbræerne, og endelig styrter en stor Del Sne og Is ned i Dalene under Form af Sneskred eller Laviner*).

*) Ordet „Lavine", der har vundet en Slags Borgerret i flere Sprog, hører man aldrig i selve Alperne; i de forskjellige schweiziske Landskabsmaal kaldes de „Laue, Lauwe, Lauine", i Tirol „Lähne", i de rhætoromanske Alper „Lavigna". Nogle have villet udlede Ordet af det latinske Udsagnsord „labi" (at falde), andre have tænkt paa „Løvinden", fordi Lavinen styrter

„Lavinerne ere uhyre, tordnende Snestrømme, hvis frygtelige Virkninger maale sig med deres majestætiske Storhed*). De gjentage sig periodisk, have deres bestemte Strøg og Gange, deres Kjedler, i hvilke de ophobes, og deres Lejrpladser, hvor de bevægede Masser komme til Ro. De egentlige Laviners Dannelse afhænger af Bjærgmassernes Form og Hældning, af den faldne Snemasse, af Temperaturen og en Mængde andre Forhold. Bratte Terrassedannelser, stejle Fjældvægge eller stærkt hældende Skraaninger forhindre Afleiringen af store Snemasser og Lavindannelser. En Hældning af 30—35° og en lang Vandfure, mod hvilken større Skrænter falde jævnt af, begunstige derimod en periodisk Dannelse af Laviner. Grundlavinerne ere imdlertid stadigere end Støvlavinerne. Disse sidste ere ikke blot uregelmæssigere, men ogsaa farligere og voldsommere, optræde kun om Vinteren og i det allertidligste Foraar og opstaa, naar store Masser af ny, kornet, løs Sne falde paa et fast og haardt Snedække. De have intet fast Leje dér, naar Skraaningen er noget stejl; Faldet af en lille Snegesims oppe i Bjærgene, Trinnet af en Gemse eller en Hare, ja selv den lille Sneklump, som falder fra en Busk og ruller ned, eller endog blot en Luftrystelse kunne under gunstige Forhold sætte hele den nye, oven paa liggende Snemark i Bevægelse. Først glider den langsomt frem i ét sammenhængende Stykke, dernæst river den de dybere liggende Masser med sig, vælter sig hen over dem, søger til Vejrs og splitter dem ad. Drønet i den klare Luft og de opstaaende Vindstød fremkalde ny Styrtninger fra alle Sideskrænterne. Med rasende Hast, frygteligere og frygteligere Tryk og tordnende Brag styrter Hovedstrømmen ned i Dalen, har allerede naaet Skovregionen som en bred, højt optaarnet Stormflod, river Sten og Buske med sig og bryder nu knagende ned gjennem Skoven. Man ser intet andet end hvirvlende og oprullende Taagemasser; uendelige Støvskyer indhylle Strømmens

---

ned i Dalen med det mægtige Rovdyrs Raseri og Kraft. Fastholder man imidlertid Folkesprogets simple Udtryk, vil man snart finde Stamordet „lau“ (mild, blid), og med Benævnelsen „Laue“ eller „Lauine“ vil den ordknappe Bjærgboer kun i størst mulig Korthed sammenfatte og betegne den Fremtoning, der hvert Aar viser sig for ham ved den mildere („laue“) Aarstids Gjenkomst.

*) Sammenlign Friedr. v. Tschudi: Dyrelivet i Alperne. Ved Overlærer C. Fogh. Kbhv. 1875, pag. 257—64.

Gang, hvis hele Bane staar i Røg og Damp; men Træerne knække, Klippegrunden skjælver, Fjældtinderne gjenlyde af Stormens Torden i lange, ængstelige Minutter — endnu et Slag og et sitrende, knusende, dumpt, uforklarligt Bulder — og Alt er atter stille.

„Et skærende Lufttræk har ledsaget Lavinen paa dens stolte Vandring. Du kan følge den med Øjnene og se dens friske, Hundreder af Alen brede Kanalleje over to Mile lige ud gjennem Alpegræsgange, Skove og Enge indtil Bækken dybt nede i Dalen. Endnu rulle enkelte Snekugler afsted og glide smaa Snemasser efter, endnu bølger den gjennembrudte Højskov for Fordærvelsens Aandepust. Set fra Dalen er Katastrofen mere malerisk; men man øjner sjælden Begyndelsen. En saadan Snestrøm, som udbreder sig og voxer med Kæmpekræfter, skummer højt op og styrter sig som et Vandfald ned over Klippevæggene, snart deler sig og snart atter forener sig og optager Sidearme — et uhyre, rullende, bølgende, glinsende Hav i pilsnar Fart —, frembyder med alle dets vidt rækkende Sidevirkninger et usigelig storartet Skuespil. Kun nogle faa Minutter, og Højalpernes Datter ligger efter sin gyselige Dans stille og uden Bevægelse nede i Dalbækkenet. Fire til fem Tusende Fod har hun tilbagelagt i sit sejrrige Tordenløb, med Kroppen hyllet majestætisk i sit flagrende hvide Klædebon, og nu ligger hun med opløste Lemmer i Dalsengens Skjød.

„Sletteboerne gjøre sig sjælden noget rigtigt Begreb om de forunderlige Stormvinde, af hvilke en saadan Støvlavine ledsages. Lufttrækket gaar ligesom stød- og skudvis nogle Hundrede Skridt til Højre og Venstre langs med Lavinskredet, men farer derimod for neden langt hen over de stenede Snemasser, slaar ofte an mod den over for liggende Bjærgvæg eller taber sig ud i den aabne Dal, hvor det endnu en halv Times Tid efter ryster Husenes Døre og Vinduer og letter Skorstenene af Tagene. I Skovene nedslaar denne Stormvind paa begge Sider af Snestrømmen ofte Hundreder af de stærkeste og ældste Træer, løfter Mennesker og Dyr i Vejret og kaster dem ned i Dybet, knuser i Dalen, selv langt fra sit Ophavssted, de mægtigste Nødde-, Æble- og Ahorntræer, vælter tunge Fragtvogne og nedbryder hele Stalde. Dog ere disse Luftstrømninger temmelig snævert begrænsede, og uden for deres skarpt tegnede Grænselinjer rører sig ikke et Blad.



Fig. 98. Taminakløften ved Badet Pfäfers.

„Forunderlige Tilskikkelser føre disse Laviner ind i Bjærgboernes Liv. Snart indhylle de i en natlig Time hele Landsbyer, begrave Beboerne i hushøje Snemasser og kvæle dem, før de kunne vaagne af deres Søvn; snart hvirvle de Smaahuse som Kortblade op i Luften og kaste Beboerne uskadte hen til Siden i Sneen. Høskur føres 500 Skridt bort gjennem Luften over Bækkene og sættes atter uskadte ned med hele Høoplaget paa den anden Dalside. I alle højere Dale har man baade ældre og nyere Beretninger om Mennesker, som ere blevne levende begravede og frelste paa en vidunderlig Maade*). Dyr, der ere komne ind i Lavin- eller Luftstrømmen, blive naturligvis omtumlede paa samme Maade. Smaafugle og Ravne slynges højt op i Luften, sjældnere river Lavinskredet en Gemse med sig. Man siger om disse kloge Dyr, at de omhyggelig undgaa alle farlige Steder i den Tid, Lavinerne ere hyppige. Det er dog vel mere deres Sky for Solsiden af Bjærgene end deres Forudfølelse af Lavinfaren, som beskytter dem mod Døden. Med Vindstødene udbreder ogsaa en stor Mængde af den i Støv opløste Sne sig med en forunderlig gjennemtrængende Kraft i Dalen, hvor denne Støvlavine massevis trænger ind i Husene gjennem de fineste Ridser og sætter sig saa fast i de uldne Klæder, at den slet ikke kan børstes af.

„Grundlavinerne opstaa senere end de nys beskrevne, fra Foraaret og ind i Sommeren. De større styrte temmelig regelmæssig ned i Dalen til bestemte Tider af Dagen, paa østlige Bjærgskraaninger mellem Kl. 10 og 12, paa sydlige mellem Kl. 12 og 2, paa vestlige mellem 3 og 6, og paa nordlige indtil sent ud paa Aftenen. Føhnen i de højere Bjærgregioner eller vedvarende Solvarme opløser store Snemarker af mange Tusende Kvadratfods Overflade, undergraver dem til Dels ogsaa, saa at hele Strækninger paa én Gang begynde at glide nedad ved den mindste Anledning. De dybere liggende Snemarker hænge ved og løsnes let fra den bløde, svulmende Jord; alt boltrer sig sammen og river overalt nye

*) Den mest ødelæggende Lavine, man har kjendt i Bünden, styrtede ned i Prätigau fra Rhätikon og begravede 150 Huse og Stalde i Raschnalsletten bag Landsbyen Saas. Mellem de vidt spredte Ruiner fandt Hjælpemandskabet en Vugge med en uskadt lille Patteglut og ved Siden deraf en Kurv med sex hele Æg, derimod dræbtes 58 Mennesker og over 300 Stykker Kvæg.

Snemasser med sig, tager Jord, Grus, Sten og Blokke med og tordner nu som en Strøm, men med fastere Masser, ned over Klippevæggen eller gjennem de sædvanlige Furer og Lavinveje ned i Dalen. Da de bestaa af vaade, sammenklumpede Snemasser og under deres Fremgang kugle og trænge sig tættere sammen, fyge de ikke saaledes til Vejrs som de tørre Støvlaviner, hvis Millioner af Støvperler opfylde Atmosfæren med Lys; men de foraarsage derfor heller ikke noget betydeligt Lufttryk og gjøre kun Skade ved den Bane, de bryde sig, idet de rode Jorden op i den eller ogsaa, skjønt sjældnere end Støvlavinerne, bryde sig ødelæggende Veje gjennem Højskovene. De føre altid store Masser af Is med sig og se smudsige ud. I Regelen ligne de mere en hushøj Snevæg end en kæmpestor Snebold. Snemasserne smelte temmelig langsomt, ofte først i Juli, i Kjedlerne og paa Græsgangene, hvor de ere blevne staaende og danne 30—40, i snævre Dale endog indtil 200 Fod høje Snebjærge. Hyppig blive Masserne ogsaa liggende i en Elvseng, Elven tøer og danner en lille Sø, indtil den har gnavet sig gjennem den 50—80 Fod brede Snemur, hvorpaa den styrter ødelæggende ned i Dalen. Er Vejrliget koldt, eller ligger Dalbunden højt oppe i Skygge, bliver den gjennembrudte Snemasse ikke sjælden liggende det hele Aar over Bækken som en broagtig Hvælving, der uden Fare kan betrædes, indtil den ved Lejlighed styrter sammen i næste Aar. Massen er saa godt sammentrillet, sammenrystet og sammenæltet, at den bliver til en jærnhaard Kit, og Lavinlevningernes overordentlig langsomme Sammensmeltning er under saadanne Omstændigheder meget let forklarlig."

De store Sneskred eller Laviner bringe, som vi have set, en Del af den „evige Sne" ned i Dalene, og endnu større Masser føres gjennem en langsom Nedgliden, der skyldes de oven for liggende Deles Tryk, ned i lavere Egne, hvor Solvarmen er stærk nok til at smelte dem bort. Den Sne, som ligger i Nærheden af Snegrænsen, smelter for en ringe Del ved Solens Varme. Vandet opsuges derpaa til Dels af den øvrige Sne, fryser igjen om Natten og saaledes fremkommer en løst sammenhængende, kornet Masse, som danner Overgangen mellem Sne og Is. Disse Snemasser kaldes i Norge Fon, i Schweiz Firn, i de franske Højalper Nevé. Fonnens Vægtfylde ligger omtrent mellem Sneens og Isens; en bestemt Grænse mellem Fonnen og Isen lader sig dog ikke drage; thi efterhaanden som

Trykket paa Fonnen forøges ved Tilvæxt af de faldende Snemassers Vægt, gaar Fonnen over til en porøs Is, dernæst til en tæt kornet Ismasse, og saaledes opstaar sluttelig en Isbræ (en Jøkel eller Gletscher).

Bræisen ligner ikke den sædvanlige Is, som dannes paa Søerne og Havene; den er overmaade ujævn og sammensat af en Mængde Isstykker, som ved Bræens Fod have et Gjennemsnit af nogle Tommer.



Fig. 137. Groszglockner, set fra Elisabethruhe. I Forgrunden Pasterzenbræen.

Hele Ismassen er end videre i alle Retninger gjennemkrydset af en utallig Mængde fine „Haarspalter", der øjeblikkelig indsuge det Vand, som danner sig paa Isen. Stiger man højere op paa Bræen, blive Isstykkerne mindre og optræde til sidst kun som Iskorn; stige vi endnu højere op, komme vi gjennem Fonnen op til den egentlige Snemasse, den „evige Sne". Ved en saadan Vandring paa en Isbræ kommer man altsaa gjennem alle Overgangsformerne mellem den

faste Bræis og den fine Bjærgsne. De enkelte Iskorn udmærke sig ved deres store Klarhed og Gjennemsigtighed og ere fuldkommen farveløse; derimod har selve Bræen en smuk blaa Farve, der navnlig fremtræder med en overordentlig Farvepragt i Spalter og Huler.

Paa jævn Grund er Bræens Overflade hvælvet, paa ujævne, skraanende Flader derimod furet af Spalter, der stundom gaa gjennem hele Bræens Tykkelse (Grundspalter) og foranledige Bræens Udspaltning i Blokke. Antallet, Formen og Retningen af disse Spalter er forskjellig ikke alene paa de forskjellige Bræer, men ogsaa paa de forskjellige Steder af samme Bræ. Stadig aabne sig nye Spalter paa samme Sted, rykke fremad og slutte sig atter til, medens andre aabne sig paa det gamle Sted. „Paa samme Klippehjørne i Mer de Glace (Montblanc), hvor Saussure først iagttog de straaleformig udgaaende Spalter, træffer man dem endnu; neden for dette Sted slutte de sig igjen sammen; fra det vildeste Kaos af Isnaale slutter Bræen sig igjen sammen til en samlet Masse.“ Sædvanligvis ere slige Spalter ikke bredere, end at man uden Fare kan springe over dem; men ikke sjælden have de en saa stor Bredde, at man kun kan komme over dem ved at lægge Stiger fra den ene Rand til den anden. Saadanne Spalter ere ofte skjulte af Sneen, uden at det er muligt at opdage deres Tilstedeværelse. Derfor er en Vandring paa en Isbræ, der er dækket af Sne, et meget farligt Foretagende, og en Vandring paa snedækkede Bræer foretages derfor ogsaa altid paa én Gang af flere Personer, som ere forbundne indbyrdes med Reb.

Kun rent undtagelsesvis faar man Lejlighed til gjennem Spalterne at se helt ned til Bunden. I Spalterne strømmer det smeltede Isvand ned, og naar Spalterne lukke sig, blive de af Vandet udvaskede Huller tilbage, der ligne Skorstenspiber. Under selve Bræerne findes vandførende Kanaler og Huler; mange af disse have sandsynligvis en betydelig Udstrækning, ja en Fører ved Navn Chr. Bohrer fra Grindelwald arbejdede sig frem under Isen til Foden af Wetterhorn og kom her igjen frem for Dagens Lys, skjønt han var styrtet ned i en Spalte paa 380 Fods Dybde. Fra den nederste Ende af Bræen bryde i Regelen Bække frem af slige huleagtige Aabninger.

Medens Isen rykker fremad og ned i Dalen, opstaa Spalterne stadig paa samme Sted i Bræens Leje. Bræens glidende og flydende



Fig. 101. Staubbach (Kanton Bern).

Bevægelse foregaar ved Trykket af den samlede Masse og gjennem Isens Elasticitet; den er større om Sommeren og Dagen end om Vinteren og Natten; den er betydeligere i Midten, paa Overfladen og paa stærkt skraanende Flader end ved Siderne og i Dybet. I Gjennemsnit naar Bevægelsen kun højst et Par Fod om Dagen; den hurtigste daglige Bevægelse (38 Fod) iagttog man den 1. Juni 1845 ved Vernagtbræen i Schweiz. Denne Bræ og Rosenthaler-Ferner, som hidtil havde været adskilte ved en Fjældkam, forenede sig, ilte under heftig Bragen og Støden frem gjennem Dalen mod en fremspringende Klippevæg og spærrede Afløbet fra flere Bække, saa at der dannede sig en Sø. Efter fjorten Dages Forløb havde Vandet i denne Sø arbejdet sig gjennem Bræen, brød frem og ødelagde hele Dalen til hen imod Innsbruck. — Ved stejle Skrænter bryde mægtige Isblokke løs, og der opstaar Isfald, som undertiden kunne give Anledning til Dannelsen af hele smaa Isbræer. Ved Faldet af Biesbræen, som fra Weiszhorn gaar ned mod Nikolaidalen, blev i Aaret 1819 Landsbyen Randa ødelagt ved Lufttrykket, og paa den tidligere isfri Flade optaarnede sig en Ismasse paa over 40 Millioner Kubikalen.

Alle Klippestykker, store og smaa, som falde paa Isbræens Ryg, maa bæres med, ophobes foran dens Ende og danne Overflade-Moræner eller Isgærder. Man skjelner mellem Ende-Moræner og Sidemoræner; ligeledes er der ved sammensatte Bræer ofte en eller flere Midtmoræner til Stede. Det er let forstaaeligt, at en Sidebræs Ende-Moræne kan blive den forbiglidende større Bræs Sidemoræne, samt at tvende sammenstødende Bræers inderste Sidemoræner kunne blive den samlede Bræs Midtmoræne. Dog ogsaa under Isbræen og presset mod dens Sider slæbes faste Æmner med fra Fjældgrunden; Blokke, Stenstykker, Grus, Sand og Dynd føres saaledes afsted, alt presset til en eneste Masse, og saaledes opstaar Bund-Morænen. Alle de Masser, Isbræen slæber med, dels paa sin Ryg, dels under sig, ophobes ved Bræens nederste Ende og aflejres som en mægtig Vold paa tværs af Dalen; Volden bestaar af Sten af alle Størrelser og af alle de forskjellige Slags, som forefindes i Bræens Dal, og de ophobes uregelmæssig paa hinanden uden Lagdeling, nogle skarpkantede, andre tillige ensidig polerede og stribede. De finere Dele fører den Elv med sig, som opstaar ved Bræens Smeltning.

Da Overfladen af Isbræen langsomt smelter bort, ville Gjenstande, som ere komne ned til en vis Dybde af Bræen og her indefrosne, lidt efter lidt komme op til Overfladen; Bræens Is taaler ingen fremmede Gjenstande i sig, men fjærner dem efter en vis Tids Forløb. Er en slig Gjenstand, f. Ex. en Klippeblok, temmelig stor, kan den under særlige Omstændigheder endog hæve sig op over Isfladen, idet den nemlig virker som en Skjærm og holder Solens Varmestraaler borte, saa at den Isflade, den beskygger, bevares, medens Bræens Overflade rundt omkring i øvrigt tøer bort. Paa denne Maade fremkommer „Jøkelborde", Stene, som hvile

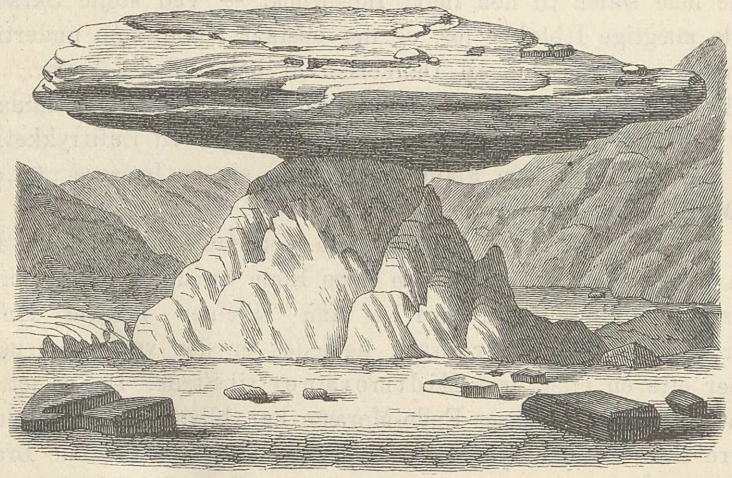


Fig. 139. Et Jøkelbord paa Mer de Glace (Montblanc).

paa Issøjler af flere Fods Højde; saaledes kan man t. Ex. i Theodulbræen (i Walliseralperne nær Matterhorn) finde Plader paa 20 Fods Længde og 6 Fods Bredde, hvilende paa tynde Isfødder, ja Aarflodens Isbræ kan opvise Borde paa 7—8 Fods Højde. Den Issøjle, som bærer Bordet, har naturligvis kun en foreløbig Varighed, Solstraalerne forstyrre dens nederste Del, navnlig paa Sydsiden, hvor Middagssolen virker, og endelig vælter Stenpladen omkuld, den gamle Fod smelter, og en ny begynder at danne sig. Medens Bevægelsen saaledes skrider fremad i Dalens Retning, kan den

samme Fremtoning komme til at gjentage sig gjentagne Gange, til Stenen sluttelig kommer til Ro. Reclus omtaler, at der i Saasdalen (Sidedal til Vispdalen i Wallis) ligger en Serpentinblok paa 30 000 Kubikalen; den kaldes „Blaastenen“ og vandrede endnu i 1740 omkring paa Mattmarkbræen som et Jøkelbord. Lige saa sælsomt et Udseende disse Jøkelborde have, lige saa simpelt er det at klare sig deres Fremkomst. I øvrigt minde de om de mærkværdige Jordpyramider, som skyldes en Erosion i Sten- og Grusmasser. Under Vandets fortsatte undergravende Arbejde virke Stenmasserne som Skjærm for deres Underlag, og saaledes fremstaa i Tidernes Løb Jordpiller, der i Toppen bære en Stenkappe. I Glacialgruset ved Bozen i det sydlige Tirol findes i talrig Mængde slige Jordpiller, der endog naa en Højde paa indtil 100 Fod.



Fig. 140. Jordpyramider.

Temperaturforholdene sætte altsaa en Grænse for Isbræernes Fremrykning; men det er heraf indlysende, at Bevægelsen maa være meget forskjellig i de enkelte Aar, og at Bræens nederste Del snart rykker frem, snart viger tilbage. Den romantiske Gornerbræ afgiver et fortrinligt Exempel paa en slig fremtrængende og tilbagevigende Bevægelse, hvad der egentlig ikke er meget behageligt for Beboerne i Zermatt, en Flække i den alt nævnte Vispdal. „I et halvt Aarhundrede har den huseret paa en barbarisk Maade, er med sine tunge Skridt gaaet hen over en smuk Græsgang (kaldet Boden), er brudt øde-

læggende ind i Kornmarkerne og smukke Enge, har med sin umættelige Tunge opslikket al frugtbar Jord lige ned til den haarde Klippegrund og vælter uhyre Klippeblokke, Grus og Moræner foran sig. Denne Ødelægger, som har en Bredde paa en Fjerdingvej, har tilføjet mangen Zermattboer stor Skade, især paa hans Græsgange, og ikke blot et stort Antal Lader og Stalde, men ogsaa nogle Huse have maattet vige tilbage for den. Man har opstillet en tilnærmelsesvis Beregning, hvorefter denne Isbræ, saafremt den skulde fortsætte sin Fremrykning med samme Regelmæssighed, maatte naa frem til Landsbyen Zermatt, skjønt samme endnu ligger en hel Mil borte. Som alle Isbræer har imidlertid ogsaa denne Bræ i nogle Aar været i Tilbagegang; men paa Grund af Isgærderne og de optaarnede Klippeblokke kan Jorden ikke mere opdyrkes; Bræen har trukket sig en Strækning paa 30 Favne tilbage, hvorved Grundejerne vel kunde vinde Jord tilbage, naar samme blot egnede sig til Opdyrkning. For en Del Aar tilbage hændtes det, at man høstede Korn paa den ene Halvdel af en Mark, medens Bræen havde bemægtiget sig den anden Halvdel."

Ogsaa Bræerne ved Chamounix have i Løbet af en Del Aar været i Tilbagevigning; enhver, som gjentagne Gange har besøgt hin herlige Dal, maa blive slaaet ved Mer de Glace's og Bossonbræens Formindskelse; fraregnet enkelte Smaaafvigelser, der sandsynligvis ere fremkaldte ved særlig strænge Vintre, har man nu i næsten 50 Aar kunnet godtgjøre denne Tilbagegang, som for øvrigt staar i en mærkelig Modsætning til Bræernes mægtige Fremtrængen paa Nordskrænten af Monte Rosa. Payer har iagttaget den samme Formindskelse af Bræerne ved alle Ismarkerne i Ortlerbjærgene, og hans Iagttagelser støttes ved Beboernes Erfaringer. „I den for Sydtirol saa usædvanlig fugtige Sommer 1868 hændtes det, at Ortleralpernes Ismasser, med hvis Begrænsning jeg var nøje kjendt fra mine Optagelser de foregaaende Aar, i deres nærmere Enkeltheder forvandledes til det Ukjendelige, og det til Trods for den foregaaende Vinters usædvanlige Strænghed og store Snefald. Lignende Beretninger have vi fra andre Dele af Alperne. Under slige Omstændigheder ligger den Antagelse da ikke nær, at vor Isverden forholdsvis rask, d. v. s. med voxende Hastighed nærmer sig sin Ende, og at den voxende Udjævning og Udglatning af Isbræens Leje er Hovedaarsagen hertil? Vilde vi antage, at alle vore Isbræer for

Tiden ikke existerede, er følgende Slutning vistnok vel grundet: en Fornyelse af Isverdenen vilde nok igjen finde Sted; men det Maximum, som denne Isverdens Omraade vilde naa efter en Række Aars Forløb, maatte staa langt tilbage for de faktiske Forhold i Nutiden; med andre Ord, vort nuværende Isbræ-Omraade arbejder endnu stadig med en langsomt mindskende Arv fra den saakaldte Istid. Den Ligevægt, som tilvejebringes ved Temperaturen, svarer ikke mere til de almindelige Varmeforhold oppe i Højderne, og Snemarkernes Udstrækning staar ikke mere i Forhold til de nuværende Temperaturforhold."

Der er meget, som taler for denne Payers Opfattelse, særlig Isbræernes paavislig langt større Udbredelse i den foregaaende Periode af Jordens Udvikling, hvortil vi strax neden for skulle komme tilbage; intet taler derimod for den Antagelse, at der allerede er indtraadt en Ligevægt mellem de nuværende Temperaturforhold og Udstrækningen af Nutidens Isbræer.

Alpernes Isbræer dække tilsammen et Omraade af 60 Kvadratmil; særlig ere Bjærgmasserne Montblanc, Mont rosa, Berninagruppen, Omegnen af Jomfruen og Finsteraarhorn og endelig Oetzthaler- og Stubaygruppen det egentlige Hjem for Alpernes Ismasser.

I Modsætning til Alperne have Pyrenæerne kun lidet mægtige Isbræer at opvise, og de gaa heller ikke langt ned i Dalene, og endnu ubetydeligere ere Isbræerne i Kavkasus. Derimod dække de norske Snemarker et mægtigt Omraade, som udgjør ikke mindre end 150 Kvadratmil og kan opvise de vældigste Isbræer paa hele Evropas Fastland; den største af dem alle er Justedalsbræen, som omfatter et Fladerum af ikke mindre end 16 Kvadratmil, altsaa er dobbelt saa stor som den danske Ø Falster. Justedalsbræen udsender mægtige Forgreninger ned gjennem de tilstødende Dale og naar saaledes i Bojumsbræen ned til 410 Fod, ja i Suphellebræen endog kun til 130 Fod fra Havets Overflade. Justedalens Bræer ere nu til Dags i Tilbagegang og have efterladt vidtstrakte Isgærder af Sand, Grus og Sten; men i forrige Aarhundredes Midte vare de i stærk Fremrykning. I 1742 blev der saaledes paa Grund af Beboernes Klager foretaget en Synsforretning over Nigaardsbræen (i Justedalen), og herved godtgjordes det, at Bræens Ende eller nederste Kant laa 100 Alen fra nærmeste Gaard; men allerede Aarsdagen efter erklærede et nyt Syn, at

Gaardens Bygninger vare omstyrtede og knuste af den fremrykkende Ismasse, og det følgende Aar nærmede Bræen sig Nabogaarden og skød ud over dens Ager og Eng, saa denne Gaard sank ned til en Husmandsplads. Fremrykningen varede lige til Aar 1748; men Aarene 1740—41 og 42 ere da ogsaa bekjendte under Navnet „Grønaarene", fordi Kornet ej blev modnet; siden denne Tid har Bræen, som alt sagt, stadig trukket sig tilbage i Dalen. Af andre mægtige Bræer i Norge skulle vi endnu nævne Folgefonnen, der er 5 Kvadratmil stor (som Langeland) og ligger syd for Hardangerfjord, Store Børgefjældsbræ (i Kjølen), der er 7 Kvadratmil, Svartisen, der ligger i Nordlandsamt, paa Grænsen mellem Salten og Helgeland, og næsten naar Justedalsbræen i Størrelse (15 Kvadratmil) samt Sejlandsbræen, paa Øen af samme Navn (nær Hammerfest), den nordligste Isbræ i Evropa.

Mægtige Snemarker dække ogsaa store Dele af Islands Indre; vi skulle kun nævne Vatnajøkul, der anslaas til en Størrelse af 150 Kvadratmil; hverken paa Island eller Norge skyde Bræerne ud til Havet*) og give saaledes ikke Anledning til den Dannelse af Isbjærge, som vi allerede have omtalt Side 113 og flg. Dette er derimod Tilfældet med Bræerne paa Spitzbergen, Frans-Josefs Land, de mange Øer nord for Amerikas Fastland og især med Grønland, hvis hele umaadelige Indre**), som hæver sig til en Højde af 6000 Fod, er opfyldt af en mægtig Ismasse, Indlandsisen, der paa Afstand ser ud som en jævn Slette, men naar man vandrer over den, viser sig at være furet af store Revner, og hist og her rage de underliggende Granitmasser, de saakaldte Nunatakker, frem af Ismarken. Dette nøjere Kjendskab til Grønlands Indre skyldes væsentlig de uforfærdede danske Forskere J. D. A. Jensen, A. Kornerup og Groth, som i Aaret 1878 trængte 10 Mil frem paa Indlandsisen***). Den største grønlandske Bræ er den tidligere nævnte Humboldtsbræ, som dér, hvor den skyder ud til Smithsund, har en Bredde af 13 Mil og en Højde af 300 Fod over Havet; men de fleste Isbjærge komme dog fra de fem Fjorde i det nordlige Inspektorat.

*) I Jøkelfjældene ved Kvænangerfjord under 70° n. Br. skyder Bræen dog et enkelt Sted ned til Havet og „kalver" som i Grønland.

**) Øen Grønlands Flademaal ansættes til mindst 30 000 Kvadratmil.

***) Se Geogr. Tidsskr. III, 100—107.

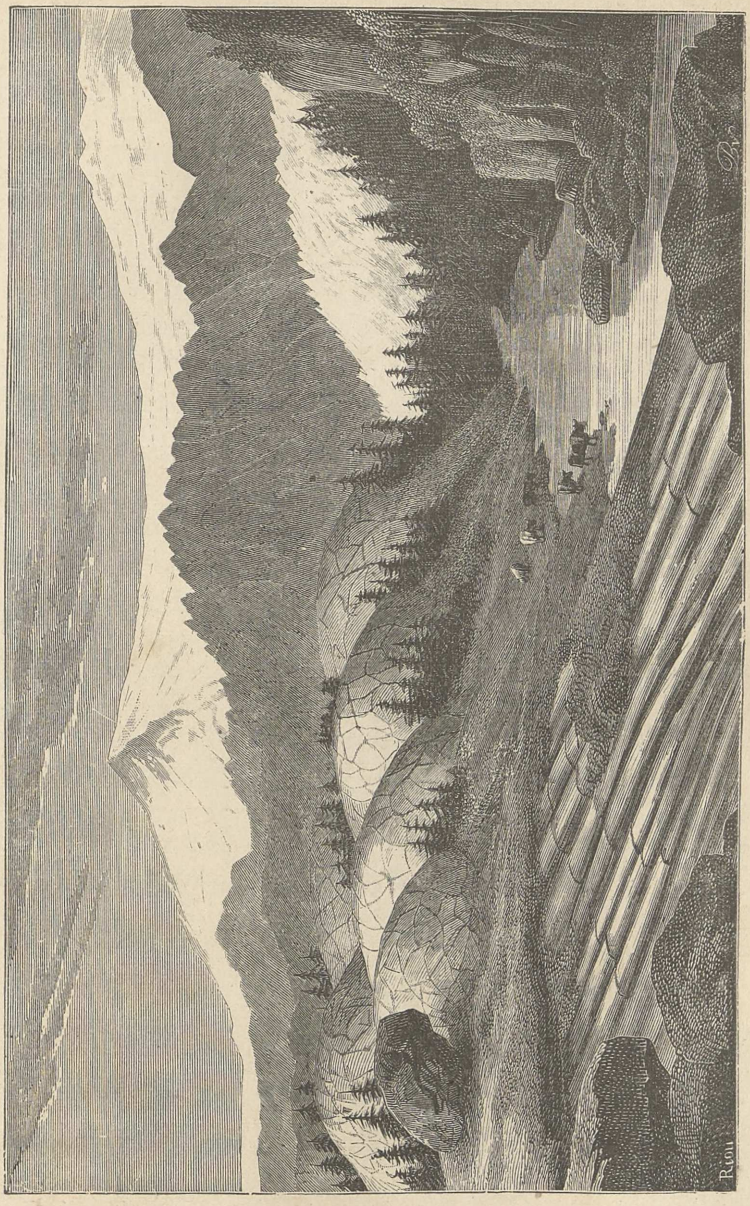


Fig. 141. Afrundede og furede Klipper i Berneralperne.

9. Brærnes tidligere Udstrækning. — Istiden.

Talrige Undersøgelser, som for Tiden foreligge, gjøre det utvivlsomt, at paa visse Dele af Jordens Overflade maa der i en tidligere Periode have hersket et langt koldere Klima end nu til Dags. Denne saakaldte Istid, hvis Spor lade sig følge opad næsten til Slutningen af Tertiærperioden, har været Gjenstand for talrige Studier, idet man dels har søgt at bestemme dens Udbredelse over de nuværende Kontinenter og Øer, dels har gransket efter de Aarsager, som have fremkaldt denne meget langvarige Temperaturformindskelse.

Det er let forstaaeligt, at Brærne ved deres uhyre Vægt nødvendigvis maa udøve et betydeligt Tryk paa den underliggende Fjældbund og paa de omgivende Klippevægge; Brærnes Gnidning maa efterlade Spor af deres Vandring ned ad Bjærgets Sider. Virkningen af Trykket forøges endnu mere ved det Lag Sand, Grus og Smaasten, der er udbredt mellem Isen og den underliggende Fjældbund og her spiller den samme Rolle som Metalarbejdernes Polérpulver i Industrien. Saaledes afrundes og slibes efterhaanden Klippemasserne saa jævne og glatte, som om det var sket ved Kunst. De afglattede Klippeflader fremvise imidlertid sædvanligvis ogsaa en stor Mængde mer eller mindre dybe Ridser og Streger, der paa den faste Klippebund ere lige og til Dels parallelt løbende og skyldes de haarde Kvartskorn og Smaasten, som have været indefrosne i Isens Underflade og nu have virket paa samme Maade som Gangene i en Fil eller som Glarmesterens Diamant, idet Brærnes Ismasser under deres Nedadglidning skurede dem imod den underliggende Klippeflade, og disse Striber løbe derfor ogsaa altid i den samme Retning, som Brærne have fulgt. Slige afrundede, glatslidte og stribede Fjælde findes nu vidt omkring paa Jordens Overflade og afgive saaledes talende Vidnesbyrd om Brærnes tidligere Udstrækning. I Schweiz forekomme de særlig tydelig i Berneralperne i Nærheden af Aar- og Rosenlauibrærne; i Omegnen af det smukke Vandfald, som Aarfloden danner ved Handeck, have de nærliggende Klipper Formen af afrundede Kupler, der ere i den Grad glatte og polerede, at man kun med stor Vanskelighed kan staa fast paa dem.

Over hele den helvetiske Højslette finder man fremdeles talrig spredte Blokke, Stenmarker og Stenbunker, hvis Materiale utvivlsomt har haft sit Hjem oppe i de høje Alpedale. De store Blokke ere uregelmæssige og skarpkantede, de mindre ere ofte ensidig stribede og slebne, og Bunkerne have en saadan Beskaffenhed, at man strax indser, at man her har med Isgærder og Jøkelblokke at gjøre, saa at Brærne altsaa tidligere maa have haft en langt større Udstrækning end nu til Dags. En nærmere Undersøgelse af de løse Blokke, Vandreblokkene, godtgjør fremdeles, at de næsten alle ere komne ned gjennem de sex Floddale: Arve-, Rhône-, Aar-, Reusz-, Linth- og Rhindalen, og at hver af disse Dales Blokke har sin egen Udbredelseskreds nede paa Højsletten. Beskaffenheden af Jurabjærgene bestyrker yderligere den her givne Forklaring. Hele den mod Alperne vendende Side af disse Bjærge er nemlig afsleben og poleret, og uhyre Alpeblokke ligge paa de fremspringende Steder, ofte paa den mærkeligste Maade balancerende paa en Kant eller en Pynt, en Beliggenhed, som de ikke kunne tænkes at have faaet paa anden Maade end ved Hjælp af Isen. Brærne maa altsaa antages at have dækket hele den schweiziske Højslette; men paa denne Istid fulgte saa en mildere Tid, der tvang Brærne til at trække sig tilbage til Alpedalene. Rivende Elve brøde frem fra disse vigende Bræers Fod, udfurede Flodsenge og Dale i den nøgne Jord og dannede uregelmæssig lagdelte Sand- og Grusmasser i Højsletten, i hvis Fordybninger en arktisk Flora hist og her frembragte smaa Moser, som igjen tildækkedes og dannede Skiferkul. Uhyre Masser af fint malede Stenarter førtes langt bort ned i alle Fordybninger; den lerede Jord i den brede Rhindal mellem Schwarzwald og Vogeserne og i Donaudalen, den saakaldte Löss, er rimeligvis det saaledes fra Alperne nedskyllede Ler*). I Isperioden var altsaa hele Schweiz dækket af Isbrærnes Masser, omtrent som Grønland i vore Dage, og andre Undersøgelser have godtgjort, at Forholdene stillede sig paa samme Maade i de tilgrænsende Bjærglandskaber. I Tirol fyldte saaledes en uhyre Bræ ved Meran Etschflodens Dal i hele dens betydelige Bredde, og samtidig var ogsaa hele Mellemkärnten dækket af en eneste kæmpemæssig Isbræ, der naaede en Mægtighed af mindst 2000 Fod.

*) Se C. Fogh. Geologiens Hovedsætninger. S. 145—46.

Naar Mellemevropas Bræer i Istiden havde en saa uhyre Udstrækning, kan man tænke sig, hvilke uhyre Ismasser der den Gang maa have været lejrede paa de skandinaviske Bjærge, hvor fra de som Bræer trængte ned i Dalene. „Fra en Højde af 5000 Fod over Havet og indtil dettes Overflade ere de skandinaviske Bjærges Overflade afrundet eller sleben og stribet, og der findes spredte Jøkelsten („Krossten“ i Sverige) og Isgærder; ja Striberne fortsætte sig endog under Havet og træffes igjen ude paa Øland, Gotland, Bornholm og Faxeklippen. Saa langt i det Mindste maa Brærnes Virkninger have strakt sig; men Blokke og Sten af skandinavisk Oprindelse findes spredte meget videre, nemlig over en stor Del af det øst- og mellemevropæiske Lavland indtil en Linje fra Peczora over Nizsnej-Novgorod, Donfloden, Krakau, Leipzig, Hannover, Zuydersøen og ind i det østlige England. Nogle af disse Sten have et uhyre Omfang og Vægt; den Blok, hvorpaa Peter den stores Statue i St. Petersborg staar, vejer 30 000 Centner, og den store „Markgrevesten“, som blev benyttet til den prægtige Skaal foran Museet i Berlin, ragede over 25 Fod op over Jordens Overflade. Danskeren Rink, der saa nøje og omhyggelig har studeret Isforholdene i Grønland, henviste til Analogien fra denne isklædte Ø, hvis Flademaal vel endog er det dobbelte af den skandinaviske Halvø. I Følge denne Forfatter har Udviklingen da omtrent været følgende. Det skandinaviske Højland har været et af uhyre Ismasser dækket Land, hvis Bræer til alle Sider skrede ud i det omgivende Ishav og dannede Isbjærge. Stribernes Retning bestyrker dette; thi de straale ud til alle Sider fra den centrale Del af Højlandet, og Blokkenes Fordeling ude i Lavlandet taler ogsaa derfor; thi de østlige stamme mere fra Finland, de vestlige fra Skandinavien. Belæssede med Blokke dreve disse Isbjærge ud paa Havet, følgende Polarstrømmene, samledes til store sammenpakkede Flader, som skuredes hen over Klippebunden og knuste den til kantede Stykker, tøede efterhaanden, styrtede om eller strandede, og Blokkene faldt da til Bunds og begravedes i Jøkelsandet eller Lerjorden, som aflejredes paa Bunden af det rimeligvis temmelig rolige Hav“ *). Hvilken Betydning dette Isdække har haft til Bevarelsen af de for

*) C. Fogh: Geologiens Hovedsætninger, Side 147.

Norge saa karakteristiske Fjorde, er allerede tidligere omtalt*), og vi skulle derfor her kun indskrænke os til at tilbagevise den Paastand, som man af og til ser fremsat, at selve Fjorddannelsen skulde tilskrives Isbræernes Magt.

Naar vi nu fra Evropa retter vor Opmærksomhed paa Nordamerika, finde vi ogsaa her Spor af tidligere mægtige Isbræer. I Sierra Nevada, den mægtige kaliforniske Bjærgkjæde, har Blacke paa 36 ° og 38 ° n. Br., altsaa under samme Breddegrad som Evropas sydligste Del, kunnet paavise de tydeligste Spor af Isbrædannelser. Granitmasserne, som her danne Hovedmassen af Bjærgene, ere furede, glattede og stribede, og Striberne og Furerne følge i Regelen Dalenes Retning; heller ikke paa Isgærder er der Mangel. Hvis man kan slutte fra Virkningerne, synes Bræerne at have haft den største Udbredelse paa Bjærgkjædens Vestside; skulde denne Iagttagelse vise sig rigtig, have vi her fundet et Bevis for, at Nedbøren den Gang som i vore Dage var rigeligst paa den Skraaning, som vender mod Oceanet.

Agassiz**) tror for Nordamerikas Østkyst at have paavist endnu langt mere storslaaede Virkninger af Isbræerne. „I Aaret 1846 betraadte jeg Amerikas Fastland, og strax ved min første Promenade, faa Timer efter at den Damper, hvormed jeg var indtruffen, havde lagt til i Halifax, fandt jeg paa alle Højder de mig saa vel kjendte Spor af Isbræer. Jeg vandt den Overbevisning, at i visse Perioder maa Klimaet over hele Jorden (?) have undergaaet en betydelig Forandring. — Mine Undersøgelser ere blevne fortsatte af andre Geologer og have ført til de samme Resultater. Jeg er kommen

*) Se Side 419—20.

**) L. J. R. Agassiz († 1873), den berømte schweiziske Naturforsker, er den første Forfatter, som ved Undersøgelsen af Jurabjærgenes Vandreblokke kom til klar Indsigt om Bræernes tidligere Udstrækning, og i 1837 fremsatte han sin Theori om Bræerne, der efterhaanden ledede til Antagelsen af en Isperiode, som vi oven for have udviklet samme. I flere Aar anstillede han med Desor og andre Forskere en Række omfattende Iagttagelser og Undersøgelser paa Aarbræen, og deres lille Hytte paa Isbræen, „Hôtel des Neuchâtelois", vandt evropæisk Berømthed. I Aaret 1846 gik kan til Amerika, modtog snart derpaa et Professorat i Zoologi og Geologi ved New-Cambridge i Boston, hvor han virkede til sin Død og mægtig hævede Studiet af Naturvidenskaberne i Amerika. Den omtalte Expedition til Sydamerika foretog han 1865 paa en Bostoner-Kjøbmand, Nathanael Thaeyers Bekostning og undersøgte herved navnlig Brasilien og Amazonstrømmen.

til det Resultat, at hele Nordamerika lige til den 36°, maaske endog til den 32° n. Br., altsaa til Charleston i Sydkarolina, engang har været dækket af Ismasser. I Columbia i Sydkarolina har jeg set utvivlsomme Spor af deres Virkninger, ligeledes ved Bredderne af Ohio og i de vestlige Stater, og disse Iagttagelser nøde mig til det Udsagn, at det nordamerikanske Kontinent lige til disse Bredder engang havde et saa koldt Klima, at der her kunde fremkomme lignende Isbræer, som vi nu til Dags finde dem i Grønland."

Disse Beviser for en amerikansk Istid fandt Agassiz saa slaaende, at da han nogle Aar før sin Død gik til Brasilien, troede han ogsaa her at finde utvivlsomme Spor af ældre Bræer. „Paa Rejsen fra Rio de Janeiro og lige til Nærheden af Pernambuco er jeg overalt stødt paa de samme Kjendsgjerninger, og da jeg besøgte Amazonstrømmens Dal kunde jeg slaa fast, at samme tidligere har været dækket af en uhyre Isbræ, som steg ned fra Andeskjæden og naaede frem lige til det atlantiske Oceans Kyster. Jeg er overtydet om, at de Grusmasser, som nu til Dags danne Amazonflodens Dal, ere blevne sønderdelte af Isen og spredte over hele Terrainet, ligesom Rhindalens Lerjord oprindelig stammer fra Alperne, og ere blevne bortskyllede af de fra Bræerne kommende Vandmasser. Forskjellen bestaar kun deri, at selve Amazondalen hel og holden var dækket af Isbræer. Klippernes Overflader fremvise rigtignok ingensteds de vel kjendte polerte Overflader, fordi selve Klipperne, der overalt have været udsatte for Virkningerne af en tropisk Sol og varme Regnskyl, alt længst ere blevne hensmulrede ned til en stor Dybde; men desuagtet have de i Almindelighed det Præg, vi gjenfinde overalt, hvor Bræernes afrundende og afglattende Virksomhed er traadt i Kraft. Ogsaa Isgærder forefindes. Som alt bemærket havde jeg fra Amazondalens almindelige Natur, selv i Mangel af ethvert direkte Bevis, sluttet mig til en tidligere Dækning af Isbræer. I et Foredrag, jeg holdt i Para, henviste jeg til, at man i Sierraen maatte finde Spor af et Isgærde, uden at jeg hidtil havde besøgt denne Lokalitet. Da jeg nogle Uger senere besøgte Sierraen, fandt jeg virkelig her Levninger, som fuldstændig svare til dem, man træffer i Alpernes umiddelbare Nabolag."

Det endelige Resultat af Agassiz's Undersøgelser bliver, at der i Brasilien, i Egne altsaa, hvor nu til Dags Solen sænker sine mest

glødende Straaler, engang bredte sig en Ismark, „som strakte sig gjennem Amazonflodens Dal lige til det atlantiske Ocean og muligvis dækkede Havet i en saadan Udstrækning, at man her i samme Forstand som nu til Dags i Polarregionerne maatte spørge sig selv, om der den Gang virkelig fandtes draabeflydende Vand under Ækvator."

Dette vilde i Virkeligheden være et højst mærkeligt Enderesultat; men Spørgsmaalet bliver rigtignok, om Agassiz ogsaa har tydet sine Iagttagelser paa rette Maade. Netop hvor der er Tale om Spor af Isbræer, kræves Forsigtighed og koldblodig Ædruelighed i særlig Grad. Medens Hooker saaledes i Marokko tror at have fundet aldeles utvivlsomme Spor af en ældre, meget intensiv Isperiode, har K. v. Fritsch og Rein simpelthen fundet Gruskegler og Skureflader fra Bjærgskred, hvor Hooker saae Isgærder og Slibninger af Isbræer. Agassiz's Iagttagelser have da ogsaa faaet helt andre Udtydninger. Forskere i Santiago have fundet rent eruptive Dannelser dér, hvor Agassiz saae skarpt udprægede Isgærder, og hvad Amazonfloden angaar, har Hart i 1872 offentliggjort Undersøgelser, i Følge hvilke et ældre Isdække er højst tvivlsomt. Herefter maa man vel anse det for berettiget, naar vi lade et Glemselens Slør dække de Spor af en ældre Istid, man har troet at kunne paavise i forskjellige andre tropiske Egne.

Indtil nu vide vi kun med Sikkerhed, at der under visse tempererede Breddegrader er indtruffet en eller vel endog flere Perioder med højere Kulde, og saaledes opstaar der Spørgsmaal om, til hvilke Aarsager vi vel skulle henføre denne mærkværdige anomale Fremtoning. Paa Hypotheser har der i denne Henseende ikke været nogen Mangel; men vi kunne her kun kort berøre de vigtigste.

Først troede man — og denne Antagelse laa unægtelig ogsaa nærmest —, at Solen under Isperioden havde udstraalet mindre Varme. Naar man antager, at Solens Varmeudstraaling til forskjellige Tider har været meget forskjellig, snart betydelig højere, snart ringere end nu til Dags, synes denne Hypothese tilsyneladende bedst egnet til at forklare Tilstedeværelsen af et *højere* Klima i Polaregnene. Efter alt, hvad vi nu til Dags kjende til Solens og Jordens Skabelseshistorie, ere vi tvungne til den Antagelse, at den lysende Stjærne i Fortiden har udstraalet *mere* Varme eller dog

mindst lige saa megen Varme som for Tiden. En Forklaring af Isperioden komme vi saaledes ikke til ad denne Vej*).

*) I Forbigaaende sagt kunne vi da heller ikke ad denne Vej forklare det tropiske Klima, som i Tertiærtiden herskede i Polaregnene; thi selv om vi gik ud fra en tilstrækkelig Solvarme, der, medens Solen skinnede over Horizonten, kunde tilstede Magnolier og Plataner at trives paa Grønland og Spitzbergen, maatte dog Afkølingen i Polarnatten være saa betydelig, at den maatte trykke Temperaturen dybt ned under Frysepunktet. Under den 70° n. og s. Br. gaar Solen ikke op i to hele Maaneder, under 75° ikke i tre og under den 80° ikke i fire Maaneder. Under hine Bredder maa Luften og Solen i saa langt et Tidsrum uafbrudt udstraale Varme i Verdensrummet uden at modtage nogen Erstatning for dette Tab. Som bekjendt bliver Resultatet heraf en meget lav Temperatur for paagjældende Egne, og det er netop denne Omstændighed, langt mindre end Mangel paa intensiv Varme i den korte Sommertid, der sætter en Polargrænse for Træværten. I Tajmurlandet (det nordlige Sibirien) fandt Middendorf i Begyndelsen af Avgust en Lufttemperatur af + 13° R, nærmere ved Jordens Overflade endog + 19° R. Dette svarer omtrent til den Temperatur, man om Sommeren iagttager i Mellemtyskland; men ikke desto mindre høre Egnene omkrig Tajmurbugten til de mest øde og trøstesløse paa Jorden. Naar den korte Sommer indfinder sig, skyde paa de solrige Skraaninger enkelte Mosser og Smaablomster frem med vidunderlig Hurtighed, som om de have Hast med at naa til Blomstring, inden den lange Vinter igjen bryder frem. Hvis man tænkte sig Solens Varme i hine Egne forøget til det dobbelte for Sommerens Vedkommende (store Strækninger i det varme Bælte, som nu til Dags fremvise et rigt Dyre- og Planteliv, vilde i saa Fald rigtignok blive forvandlede til sørgelige, solbrændte Ørkener), vilde dog Summen af den modtagne Varme ikke være tilstrækkelig til under den lange Vintertid at holde Luftens Temperatur i den Højde, som udkræves for at skytte Træværten mod Bortfrysning. Vilde man imidlertid minde om Jordens egen, indre Varme og antage, at denne i hin fjærne Periode maa have været langt betydeligere i Nærheden af Jordens Overflade end nu til Dags, vilde heller ikke denne Antagelse kunne hjælpe os; thi naar Jordvarmen hele den lange Polarnat skulde være stor nok til, i en Afstand af 20—40 Fod over Jordens Overflade, at skytte Planterne mod en fuldstændig Bortfrysning, maatte den sikkert nok tæt under Jordens Overflade være saa høj, at Livsbetingelserne for det vegetabilske Liv maatte blive forstyrrede. Den saa meget yndede Antagelse om Jordvarmens overvejende Indflydelse paa Klimaet i tidligere geologiske Perioder, er fuldstændig uholdbar; i denne Henseende lade Thomsons mathematiske Undersøgelser, der grunde sig paa Fourniers beundringsværdige Arbejder, ikke nogen Tvivl tilbage. Enhver, som forstaar at værdsætte dette Arbejde, maa være fuldstændig enig med Forfatteren, naar han fraskriver den indre Jordvarme al Indflydelse paa Klimaet og det selv for de tidligste Perioder; højst i de første 10,000 Aar efter at Jordskorpen var begyndt at stivne, kan dens Overflade i en betydelig Grad være bleven paavirket af den fra det Indre stammende Varme.

For at imødegaa de Vanskeligheder, der altsaa stille sig mod Hypothesen om en betydelig ringere Solvarme i en tidligere Periode, gaar Mohr ud fra den Opfattelse, at Jorden under Isperioden havde en langt større Afstand fra Solen end nu til Dags. I Planeten Mars's Afstand vilde Jorden ikke engang modtage Halvdelen af vor nuværende Solvarme og vilde sikkerlig, lige som hin Planet, faa Isbælter, der vilde strække sig til 55° n. og s. Br. (henholdsvis samme Bredde som Kjøbenhavns og Amerikas Sydspidses). Det er imidlertid ikke sandsynligt, at Jorden under Isperioden har været synderlig længere borte fra Solen end i vor Tid, og for øvrigt maatte efter Mohrs Hypothese Jordens Isdække før Tertiærperioden have været endnu større, men herom er os intet bekjendt.

Som en anden Forklaring af Isperioden henviste den franske Fysiker Adhémar til Jævndøgnspunkternes Forskydning; for Tiden er Foraars- og Sommertiden paa den nordlige Halvkugle næsten 8 Dage længere end paa den sydlige; men dette Forhold er ikke uforanderligt; den nordlige Halvkugle vil ingenlunde for alle Tider bevare dette længere Sommerhalvaar, tvært imod vil efter 10 500 Aars Forløb Forholdet være omvendt*). Rigtignok modtage Jordens to Halvkugler lige megen Varme, men den sydlige Halvkugle taber i den længere Vinter ved Udstraaling mere Varme end den nordlige; saaledes maa der om Vinteren ophobes større Ismasser ved Sydpolen end ved Nordpolen, og naar dette gjentages flere Aartusender i Træk, vil Forskjellen kunne blive af Betydning. For saa vidt kunne vi nok give Adhémar Ret, vi kunne indrømme den hele Periode af 21 000 Aar nogen Betydning for Varmefordelingen paa Jordens Overflade**); men hans øvrige Slutninger gaa over til Fantasterier og kunne ikke udholde en strængere Kritik. Efter Adhémar ville Ismasserne nemlig efterhaanden mere og mere ophobes om vedkommende Pol (for Tiden altsaa om Nordpolen), og saa snart Ismasserne nu ved Nordpolen overgaa Sydpolens, maa Jordens Tyngdepunkt forrykkes; som Følge heraf maa Vandmasserne strømme efter og oversvømme en stor Del af den nordlige Halv-

*) Se oven for S. 44.

**) Aaret 1248 efter Kristus var det varmeste paa den nordlige Halvkugle; herefter skal Varmeforholdene langsomt have ændret sig til Skade for vor Halvkugle, og om 9866 Aar (eller i Aaret 11,748) vil den sydlige Halvkugle have naaet Maximumet for sin fortrinlige Stilling.

kugle, der saaledes vil blive Vandhalvkuglen, medens Fastlandet dukker op over Havet paa den sydlige Halvkugle. Forholdene skulle altsaa blive lige det omvendte af de nuværende*).

Mere plausibel lyder den af Schmick opstillede Theori; han fremhæver, at Jorden i vor Vintertid staar Solen nærmest; herved tiltrækkes Vandet og flyttes i højere Grad mod den sydlige Halvkugle, som saaledes bliver Vandhalvkuglen. Det faste Land opvarmes nu stærkere end Havet, der omvendt ikke afkøles saa meget som Fastlandet. Den nordlige Halvkugle er, som alt gjentagne Gange fremhævet, overvejende Fastland i Sammenligning med den sydlige; den varme Sommer paa vor Halvkugle falder altsaa sammen med den milde Vinter syd for Ækvator, hvorimod den kolde Vinter mod Nord falder sammen med den kolde Sommer paa den sydlige Halvkugle. Denne Forskjel naar sit Maximum paa de Tider, Solen har sin største nordlige og sydlige Afvigelse. Vender Solen sig saaledes fra den 21de Juni atter mod de sydlige Egne, kommer den lidt efter lidt hen over større og større Vandflader, og der frembringes større og større Mængder af Vanddampe, som flyttes over paa den anden Halvkugle, hvor de fortættes til Sne og Regn, medens samtidig den bundne eller latente Varme frigjøres. Dette Forhold maa følgelig forandres, fremhæver Schmick, naar der indtræder en forskjellig Fordeling af Vandfladerne, og dette maa efter denne Forfatter indtræde med den Forflytning af Jævndøgnspunkterne, som ogsaa Adhémar lægger Hovedvægten paa. Man maa nu vistnok indrømme, at der utvivlsomt finder en vis Forflytning af Vandet Sted paa den her fremsatte Maade; men efter al Sandsynlighed sker dette ikke med nogen stabil Regelmæssighed, og følgelig kunne Virkningerne ikke i Tidernes Løb opsummeres i nogen betydelig Grad.

Den berømte engelske Geolog Lyell († 1875) var vistnok den første, som søgte Aarsagen til Isperioderne i rent telluriske Forhold, i en forskjellig Fordeling af Vandet og det faste Land paa Jordens Overflade. Man antog i Begyndelsen, at de af ham fremhævede Aarsager vare af en alt for lokal Natur, at de altsaa ikke kunde fremkalde saa almindelige og betydelige Temperaturforandringer; men lidt efter lidt har den Lyellske Hypothese dog

*) Se oven for Side 46—47.

vundet mere og mere Terrain, særlig siden Escher van der Linth i Aaret 1852 udtalte den Anskuelse, at de kolossale Dimensioner, Alpernes Bræer havde i den posttertiære Periode, lettelig finde deres Forklaring, naar man gaar ud fra, at Sahara i denne Periode var dækket med Vand. En Sydvind, der under datidige Forhold naaede Alperne, maatte være svanger med Vanddampe, som fortættedes til umaadelige Snemasser, saa at denne Vind, der for Tiden som den lumre Føhn mindsker Snemasserne, i hin Periode netop idelig øgede dem. Nylig har Dove for saa vidt godtgjort den Escherske Theori som mere almindelig gjældende; en fra Sahara stammende Sydvind vil nemlig ikke træffe Schweiz, men meget mere Forasien. Hist, i de armeniske Højbjærge, maa vi altsaa søge Virkningerne af Saharas tidligere Oversvømmelse.

I Almindelighed ville betydelige klimatiske Forandringer over større Dele af Jordoverfladen kun være mulige som en Følge af store Forandringer i Fordelingen af Havet og det faste Land; men i enkelte Tilfælde kunne dog forholdsmæssig ringe Modifikationer i Kysternes nuværende Konfiguration fremkalde meget betydelige klimatiske Revolutioner. Saaledes vilde en Forandring af Atlanterhavets Strømforhold fremkalde de største Forandringer i Vest- og Nordvestevropas Klima. Vi skulle t. Ex. fremhæve Modsætninger mellem Nain i Labrador og den store norske By Bergen, som ligger omtrent 50 Mil længere mod Nord. I Januar har Nain en Kulde af ÷ 13,8° R., medens Bergen har + 1,3° R., altsaa en Forskjel af 15°. Denne Forskjel skyldes Atlanterhavets varme Driftstrømme, saaledes som vi alt tidligere have udviklet*). Den samme store Forskjel viser sig imidlertid ogsaa for Sommerens Vedkommende; Bergen har i Juli 12½° R., hvilket ganske vist er mindre, end man skulde vente for den varmeste Sommermaaned, og skyldes Havets tempererende Indflydelse; men i Nain naar den samme Maaned ikkun 8°, altsaa fire Grader under Varmegraden i den norske By, hvilket hidrører fra de kolde Polarstrømme. Det hele Exempel er meget oplysende. Selv om Solen udstraalede betydelig mere Varme end for Tiden, vilde den dog ikke være i Stand til under 60° n. Br. at fremkalde et Efteraars- og Vinterklima som Bergens; et saadant Klima bliver kun muligt, naar der

*) Se oven for Side 200—205.

i de lange Nætter uafbrudt tilføres ny Varme som Erstatning for den Varme, som modtages om Dagen, men atter rask udstraales i det kolde Verdensrum. Denne Nødvendighed godtgjør tilstrækkelig Urigtigheden ved alle kosmiske Hypotheser, som skulle tjene til en Forklaring af Polarregionernes højere Varme under ældre Perioder. Omvendt vilde imidlertid heller ikke en Solvarme, formindsket til det halve mod den nuværende, kunne trykke Mellemtemperaturen saa langt ned for Labrador, som Tilfældet er. Dette beviser, at Solen heller ikke spiller nogen direkte Rolle ved Fremkaldelsen af en Isperiode — thi Labrador kan den Dag i Dag siges at befinde sig under en slig Periode —, men at der tvært imod i første Række maa lægges Vægten paa Fordelingen af Fastlandet og Havet og den herved betingede Retning af de kolde Havstrømme. Heri maa vi ogsaa søge Hovedaarsagen til den mellemevropæiske Istid, og hvad der engang er sket i Fortiden, kan godt gjentage sig i en fjærn Fremtid.

10. Jordskjælv.

Medens de sækulare Hævninger og Sænkninger kunne sammenlignes med vor Planets langsomme og sagte Aandedrag og ganske unddrage sig den direkte og umiddelbare Iagttagelse, fordi de først i Aarhundredernes Løb forandre Jordens Overflade i betydeligere Grad*), møde vi derimod i Jordskjælvet en Fremtoning, som for en Stund tilintetgjør den rodfæstede Tro paa den faste Jordbunds Ubevægelighed. „Naar Jorden pludselig bæver, optræder en hemmelighedsfuld, ukjendt Naturmagt, som faar den faste Grund til at bevæge sig. Vi føle os skuffede i vor Tro paa Naturens Ro; vi føle os henflyttede indenfor ødelæggende, ukjendte Kræfters Omraade. Man kan ligesom ikke fæste Lid til den faste Grund, hvorpaa man træder. Det Usædvanlige ved den hele Fremtoning fremkalder den samme ængstelige Uro hos Dyrene; Svin og Hunde blive særlig angrebne. Orinocoflodens Krokodille, der ellers er saa stum som vore smaa Firben, forlader den rystede Flodbund og løber brølende mod Skoven.“ Saa vidt Humboldt.

*) Se oven for S. 403 og flg.

Det er først og fornemmeligst det Sjældne ved Fremtoningen, som under et Jordskjælv gjør Indtryk paa Mennesket. I de Egne af Jorden, hvor Jordrystelser ere lige saa hyppige som en heftig Regn hos os, i nogle Egne af Sundaøerne og i Sydamerika altsaa, have Beboerne i den Grad vænnet sig til denne frygtelige Naturfremtoning, at de slet ikke lægge Mærke til de svagere Jordrystelser, men derimod om Natten lade Dørene til Sovekamrene staa aabne for ikke at blive indespærrede, hvis der skulde indtræde en alvorligere Katastrofe, som kunde forrykke Væggene og gjøre det umuligt at aabne Dørene. Selv i vore Egne ere svage Jordrystelser langt hyppigere, end man sædvanligvis tror. Observatoriernes fine Libeller (Vandvægte) eller de af d'Abbadie konstruerede Apparater vise hyppig sagte og ejendommelige Bevægelser i den faste Jordskorpe, som fuldkommen unddrage sig den umiddelbare Iagttagelse. Store Jordskjælv, som den frygtelige Katastrofe, der den 1. Novbr. 1755 lagde Lissabon i Grus, spores over hele Kontinenter; men selv ringe Rystelser fremkalde Bevægelser i store Afstande, om de end kun kunne iagttages ved Instrumenterne. Humboldt har gjort den Bemærkning, at hvis man kunde faa Efterretninger om den samlede Jordoverflades daglige Tilstand, vilde man højst sandsynlig blive overtydet om, at Jordens Overflade næsten stadig ryster paa et eller andet Punkt. Man kan nu til Dags dristig paastaa, at hvis der overalt var opstillet tilstrækkelig følsomme Instrumenter, vilde man finde, at der stadig er en langt større Del af Jordens Overflade i Bevægelse, end der er i Hvile. Dette er nu i øvrigt allerede forud meget sandsynligt, naar man betænker, hvor mange Aarsager der gives, som uafladelig ryste Jorden ud af dens faste Ro. D'Abbadie har ved sit Apparat paavist, at hvert Stød af Havbølgen ryster Strandbredden i en mærkelig Grad, mangen Gang endog Tusender af Fod ind i Landet. Da der i Aarene 1772 og 1810 faldt Stykker af den saakaldte Shakespeareklippe ned og styrtede i Havet, kunde man i Dover spore en meget tydelig Jordrystelse. I Essen fremkalder hvert Slag af Krupps mægtige Hammer en Jordrystelse selv i stor Afstand. Tunge Godstog foraarsage selv i betydelig Afstand en Rystelse. Den Krudtexplosion, som den 18. Novbr. 1857 hærgede en stor Del af Mainz, fremkaldte en Bevægelse i Jorden, som mod Nord sporedes til Kassel, mod Syd til Karlsruhe. Da i Granitbruddene i Argyleshire en Klippemasse

paa omtrent $1^1/_2$ Million Centners Vægt blev sprængt paa én Gang ved Hjælp af 80 Centner Krudt, hørte man intet Knald, men da den uhyre Klippemasse begyndte at bevæge sig, bævede Jorden vidt og bredt i sit Grundfæste. Da der den 12. Novbr. 1869 indtraf et rent overfladisk Jordfald ved Zella, hvorved der fremkom en Jordsprække paa 12 Fods Bredde, 14 Fods Længde og 15 Fods Dybde, fremkaldte dette Fald en saa heftig Jordrystelse, at Skorstene styrtede ned og et let bygget Vaaningshus hældede saa stærkt, at det maatte afstives. I Ronsdorf, i den preussiske Rhinprovins, fandt der den 16. Januar 1875 en mægtig Jordrystelse Sted, som vedvarede flere Timer. Denne Rystelse indskrænkede sig imidlertid til et Omraade paa omtrent et Par danske Tønder Land, men anrettede en storartet Ødelæggelse i Stenbruddene og de tilgrænsende Skovstrækninger. Rystelsen blev navnlig iagttaget af nogle Arbejdere, som netop gik til Arbejde. De sporede en gyngende Bevægelse og saae, hvorledes nogle tunge Sten, som vare tilhuggede for en Bygning, bleve flyttede 6—10 Fod bort fra deres tidligere Plads; samtidig dannede der sig Revner paa 10 Fods Bredde. En Arbejder, som opholdt sig i en Hytte, blev løftet sagte i Vejret med samt Hytten; med lydelig Bragen styrtede i samme Øjeblik Stene og Stenhvælvinger, Ler og sort Jord massevis ned i Dybet, saa Arbejderne næppe fik Tid til at trække sig tilbage.

Under et Jordskjælv ere Bevægelserne enten stødende fra neden opad eller bølgeformige. Saa længe de stødende (de lodrette) Jordskjælv kun ere svage, mærkes de nærmest ved Glassagernes og Porcellænets Klirren; heftigere Stød foraarsage en Knagen af Bjælkerne, en Ringning af Klokkerne og styrte Skorstene omkuld, medens de heftigste Stød sprænge Mure og forvandle de stærkeste Bygninger til Grusdynger. Under det frygtelige Jordskjælv, som 1783 hjemsøgte Calabrien og Sicilien og dræbte mere end 100 000 Mennesker, vare de sex første Stød saa heftige, at Bjærgene løftedes fra deres Grundvolde, ja ved Scylla styrtede en Del af et Bjærg ned i Havet. Overhovedet blev under dette Jordskjælv mere end 100 Bjærge kuldkastede og over 400 Stæder og Landsbyer fuldstændig ødelagte. Som et Exempel paa de lodrette Støds Magt kan den Kjendsgjerning tjene, at en Mand tillige med sin Kone og sit Æsel blev hævet op fra den Jord, hvorpaa han gik, og slynget over en Flod, og at et Citrontræ, hvorpaa der tilfældigvis sad en

Mand, blev slynget bort med den vedhængende Jord. Ved det Jordskjælv, som 1818 ødelagde Catania, bleve flere Mure revne fra hinanden, saa at man et Øjeblik kunde se Maanen gjennem Sprækkerne, før de atter bleve pressede sammen.

Tilværelsen af de saakaldte rotatoriske eller hvirvlende Jordskjælv, ved hvilke Bevægelsen ikke er bølgende, men vandret, kredsende og forskydende, har man med rette draget i Tvivl, skjønt enkelte Exempler tilsyneladende godtgjøre deres Existens. Efter Jordskjælvet i Catania fandt man flere Statuer drejede omkring. Efter Jordskjælvet i Valparaiso den 19. November 1822 vare flere Huse fordrejede, og tre Palmetræer vare snoede omkring hverandre som Pilekviste. Ved det store Jordskjælv den 4. Februar 1797 i Riobamba i Provinsen Quito blev Murværk drejet omkring uden at omstyrtes, Træplantninger, som tidligere havde været parallele, vare nu krumme, og Marker, som havde været bevoxede med forskjellige Kornsorter, vare blandede ind mellem hverandre. Da Humboldt optog et Grundplan over den ødelagte Stad Riobamba, viste man ham det Sted, hvor man havde fundet det hele Møblement fra et Hus under Ruinerne af et andet. Det løse Jordsmon havde til en vis Grad bevæget sig som en flydende Masse, enkelte Gjenstande vare blevne førte over 1000 Fod bort, og der opstod Retstvister om Ejendomsretten til samme. Trods alle disse Exempler ere de rotatoriske Jordskjælv næppe andet end Sidevirkninger af den almindelige bølgende Bevægelse.

Undertiden opstaar der ved Jordskjælv tragtformige Aabninger i Jorden, sandsynligvis fremkomne ved Jordfald eller Sammenstyrtning af underjordiske Huler. I andre Tilfælde aabner Jorden sig, og alt, hvad der staar paa den, synker ned i det svælgende Dyb. I Aaret 1819 blev Indus's Delta hjemsøgt af heftige Jordskjælv; en Flade paa 94 engelske Kvadratmil sank ned og begravedes af Havet. Garnisonen i Fortet Sindree slap med Skrækken, thi Fæstningen blev uskadt, og Besætningen reddede sig næste Dag i Baade. Samtidig med denne Katastrofe hævede Jorden sig omtrent 10 Fod paa en Udstrækning af over 8 Mil, en Ophøjning, som de Indfødte tillægge Benævnelsen Allah-Bund, d. v. s. Gudsdæmning. Under et Jordskjælv tæt ved St. Jago i Chile i Aaret 1834 sank en Strækning Urskov paa to Kvadratmil med samt Træer og Buske; ja ved Chittagong i Bengalen slugte Jorden 1762 under et Jordskjælv flere

Bjærge, saa ikke engang Tinderne mere vare synlige. I slige Fordybninger samler der sig i Regelen Vand, og de mange Smaasøer, hvor der efter Sagnet skal ligge sunkne Stæder, hidrøre muligvis fra Jordfald.

Den Hurtighed, hvormed Jordskjælvsbølgerne forplante sig langs Jordens Overflade, er vistnok i de enkelte Tilfælde meget forskjellig, lige som det er meget vanskeligt at bestemme samme med nogenlunde Sikkerhed, da man under et heftigt Jordstød har ganske andre Ting at bestille end at bestemme Sekunderne eller Minutterne.



Fig. 142. Bristninger af Jordskorpen i Nærheden af Byen Polistena (Calabrien) ved Jordskjælvet 1783.

Humboldt anslaar Forplantningens Hurtighed til 5—7 Mil i Minuttet. Det Jordskjælv, som blev iagttaget den 15. Januar 1858 Kl. $8^1/_4$ Eftermiddagen i Ungarn, Bøhmen, Mähren og Schlesien over et Omraade af 1425 Kvadratmil, havde sit Midtpunkt i Omegnen af Sillein i Nordvest-Ungarn, og Schmidt har herefter beregnet Forplantningens Hurtighed til $1^9/_{16}$ Mil i Minuttet; det rhinske Jordskjælv den 29. Juni 1846 havde derimod en Middelhastighed af $3^1/_2$ Mil i Minuttet. Der kan ikke være nogen Tvivl om, at Jordskjælvsbølgernes Hastighed er forskjellig efter de Stenlags Beskaffenhed, hvorigjennem de forplantes. Ved at anstille Forsøg med Mine-

sprængning har Mallet fundet, at Forplantningens Hastighed i løst Sand beløber sig til 800 Fod, i Granit til 1268 Fod og i faste Granitmasser til 1609 Fod i Sekundet. Tilsvarende Sprængningsforsøg har Abbot anstillet i Mineskolen i Willets-Point; han maalte den Hastighed, hvormed Rystelserne forplante sig, og kommer til det Resultat, at Forplantningen er desto hurtigere, jo heftigere det oprindelige Stød var, og at Hastigheden aftager, jo længere den almindelige Bølge rykker frem; Bevægelserne i Jordskorpen ere dernæst meget komplicerede og sammensatte af en Mængde korte Bølger.

Jordbundens Beskaffenhed er dernæst af største Indflydelse paa Rystelsernes Voldsomhed. Allerede de Gamle vidste, at Jordens Rystelser ere svagere over hule Rum, og Vivenzio mener, at Romerne netop af Hensyn til Jordskjælvene havde gravet flere Brønde ved Bygningen af Kapitoliet. Efter Humboldt have Beboerne paa St. Domingo (Vestindien) gjort lignende Erfaringer om den gunstige Virkning af Huler og Kløfter. Andre Steder har man lagt Mærke til regelmæssige Afbrydelser i den fremadskridende Jordskjælvsbølge; Peruanerne sige om slige ubevægelige øvre Lag, at de danne en „Bro“. I Egne, som længere Tid igjennem ere blevne hjemsøgte af Jordskjælv, har man hyppigere gjort den Iagttagelse, at Jordskjælvets Kredse brede sig, ret som om underjordiske Hindringer lidt efter lidt blive overvundne, og Bølgebevægelsen derpaa benytter mere banede Veje. Bjærgkjæder fremtræde hyppig som skyttende Volde, idet de hindre den fremadskridende Jordskjælvsbølges Gjennemgang og kun tilstede en ensidig Udbredelse, hvorved der i Steden for centrale Bevægelser ud fra et enkelt Punkt til alle Sider opstaar de lineære Jordskjælv, hvor Rystelserne skride frem efter en bestemt Linje. Mallet og Jeitteles have fremdeles paavist, at i lagdelte Stenmasser forplanter Rystelsen sig mest uforstyrret parallelt med Lagene. Om løs Jordbund er særlig farlig ved Jordskjælv, maa staa hen, da Exemplerne tale baade for og imod.

De svageste Jordskjælv ere forbi med et eneste Stød, eller i længere Tid paafølger der lejlighedsvis kun ligesom en Bæven; ved meget heftige Jordrystelser følge Stødene ofte paa hverandre i meget korte Pavser. I Regelen ere de første Stød de heftigste. Ved det Jordskjælv, som den 26de Marts 1812 ødelagde Caracas, indtraf om Eftermiddagen 7 Minutter over Kl. 4 aldeles uventet et Jordstød,

der fik Klokkerne til at ringe og ligesom var en Formaning om at søge Redning. Masserne søgte imidlertid ilsomst ind i Kirkerne, der under de paafølgende Stød bleve ligefrem forvandlede til Grusdynger. Et Regiment Soldater, der stod under Gevær i Kasernen El Quartel og lige skulde afmarchere som Æresgarde under Skærtorsdags-Processionen, forsvandt paa faa Mand nær med samt Kasernen. Ni Tiendedele af Staden var tilintetgjort, Resten ubeboelig; ti Tusende Mennesker havde strax fundet Døden, ikke at tale om dem, der lede et langsomt og skrækkeligt Endeligt som Følge af Lemlæstelser eller Mangel paa Levnedsmidler.

Den udbredte Mening, at efter et meget heftigt Stød er al videre Fare for Jordskjælv foreløbig forbi, bekræftes ingenlunde ved Iagttagelser. De Jordrystelser, som ødelagde Staden Messina og anrettede saa store Ulykker i Calabrien, gjentoge sig f. Ex. med ulige Mellemrum i den hele Tidsperiode mellem den 5te Februar og den 28de Marts 1783. De meget omtalte Jordskjælv i Wallis indlededes med et Stød, der blev iagttaget den 19de Juli 1855 i Bex, og med Afbrydelser varede de ved til den 18de December 1856.

Det Omraade, hvorover de enkelte Jordskjælv brede sig, har en meget forskjellig Størrelse. Naar man paa et Kort drager Linjer mellem de yderste Punkter, hvor man har iagttaget Rystelser under samme Jordskjælv, finder man, at disse Linjer hyppig danne en Art æggeformig Figur. Foruden slige saakaldte centrale Jordskjælv, som altsaa fremkalde en Slags Rystelseskreds, forekommer der, som alt omtalt, ogsaa saakaldte lineære, der kun brede sig i en Rystelseszone. Jordskjælv af denne Art optræde fortrinsvis i Egne, som opvise betydelige Bjærgmasser.

Det frygtelige Jordskjælv i Lissabon den 1ste November 1755 blev samtidig med større eller mindre Heftighed iagttaget i Grønland, Canada, Vestindien, Nordafrika, Spanien, Frankrig, Schweiz, Tyskland, Sverige, Norge og Island. Jordskjælvet i Avgust 1868 strakte sine fordærvelige Virkninger fra Nord til Syd over 14 Breddegrader eller over 200 Mil. Efter v. Hochstetters Undersøgelser synes Andeskjædens høje Bjærgryg at have dannet Grænsen mod Øst, medens ogsaa en stor Strækning af Havbunden har taget Del i Bevægelsen, altsaa i vestlig Retning fra Kysten. „Stødene virkede med stor Intensitet i Omegnen af de ulykkelige Stæder Islay, Arequipa, Arica og Iquique, der forvandledes til Grusdynger,

og der kan ikke herske nogen Tvivl om, at disse Stæders Omraade var det egentlige Centrum for Rystelsen". Efter Schmicks nyere Undersøgelser laa dog Centrumet for Jordrystelsen vest for den sydamerikanske Kyst et eller andet Sted ude paa Havbunden. Stødene vare dels lodrette, dels bølgeformige.

Ved horizontale Jordskjælv er det ofte meget vanskeligt at fastslaa den Retning, hvorfra de komme. Iagttagernes Angivelser



Fig. 143. Arequipas Ødelæggelse ved Jordskjælvet den 13de Avgust 1868.

modsige i Regelen hverandre, hvad der ikke er saa forunderligt, naar man betænker den Angest og Overraskelse, Enhver maa blive greben af, naar han bliver Vidne til et Jordskjælv. De paalideligste Angivelser om Stødenes Retning faar man ved de løsere Gjenstandes Ødelæggelse og Bortflytning; imidlertid maa man dog ogsaa i denne Retning være forsigtig med sine Slutninger, som Dr. Stur har vist ved sine Undersøgelser over Jordskjælvet den 1ste Marts 1870 i Karstbjærgene (Illyrien). Denne Forfatter har dels

paavist, at man aldeles ikke med Sikkerhed kan slutte fra Mursprækkernes Retning til Jordstødenes Retning, ligesom Forflytning af Gjenstande, navnlig Statuer, snart angav en Retning fra Nordvest til Sydøst, og snart en Retning fra Sydvest mod Nordøst.

Jordrystelserne ledsages hyppig af underjordisk Larm, undertiden følger den bag efter, ikke sjælden udebliver den ganske. Humboldt meddeler, at det frygtelige Stød, som ødelagde Staden Riobamba, slet ikke ledsagedes af nogen Larm. Den skrækkelige Torden, som hørtes under Stæderne Quitos og Ibarras Grund, rejste sig først 10—20 Minutter efter den egentlige Katastrofe. Undertiden indtræde underjordiske Lyde uden nogen Jordrystelse; efter det store Jordskjælv i Ny-Granada (Columbias forenede Stater), den 16de November 1827, hørte man over hele Caucaflodens Dal hver 30 Sekunder med stor Regelmæssighed en underjordisk Støjen og Bragen uden nogen som helst Jordrystelse. „Naar disse Lydfremtoninger", siger Humboldt, „ikke følges af nogen mærkelig Jordrystelse, gjøre de et særdeles dybt Indtryk, selv paa dem, som allerede længe have beboet en bævende Grund. Man afventer med Ængstelse, hvad der vil følge ovenpaa de underjordiske Brag. Det mest paafaldende Exempel paa slige underjordiske Brag uden noget som helst Spor af Jordskjælv frembyder den Fremtoning, der over det mejicanske Højland er bekjendt under Navnet: Guanajuatos Brølen og underjordiske Torden. Larmen vedvarede fra Midnat den 9de Januar 1784 over en Maaned. Fra den 13de—16de Januar var det, som der trak svære Tordenskyer hen under Indbyggernes Fødder; den langsomt rullende Torden vexlede med korte Tordenbrag. Uvejret trak bort, som det var kommet, med aftagende Styrke; det indskrænkede sig til et ringe Omraade; nogle Mil der fra, i en basaltrig Landstrækning, mærkede man slet ikke noget til det. Næsten alle Beboerne forlode i Rædsel Staden, hvor der var ophobet store Masser af Sølvbarrer; de mere modige, som vænnede sig til de underjordiske Drøn, vendte tilbage og kæmpede mod den Røverbande, som havde bemægtiget sig Skattene."

Under det frygtelige Jordskjælv, som den 11te Maj 1870 ødelagde Staden Oajaca og andre Byer i Mejico, vare de underjordiske Drøn saa stærke, at man sammenlignede dem med Larmen af 100 samtidige Kanonskud, og de vedvarede saa uafbrudt, at man ved

Maanens blege Skin vel kunde se Husene styrte om, men ikke hørte Bragene under Nedstyrtningen.

I det lange Tidsrum, som Jordskjælvene ved Grossgerau holdt ved, hørte man ofte en dump Rumlen uden samtidige Jordstød. Den 11te November henimod Kl. 4 om Morgenen hørte saaledes en Iagttager mellem Darmstadt og Frankfurt en klaprende Lyd, som naar Træ gnides sammen, ledsaget af gjentagende, dumpe Lyd; nogle Minutter senere lød en klirrende Larm, som naar Glasskaar og Sten rystes, og samme voxede saa stærkt, som om en tung Vogn med slæbende Kjæder i Galop rumlede over Stenbroen. Der herskede fuldkomment Vindstille, Klirringen syntes at komme fra Syd, den første Larm fra Sydøst. Omtrent 19 Minutter senere hørte man fra Vest til Øst en Rullen som den fjærneste Torden, og denne Lyd varede 4—6 Minutter. Der sporedes samtidig ikke den ringeste Jordrystelse.

Jordskjælvets egne ødelæggende Virkninger forøges i Kystlandskaberne end yderligere ved de oprørte, rasende Bølger; thi Jordskjælvet sætter ogsaa Oceanets Vandmasser i Svingninger, saa Bølgerne optaarnes til en Højde og bruse afsted med en Hurtighed, der ikke naas under den vældigste Storm. Raabet: „Havet drager sig tilbage!“ er derfor under et Jordskjælv det skrækkeligste, Beboeren langs Sydamerikas Vestkyst kan høre; thi han véd, at Havet kommer tilbage og strømmer langt ud over sin sædvanlige Strandbred, og vé da Alt, hvad der kommer i Vejen for den svulmende Vandflod. Paa aaben Sø er Jordskjælvsbølgen lige saa lidt mærkelig, som den Tidevandsbølge, der følger med Maanen omkring Jorden; men de lodrette Stød paa Havbunden føle Skibene hyppig som et pludseligt Ryk, saa man om Bord nærmest maa tro, at Skibet er løbet paa Grund. Undersøiske Jordstød synes at være særlig hyppige paa det atlantiske Ocean i et Omraade mellem 7^0 n. og $3^1/_2{}^0$ s. Br. og mellem 16^0 og $29^1/_2{}^0$ v. L. for Greenwich.

Under det store Jordskjælv, som den 20de Februar 1835 ødelagde Staden Concepcion i Sydamerika, befandt Darwin sig netop i Valdivia og hørte her, at Havnestaden Talcahuano var totalt ødelagt, og at sluttelig en uhyre Bølge var rullet ind fra det store

Ocean og havde bortskyllet Ruinerne af den ulykkelige Stad. Vi saae snart, fortæller Darwin, tilstrækkelige Beviser paa Sandheden af sidstnævnte Kjendsgjerning; hele Kysten var oversaaet med Træ og Møbler, som om tusende Skibe vare strandede. Flere Hustage vare skyllede bort i fuldstændig uskadt Tilstand; Pakhusene i Talcahuano vare opbrudte, og store Sække med Bomuld, Yerba og andre Varer laa omkring paa Stranden. Klippestykker med vedhængende Søplanter viste, at de endnu nylig maatte have ligget paa dybt Vande. Jordbunden paa Øen var spaltet paa mange Steder, og Spalterne gabede med en hel Alens Bredde. Synet af de tvende Stæder Concepcion og Talcahuano var rædselsvækkende. Ruinerne vare kastede saaledes mellem hverandre, og Staden frembød saa lidt Skuet af en beboet Plads, at man næsten ikke kunde mindes dens tidligere Udseende. I Concepcion stod dog hvert Hus eller Husrække som en Dynge eller Række Ruiner for sig; men i Talcahuano kunde man paa Grund af den store Bølge slet ikke skjelne andet end et Lag Tagsten, Mursten og Bjælker. Kaptejn Fitzroy siger, at man i Bugten saae Bølgen som en uhyre Vandsvulmen; hvor den imidlertid fandt Modstand, brødes den, rullede videre og rev Huse og Træer med sig.

Ogsaa under det store Jordskjælv i Avgust 1868 fremkom den store Jordskjælvsbølge. En Beboer af Iquique fortæller først om Jordstødene og en langsom Stigning af Havet og beretter dernæst følgende: „Med fornyet Rædsel saae jeg nu Havet trække sig tilbage, ikke langsomt, som det var steget, men med gruopvækkende Heftighed; foran mig hævede og hævede Bredden sig, saa jeg snart lige ud til Øen ikke saae noget af Havet; nogle paastod, at der havde været tør Grund helt derud. Da viste der sig paa én Gang, i nogen Afstand bag Øen, en lang, høj Bølge, som med stor Regelmæssighed trængte frem mod Landet. Nu syntes jeg, at der ikke var noget Øjeblik mere at spilde; jeg kaldte paa de tvende Venner, som befandt sig i Huset, for at gøre dem opmærksomme paa Faren; de kom, men mente imidlertid, at Bølgen vilde brydes mod Øen. Vi afventede da ogsaa denne Stund og havde saaledes det storartede Skue at se Havet gaa hen over Øen med en saadan Magt, at Vandet syntes at sprøjte op mod Himmelen; men for os var nu ogsaa det yderste Øjeblik til Frelse kommet. Under den stedse voxende Larm af det fremvæltende Vand, og da Bølgen allerede

var nærmere ved Landet end ved Øen, begyndte vi alle tre at løbe op mod Højen; den sidste af os, der var omtrent en halv Snes Skridt bag ud, var nær kommen for sildig; thi han blev indhentet af Vandet og slynget bort, og medens han tumlede frem mellem Ruinerne af Husene, som ramlede ned til Højre og Venstre for ham og kvæstede ham paa flere Steder, blev han paa ny greben og slynget bort.

„Da Vandet endelig var kommet i Ro igjen, blev han liggende paa det Tørre uden at vide, hvorledes han var sluppen. Jeg troede en Tid lang, at jeg var den eneste af os tre, som ret havde fattet Faren, den Gang jeg opfordrede de to andre til at lukke Dørene og ile op paa Højen; og dog, da jeg var løben et lille Stykke frem, blev jeg staaende for at se Virkningen af Bølgen, noget jeg sikkert ikke vilde have gjort, hvis jeg havde haft nogen Anelse om dens Magt; heraf kommer det, at jeg saa levende mindes det Øjeblik, da Bølgen naaede Land, at Synet deraf stadig svæver for mine Øjne. Bølgen, der var sort af det Sand og Dynd, den allerede havde oprodet, kunde vel omtrent være 30 Fod høj; den naaede op til Balkonen paa Huset, medens Vand og Skum yderligere sprøjtede op over samme. Hvis jeg blot et Øjeblik havde næret det Haab, at Husene vilde være i Stand til at modstaa Vandets Fremstormen, blev jeg snart reven ud af denne Vildfarelse. Under den forfærdeligste Larm af de sammenstyrtende Huse forsvandt hele Gaden de la Pantilla i et og samme korte Øjeblik, og Havet mistede saa lidt sin Heftighed, at det fejede de følgende Bygninger bort med samme Lethed, skjønt det allerede nu maatte vælte hele Bjærge af Træ og Rudera foran sig, indtil Bølgen dog tabte i Højde og derved ogsaa i Kraft, og Terrainet hævede sig. Da jeg med Møje var naaet omtrent 200 Skridt fremad, saae jeg paa venstre Haand, langs med hele Gadesiden af La Pantilla, hvorledes Havet havde vasket Bredden bar og nu væltede foran sig de uformelige Ruiner af de talrige Huse, som havde staaet dér, medens det stadig og uafbrudt rykkede videre. Med Kræfterne svigtede nu ogsaa Modet mig; med Havet i Hælene, medens det nu ogsaa vældede frem fra Siden, gav jeg fortabt og blev staaende. Dog det lod mig i Live, og da jeg saae tilbage, havde det naaet sin naturlige Vandstand og trak sig tilbage til sit tidligere Leje, medens det kun havde været et Par Skridt fra mig.“



Fig. 144. Jordskjælvet i Lissabon.

Under det store Jordskjælv i Lissabon 1755 blev en Del af denne ulykkelige Stad overskyllet af Bølgerne, og Oceanet steg skummende over sin sædvanlige Højde langs Spaniens, Englands og Norges Kyster og lige over til Øerne Antigua, Martinique og Barbadoes (Vestindien). Under Jordskjælvet i Lima 1586 steg Vandet i Callaos Havn 84 Fod. Da Siracusa i Aaret 1693 ødelagdes af et Jordskjælv, veg Havet saa pludselig tilbage, at mange Fisk bleve liggende paa det Tørre, men snart vendte Vandet tilbage med saa stor Heftighed, at det trængte ind i Staden og Kastellet, hvor man senere fandt mange Fisk, som Bølgerne havde ladet blive tilbage.

Den Hurtighed, hvormed de Stødbølger forplantes, der opstaa ved et Jordskjælv, afgiver et Middel til at beregne Mellemdybden af det Ocean, hvorigjennem Bølgerne forplante sig. Airy har givet Regler for de herhen hørende, højst simple Beregninger, og der er en god Overensstemmelse mellem denne Beregning og Resultaterne af de direkte Dybdemaalinger. Oceanets Jordskjælvsbølger skride frem med samme Fart som de almindelige Tidevandsbølger. Dette har E. Geinitz nylig paavist for den Bølge, som fulgte paa Jordskjælvet i Iquique (9de Maj 1877). Han fandt ogsaa, at der efter Hovedbølgen fulgte sekundære Bølger, som behøvede mellem to og tre Døgn til deres Udjævning*).

Talrige Jordskjælv forekomme i Egne, hvor der enten forefindes endnu virksomme Vulkaner, eller som dog i Fortiden have været Sæde for vulkansk Virksomhed. Beviser for denne Paastands Rigtighed har man i Sydamerika og Syditalien; men man maa aldeles ikke tro, at de mest vulkanrige Egne ogsaa ere mest hjemsøgte af Jordskjælv; thi den meget vulkanrige Ø Havaii er t. Ex. saa temmelig forskaanet for Jordskjælv, og skjønt dens Beboere meget vel kjende det skrækkelig ophøjede Skue af et vulkansk Udbrud, var i det mindste lige til den 28de Marts 1868 et Jordskjælv paa deres Ø saa ukjendt, at ikke engang Sagnet vidste at berette om en i ældgamle Tider forefalden Rystelse. Ligeledes ere de

*) Se oven for S. 146.

tyske Rhinlande blevne saa temmelig forskaanede for Jordskjælv, skjønt de omslutte Bjærggruppen Eifel, et af de mest bekjendte Omraader for tidligere vulkansk Virksomhed. Man kan derfor kun i al Almindelighed fastholde, at vulkanske Egne ere mere udsatte for Jordskjælv end ikke vulkanske, skjønt ogsaa sidstnævnte under visse Omstændigheder kunne blive hjemsøgte af langvarige Jordskjælv; fjærnt fra alle Vulkaner har saaledes Grunden ved Mont Cenis siden April 1808 Maaneder igjennem skjælvet næsten til hver Time i Døgnet.

Man har meget diskuteret det Spørgsmaal, om Jordskjælv bebudes ved atmosfæriske Kjendetegn, om der gives Bebudelser paa kommende Jordskjælv. Man troede tidligere, at Ildkugler og Stjærneskud forkyndte Jordskjælv og vulkanske Udbrud, ligesom man betragtede Kometer som Forbud paa Krig og Farsot. Pausanias antog vedvarende Tørke som et Forbud paa kommende Jordskjælv, og Link beretter, at man i Portugal venter Jordskjælv ved den første Regn efter en vedholdende Tørke; dette stemmer med Plinius's Mening, at der undertiden indtræder Jordskjælv, naar Regn følger paa stærk Hede. Hvor urigtig den hele Anskuelse er, at Jordskjælv skulde kunne staa i nogen Forbindelse med lokale atmosfæriske Tilstande, indlyser af sig selv, naar man betænker, at mange Jordskjælv brede sig over større Dele af Jorden og saaledes iagttages i Egne, hvor der hersker de mest forskjellige Vejrforhold.

Man har af og til iagttaget, at kort før store Jordskjælv udvise Kilder og Brønde paafaldende Foranderligheder, navnlig synker Vandspejlet, saa Brøndtovene maa forlænges; i Neapel skal dette hyppig være Tilfældet, og man skal heraf med temmelig stor Sikkerhed kunne slutte til et forestaaende Jordstød; man maa imidlertid naturligvis ikke forglemme, at Vandspejlet ogsaa synker i Floder og Brønde som Følge af vedvarende Tørke.

Undertiden staa Jordskjælv ligefrem i direkte Sammenhæng med Forholdene og Virksomheden ved store Vulkaner. En Røgsøjle, man i Sydameriika Maaneder igjennem saae stige op fra Pastos Vulkan, forsvandt pludselig, da Provinsen Quito, 48 Mil længere mod Syd, led under det skrækkelige Jordskjælv ved Riobamba (4de Februar 1797). Strabo fortæller, at efter at Jordbunden længe havde bævet over hele Syrien, paa Kykladerne og Evböa, hørte Rystelserne pludselig op, da en Strøm „glødende

Dynd" (Lava fra en Jordspalte) havde udtømt sig paa den lelantiske Slette ved Chalkis. Herhen hører ogsaa den Kjendsgjerning, at under Jordskjælv kunne nærliggende Vulkaner nogen Tid igjennem udvise Ildfremtoninger, som Tilfældet f. Ex. var ved Valparaisos Ødelæggelse i Aaret 1822, da man ved Valdivia saae hele Omegnen belyst af nærliggende Vulkaner. Under Lissabons store Jordskjælv 1755 saae man i Nærheden af Hovedstaden Flammer og en Røgsøjle stige op fra en nydannet Spalte i Klippen ved Alvidras; Røgen blev hver Gang tættere, altsom den underjordiske Larm tiltog i Styrke.

Vende vi os nu til de Anskuelser, man hidtil har opstillet om Aarsagerne til Jordskjælv, møde vi her de mest mærkværdige og diametralt modsatte Anskuelser. Først i den nyere Tid synes Opfattelserne noget at nærme sig hverandre eller dog i det mindste at vinde i videnskabelig Begrundelse.

De nærmeste Forestillinger, som paatrængte sig Oldtidens Forfattere, gaa ud fra underjordiske Storme og Kampe. „Jordens Rystelse hører ikke op", siger Aristoteles, „før den Vind, som har foranlediget Rystelsen, er brudt ud af Jordskorpen. Saaledes gik det nylig i Heraklea i Pontus og i tidligere Tider paa den æoliske Ø Hiera." Ovid skildrer meget anskuelig et Jordskjælv med Jordbundens Hævning: „Ved Trözene skuer man en stejl, træløs Jordryg; engang var her en Slette, nu ser man her et Bjærg. De i mørke Huler indesluttede Dampe søgte forgjæves en Spalte som Udvej. Da svulmede ved deres Kraft Jordbunden som en luftfyldt Blære, som Skindet paa den tvehornede Buk. Hævningen er bleven tilbage, og den fremragende Høj er i Tidernes Løb størknet til en nøgen Fjældmasse."

Dampskyerne over de syditalienske Vulkaner ledede allerede tidlig Tanken hen paa mægtige, underjordiske Ildsteder, og de gamle Grækeres Forestillinger om Underverdenen og Tartarus's Ildstrømme fremkaldtes højst sandsynlig ved Nedreitaliens Vulkaner. I Ætna, mente de Gamle, laa Kæmpen Eukalas begraven, og saa ofte han vendte sig, bævede hele Sicilien; endnu Dio Cassius fortæller, at det var Kykloperne, som stege op fra Vesuvs Krater og med Basunstød begravede Stæderne Herkulanum og Pompeji, en Anskuelse, som er storartet overfor Talmudisternes fattige Opfattelse: Af Anger over Jødernes Fordrivelse græder Gud daglig

tvende Taarer, som ved at falde i Havet undertiden fremkalde Jordskjælv. I Middelalderen fantaserede man om store underjordiske Lag af Kul, Svovl og Salpeter, som skulde være komne i Brand og exploderede med frygtelig Kraft. Heldigvis lærte man snart Elektriciteten lidt bedre at kjende, og nu skulde det være den, som fremkaldte Jordrystelserne ved mægtige Lynslag mod Skyerne. Mere Tiltro vandt senere den Mening, der i den hele Fremtoning saae Virkningen af Stenkulslags underjordiske Brand, og endnu Leopold v. Buch havde i Begyndelsen den Anskuelse, at man paa denne Maade kunde forklare sig Vesuvs Virksomhed; først senere antog han, at Aarsagen baade til Jordskjælv og Vulkaner var langt mere almindelig og dybt liggende, og Humboldt sluttede sig til den sidste Anskuelse.

„Det er visselig elastiske Vædsker", siger han, „som fremkalde baade den sagte, ganske uskadelige og dagevis vedvarende Bæven af Jordskorpen og de frygtelige Explosioner, der bebudes ved de underjordiske Drøn. Arnestedet for den hele Fremtoning, Sædet for den bevægende Kraft, ligger dybt under Jordskorpen; hvor dybt vide vi imidlertid ikke, lige saa lidt som vi kjende de højt spændte Dampes kemiske Natur. Liggende ved tvende Kraterrande, paa Vesuv og den taarnlignende Klippe, der rager højt op over det uhyre Svælg Pichincha ved Quito, har jeg sporet periodiske og meget regelmæssige Jordstød, altid 20—30 Sekunder før der blev udslynget brændende Slakker eller Dampe. Jordrystelsen var altid desto stærkere, jo senere Explosionen indtraadte, og jo længere Dampene altsaa bleve indespærrede. I denne simple, af saa mange Rejsende bekræftede Erfaring ligger den almene Løsning til Fremtoningen".

Mærkelig nok var den samme Anskuelse, at stærkt spændte Dampe vare Aarsagerne til Jordskjælv, allerede i det 6te Aarhundrede fremherskende i Konstantinopel. Lersch har i denne Henseende gjort opmærksom paa følgende hidtil upaaagtede Sted hos en byzantinsk Forfatter: „Da Konstantinopel i Aaret 557 eft. Kr. for anden Gang efter faa Aars Forløb blev skrækkelig hjemsøgt af Jordskjælv, faldt Talen naturligvis hyppig paa Aarsagen hertil; nogle holdt Aristoteles's Mening for rigtig, andre vilde ikke vide noget af, at der skulde kunne opstaa Jordrystelser ved Gas og Dampe, som vare indespærrede i Jordens Indre. De første mindede

da om et mærkeligt Experiment, som en alt afdød Mathematiker og Bygmester samt berømt Instrumentmager engang havde anstillet. Samme hed Anthemios, var født i Tralles, men senere flyttet til Konstantinopel, hvor han var bleven Nabo til Rhetoren Zeno. De beboede, som det synes, to sammenbyggede Huse, eller i det mindste laa Husene delvis under samme Tag; den førstes Hus var lille, den andens stort og pragtfuldt. Som det saa let sker mellem Naboer, kom de i Strid, og i Ordvexlingen trak Anthemios det korteste Straa over for den tungefærdige Zeno, men han pønsede paa Hævn. Da Zeno engang havde samlet en Del Venner til et Gjæstebud i sin Stueetage, bragte Anthemios et kunstigt Jordskjælv til Veje, hvorved hele Selskabet blev saa forskrækket, at det skrigende og bandende flygtede fra Spisesalen ud paa Gaden. Anthemios havde nemlig forud i Stilhed gjort sit Jordskjælv færdigt; paa forskjellige Steder i sin Bolig havde han opstillet Kjedler, fyldt dem med Vand og omhyggelig lukket deres øverste Aabninger med vandtætte Læderrør, som neden til vare brede, oven til lidt efter bleve smallere. De øverste Dele af Rørene bleve med den største Nøjagtighed fastgjorte til Brædderne, Bjælkerne og Taget og, saa vidt muligt, hermetisk aflukkede med et Læderhylster. Der blev nu tændt stærk Ild under Kjedlerne, Vandet kom i heftig Kogning, Dampen fandt kun en Udgang opad, stødte mod Loftet og rystede det heftig. Overbevist om, at der havde fundet et Jordskjælv Sted, gik Zeno strax til det kejserlige Palads for at høre, hvorledes det var gaaet hans Venner; men da man her udlo ham, vidste han slet ikke, hvorledes han skulde klare det Hele, da dog han og hans Venner tydelig havde mærket den Rystelse, som mange andre slet ikke vilde vide noget af."

Humboldts Hypothese kunde længe glæde sig ved Geologernes levende Bifald; den bragte en ret levende og utvungen Forbindelse i Stand mellem Vulkaner og Jordskjælv, og Kilden til den Glødhede, som leverede de stærkt spændte Dampe, var given ved den indre Jordvarme. Først lidt efter lidt gjorde der sig dog forskjellige Betænkeligheder gjældende mod den hele Vulkantheori, og allerede Necker udtalte den Tanke, at mange lokale Jordskjælv vistnok fremkaldtes ved Sammenstyrtning af underjordiske Huler, som ere fremkomne ved Opløsning af Stensalt, Gips o. s. v. eller ved Udvaskning. Volger har særlig gjennemført denne Hypothese, og over

for en fordomsfri Betragtning lader det sig nu heller ikke nægte, at der kan opstaa og virkelig ogsaa er opstaaet Jordskjælv ved Sammenstyrtning af underjordiske Huler. Det lader sig imidlertid heller ikke nægte, at Sammenstyrtnings-Theorien har et vanskeligt Stade at hævde, hvor der bliver Tale om de meget store Omraader, enkelte Jordskjælv have strakt sig over, skjønt man paa den anden Side maa give Seebach Ret, naar han afviser den Paastand, at Jordskjælv, opstaaede ved Sammenstyrtning, nødvendigvis maa have et meget ringe Udbredelsesomraade.

En vigtig Rolle ved Spørgsmaalet om, hvad det er for Kræfter, som fremkalde Jordskjælv og vulkanske Udbrud, spiller den statistiske Sammenstilling af disse Fremtoningers Hyppighed. Navnlig har A. Perrey samlet en Mængde Materiale og ordnet samme med Henblik paa Maanens Gang; saaledes udfandt han, at af 3654 Jordskjælv faldt de 1001 sammen med Ny- og Fuldmaanen, 1753 derimod med første og sidste Kvarter, og Perrey drager nu af disse Tal den Slutning, at Maanen har en Indflydelse paa Jordskjælvenes Hyppighed, der svarer til Tidevandets Fremkomst i Oceanet. Dog beløber Forskjellen i ovennævnte Tal sig kun til 4% af det samlede Tal, hvad dog er alt for lidt til at give et sikkert Resultat, og Rudolf Falb har dernæst gjort udtrykkelig opmærksom paa, at man heller ikke kunde vente sig noget andet Resultat af den franske Forskers Sammenstilling, selv om Maanen maatte have en langt større Betydning med Hensyn til Jordskjælvenes Tal og Intensitet; thi Perrey behandler den ene Fuld- og Nymaane ganske som den anden, medens dog Maanens Afstand fra Jorden og dens Stilling til Æqvator er meget foranderlig, og heraf maatte dog Virkningens formentlige Intensitet afhænge. Da Jul. Schmidt senere hen nøjagtig undersøgte Jordskjælvsdagene fra 1766 til 1873, troede han ogsaa at kunne paavise, at der i dette Tidsrum falder 183 Jordskjælvsdage mere paa den Halvdel af Maanebanen, som er Jorden nærmest, 180 Jordskjælvsdage mindre paa den modsatte Halvdel, end Tilfældet vilde have været, naar der fandt en fuldstændig Uafhængighed Sted over for Maanen. Saaledes skulde det nu altsaa synes paavist, at Jordrystelserne ere hyppigere i Maanens Nærhed ved Jorden, end naar den er fjærnere. Samtidig har man ogsaa troet at kunne paavise en aarlig Hyppigheds-Periode. Mallets Katalog over de fra Aar

800—1842 indtraadte Jordskjælv paaviser, at det største Tal af samme falder paa Januar Maaned, det ringeste paa Juni; men i Januar er Solen nærmest Jorden, i Juni er den længst fra samme. Saaledes skulde der ogsaa her vise sig en Indflydelse fra Solen i samme Forstand som ved Maanen, og dette Resultat støttes ved Jul. Schmidts Undersøgelser, der ere grundede paa et dobbelt saa stort Materiale.

Saaledes kunde det nu altsaa synes godtgjort, at Solen og Maanen have en paaviselig Indflydelse paa Jordskjælvenes Hyppighed i Overensstemmelse med de tilsvarende Love, vi have paavist ved Tidevandet. Allerede Ballivi i Lima og Toaldo i Italien vare for omtrent 100 Aar siden blevne opmærksomme herpaa og tænkte paa en virkelig Ebbe og Flod i Jordens Indre. Perrey sluttede sig ganske til denne Mening og tænkte sig, at der i Jordens Indre, paa Overfladen af den flydende, glødende Masse, hæver sig en uhyre Ildbølge, som slaar mod den faste Skorpe.

Denne Mening har nu med Rette ikke fundet noget Bifald, og Falb har søgt en anden Forklaringsmaade. Han gaar ud fra, at Solens og Maanens Tiltrækningskraft ingenlunde er den eneste, ja ikke engang Hovedaarsagen til Jordskjælvene; disse sidste vilde ogsaa finde Sted uden Maanens og Solens Tiltrækningskraft, der fremkalder Bølgerne. Solen og Maanen fremkalde kun Uligheder i den hele Fremtonings Hyppighed og Intensitet, men den egentlige Aarsag maa søges i det ildflydende Jordindre, i dettes vedvarende Afkøling, som er forbunden med Dampudviklinger, og i Trykket fra den øvre faste Skal, som trækker sig sammen. Herved fremkommer en Indtrængning af varme Masser i Spalterne af den faste Skal, og disse Massers exploderende Virksomhed i større eller mindre Nærhed af Jordoverfladen frembringer enten mer eller mindre heftige Rystelser i de øvre Jordlag, eller de gjennemtrænge selve disse Lag, naar Explosionerne forstærkes ved Vandets Tilkomst. At Vandet spiller en stor Rolle under vulkanske Udbrud, har for længst vundet stor Sandsynlighed; men den Opfattelse, som lader Vandet sive ned til Lavaen, er meget barnlig, og dog maatte den ældre Opfattelse lade Vandet komme ned til Lavaen, da man ikke kunde besvare det Spørgsmaal: Hvad løfter Lavaen op over dens almindelige Stand? Efter ovenstaaende Opfattelse er der tilstrækkelige Kræfter for Haanden, som kunne fremkalde Lavaudbruddene, og disse Udbruds

Regelmæssigheder og Uregelmæssigheder lade sig nu ret utvungent forklare. Hvor de underjordiske Lavaudbrud ikke formaa helt at gjennembryde de øvre Lag, hvor der altsaa ikke frembringes nogen Forbindelse med Jordens Overflade, finde Jordrystelser Sted; hvor Lavaen støder paa Vand, maa der finde Explosioner Sted, som i Regelen bringe de glødende Masser op til Jordoverfladen. Under denne Forudsætning kan man forklare en hel Del Fremtoninger, som iagttages ved Jordskjælv og vulkanske Udbrud. Hvad nu Solens og Maanens dragende Kraft angaar, kan man kun opfatte denne Virksomhed som øvende en Indflydelse paa Lavaens Tyngde eller Tryk, men ikke som en direkte Indvirkning paa de enkelte Dele af den faste Jordskorpe. Efter Falbs Theori bestaar altsaa Solens og Maanens Indflydelse deri, at Jordskjælvenes Hyppighed ved samme voxe til visse Tider, medens Jordrystelserne og Vulkanudbruddene i modsat Fald vilde være mere regelmæssig fordelte paa alle Aarets Dage.

Hvor tiltalende Falbs Hypothese nu end tager sig ud, kan der dog rejses mange og meget begrundede Indvendinger mod samme. Falb sammenfatter selv Kjærnepunktet i sin Theori i følgende Sætning: „Jordskjælv ere underjordiske, vulkanske Udbrud, fremkaldte ved Afkøling af Jordens Indre og fremmede ved Solens og Maanens Tiltrækning“. Alle Jordskjælv have følgelig efter Falb en og samme Aarsag, og denne er Vulkanismen. Falb forudsætter altsaa en flydende Jordkjærne, talrige Spalter, Kanaler og Rør i Jordskorpen; underjordiske Lavasøer, som staa i Forbindelse med Jordkjærnen, og hvor fra Spalterne have deres Udgangspunkt; udstrakte, underjordiske, vulkanske Hulninger, hvor Kanalerne og Spalterne udmunde; en bestandig op- og nedadstigende Bevægelse af Lavamassen i Kanalerne, fremkaldt ved den afkølede Jordskorpes vexlende Tryk paa den flydende Kjærne; en betydelig løftende Indflydelse af Solen og Maanen paa dette flydende Indre, hvorved fremkaldes en stærkere Oppresning af Lavaen i det underjordiske Kanalsystem; den opstigende Lavasøjles Sammentræf med Vand, der omdannes til Damp; er Trykket fra neden og Dampens Spænding stor nok, paafølger et Udbrud eller et Jordskjælv. Dette er en Ophobning af Hypothese paa Hypothe, hvortil kommer en vilkaarlig Tydning af de foreliggende Kjendsgjerninger, medens Falb derhos udtrykkelig afviser den Anskuelse, som hævder forskjellige

Aarsager og skjelner mellem vulkanske og ikke-vulkanske Jordskjælv, ja hans Paastand, at Jordens store Bjærgmasser staa paa Hulninger og ere fremgaaede ved de faste Massers Løftning op af dybe, underjordiske Spalter, er ligefrem vidunderlig over for den geologiske Forsknings nuværende Standpunkt, saaledes som vi oven for (Side 470 og fl.) have antydet samme.

En gjennemgaaende Kritik af hele Falbs Theori er nylig fremsat af Dr. R. Hørnes*), og vi skulle her fremhæve nogle af hans Hovedindvendinger, da de føre os til Videnskabens nuværende Standpunkt over for dette lige saa vanskelige som interessante og vigtige Spørgsmaal. Falb gaar ud fra et flydende, ildglødende Indre; men allerede her ere vi paa et meget ukjendt Omraade; som vi i næste Stykke nærmere skulle udvikle, er der særdeles Meget, som taler imod hele denne Antagelse, og dog skal denne være Udgangspunktet for fortsatte Hypotheser, Hjørnestenen for hele Theorien. Selv om vi imidlertid gaa ud fra Rigtigheden af denne Antagelse, kan der paa Grund af Jordskorpens store Tykkelse ikke fremkomme nogen stor Bølge i Jordkjærnen, som Falb maa forudsætte. Havets Tidevandsbølge gjør sig væsentlig kun gjældende, hvor Maanen kan øve sin Indflydelse paa de store Verdenshave; men selv i det store Ocean, der dog frembyder næsten en hel Hemisfære for Maanens Paavirkning, stiger Tidevandsbølgen ikkun 2—3 Fod; thi de betydelige Tidevande ved Kysterne ere jo betingede af rent lokale Forhold. Selv om altsaa en Del af Jordkjærnen er flydende, vil Forholdet paa Grund af den tykke, faste Jordskorpe dog ikke kunne stille sig anderledes end paa Overfladen af et Indhav, og under ingen Betingelse kan en indre Flod hæve den flydende Masse i Jordskorpens Spalter og Kanaler; thi her er Tale om at løfte Lavaen mindst 1—3 Mil, medens den formentlige indre Flod vilde kunne løfte den flydende Jordkjærne højst en Tusendedel af dette Maal. Saaledes ere altsaa Grundprinciperne for Falbs Theori fuldstændig uholdbare, og vi skulle derfor ikke fordybe os yderligere i en Kritik af samme, men blot endnu anføre, at den formentlige Sammenhæng mellem Jordskjælvene og Maanens og Solens forskjellige Stillinger til Jorden, vistnok

*) Die Erdbebentheorie Falbs und deren wissenschaftliche Grundlage, kritisch erörtert. Wien 1881.

ogsaa er højst tvivlsomt. Efter Falbs Theori skal der indtræde et Maximum af Jordskjælvene i Januar og et andet i April Maaned, og tage vi nu t. Ex. den seneste Opgjørelse (for Aaret 1880), falder tvært imod af 206 Jordskjælv Maximumet i December (43) og derpaa i November (31), medens Januar kun kan opvise 18 Jordrystelser, og Minimumet falder i April. Naar Falb derfor har vakt en Del Opsigt med sine Forudsigelser om Jordskjælv, kan Opfyldelsen af disse Profetier ikke falde saa vanskelig at forklare. Vi maa nemlig betænke, at selv vore nuværende, meget ufuldstændige Opgjørelser udvise, at der gjennemsnitlig falder omtrent to Jordskjælv paa hvert Døgn; det er altsaa ikke noget Vovestykke at forudsige Jordrystelser for „Springflodstiderne", især naar man gaar ud fra, at Flodvirkningen snart kan komme indtil fem Dage for tidlig, snart kan blive forsinket i lige saa lang Tid. For øvrigt stemmer denne Forsinkelse eller Forhastelse ikke med den øvrige Del af Theorien. Hvis det ildflydende Indre virkelig følger Solens og Maanens Tiltrækning, maa Jordskjælvene indtræde paa Springflodsdagene, og sker det ikke, er Theorien urigtig; hvad Falb f. Ex. anfører med Hensyn til Forsinkelsen: at der først maa bortryddes Hindringer i de Spalter, hvorigjennem Lavaen skal stige op, beror paa et fuldstændigt Ukjendskab til de vulkanske Fremtoninger; thi netop denne Bortrømning af Hindringer i de tilstoppede Krateraabninger fremkalder de Jordrystelser, som ved alle Vulkaner gaa forud for store Udbrud; dette er en Kjendsgjerning, som er saa godt hjemlet ved talløse Iagttagelser, at et Forsøg paa at svække den maa mislykkes. Hvad for øvrigt Falbs Profetier angaar, ere mange ikke gaaede i Opfyldelse; dette kunne vi nu vel ikke anse som et Bevis mod hans Theori; men det meget heftige Jordskjælv, der den 9de November 1880 hjemsøgte Agram, taler rigtignok tydelig derimod; thi det faldt midt imellem Springflodstiderne.

Efter hele den foranstaaende Udvikling er det vel efterhaanden blevet indlysende, at Jordskjælvene have forskjelligartede Oprindelser. Vi have allerede omtalt Sammenstyrtningen af underjordiske Hulninger. Dernæst gives der ogsaa ægte vulkanske Jordskjælv, det vil sige Jordskjælv, som gaa forud for de vulkanske Udbrud; men disse ere altid lokale og bære utvivlsomt Præget af Explosioner; men de mest storartede Jordskjælv og de, som have den største Udstrækning, have vistnok en hel anden Oprindelse. Vi have tid-

ligere fremstillet den nyere Opfattelse af Bjærgmassernes Dannelse, have udviklet, at de sandsynligvis maa tilskrives Foldedannelser af Jordens Overflade, at de ere fremkomne ved en sidelængs Forskydning af store Masser af Jordoverfladen*). De mest fremragende af Nutidens Geologer søge nu ogsaa her Oprindelsen til Jordskjælvene. Der bestaar et inderligt Sammenhæng mellem Jordskjælvene og den fortsatte Bjærgdannelse, som maa medføre Spændinger i visse Dele af Jordskorpen, hvorved der igjen fremkommer pludselige Opløsninger saa vel som Forskydninger, Brud og Revner. Det er navnlig disse Omstændigheder, man højst sandsynlig maa tilskrive alle Jordrystelser i Alpekjæden. Heim fremhæver udtrykkelig, at de nyere Undersøgelser have paavist, at Udgangspunkterne for Jordskjælvene stadig ligge i Omraader med forstyrrede og i Regelen ikke mere horizontale Lag, og at de falde sammen med saadanne Flader (saakaldte Dislokationsflader), hvor Forskydninger af Jordskorpen allerede tidligere have fundet Sted. Disse saakaldte tektoniske Jordskjælv give os en Anelse om, hvad Jordens Overflade maa have lidt i hine fjærne Tider, da Bjærgene fremstode, og Sammentrækningen og Forskydningerne vare ulige mere betydelige end i nuværende Jordperiode.

Inden vi afslutte denne vor Drøftelse, give vi her en Skildring af den sidste større Katastrofe, det Jordskjælv, som den 3dje April 1881 hjemsøgte Øen Chios og Lilleasiens nærliggende Kyststrækninger. Som Kilde benytte vi „*Times*“, hvis Specialkorrespondent umiddelbart efter Ulykken gjennemvandrede hele Øen og paa selve Stedet indsamlede sine Oplysninger. Det var ingenlunde hele Øen, som hjemsøgtes; i den nordlige Halvdel frembragte de gjentagne Stød kun Revner i Væggene og skræmmede Befolkningen, hvorimod kun faa Huse styrtede sammen, og kun to eller tre Mennesker dræbtes. Tager man derimod et Punkt paa Østkysten, omtrent en dansk Mil syd for Hovedstaden Kastro, og drager en Cirkel med en Radius paa tvende Mil omkring dette Centrum, har man saa temmelig nøjagtig Skuepladsen for de alvorlige Ødelæggelser ogsaa paa Fastlandet. Paa dette Omraade laa næsten alle Huse i Ruiner eller maatte nedrives, og dette var netop den rigeste og frugtbareste Del af Øen, hvor i en Mils Omegn af Kastro hele det op-

*) Se oven for Side 470 og flg.

dyrkede Land næsten kun er beplantet med Appelsin-, Citron-, Figen- og Mandeltræer, og hvor de chiotiske Kjøbmænd, der ere vel kjendte som Korngrosserere og Bankierer i Alexandria, Konstantinopel, Odessa, St. Petersborg, London og Liverpool, havde deres Blomsterhaver og prægtige Villaer i gammelgenuesisk Stil. Umiddelbart syd for dette Omraade ligge „Mastixlandsbyerne", som ligeledes lede meget. Intet havde bebudet Katastrofen undtagen et let Stød om Fredagen, noget, der hyppig iagttages paa Øen. Søndagen den 3dje April Kl. $1^1/_2$ om Eftermiddagen hørte man pludselig en dump Lyd som en underjordisk Explosion, Jorden bevægede sig frem og tilbage, og øjeblikkelig laa over tre Dusin blomstrende Landsbyer forvandlede til uformelige Grushobe. Øjenvidnerne til Katastrofen vare naturligvis alt for rædselsslagne til at kunne anstille nøjagtige Iagttagelser; kun en tysk Læge i Landsbyen Kalimassia, hvor ikke et Hus blev forskaanet, gav Korrespondenten en nøjere Beskrivelse: efter denne Hjemmelsmand var det første Stød nærmest lodret, hvorpaa der fulgte en Række horizontale Bevægelser, som virkede endnu mere ødelæggende.

Paa Braget af de sammenstyrtende Huse og Flygtningenes gjennemtrængende Angestskrig fulgte en flere Minutter lang Dødstavshed; da fattede de Overlevende sig atter, men ingen havde Mod til at redde de muligvis levende Begravede, særlig da der paa det første heftige Stød omtrent 3 Kvarter senere fulgte et andet; selv i Kastro, hvor der fandtes mange Ingeniører, Soldater og Embedsmænd, bleve de Ulykkelige overgivne til Hungersdøden, saaledes navnlig i Fæstningen, den gamle genuesiske, med Mure befæstede Stad, hvor der boede 356 muhamedanske og 50 jødiske Familier, hele den ikke-kristne Befolkning. Hovedparten af Skylden faldt paa Generalguvernøren, som synes fuldstændig at have tabt Hovedet. Derimod kom der Hjælp andensteds fra; den bekjendte Midhat Pasja, som den Gang endnu var Statholder i Syrien, sendte et Krigsskib med Læge- og Levnedsmidler; en fransk Kanonbaad bragte Forraad, Læger og Sygepassersker; de rige Kjøbmænd i Smyrna sendte smaa Dampere med Levnedsmidler og Klædninger og indrettede Hospitaler for Saarede og Tilflugtssteder for Husvilde; tilsvarende Hjælp indløb fra Kjøbmændene i Konstantinopel, Athen og Syros, og inden kort Tid var der samlet en hel Flaade af fremmede Krigsskibe, som alle søgte at bringe Hjælp, skjønt

Generalguvernøren, der ikke selv kunde eller vilde hjælpe, nu af politiske Betænkeligheder søgte at lægge de fremmede Hjælpere saa mange Hindringer i Vejen som muligt. Efter det andet Stød blev der Rolighed til Solnedgang, men derpaa fortsattes Bevægelsen hele Natten igjennem, og forud for hvert gik de bekjendte, underjordiske Explosioner. Endnu i lang Tid fortsattes disse mindre Jordstød, i hele Øens sydlige Halvdel var derfor intet Hus mere beboeligt, og en Befolkning paa henved 50000 Mennesker maatte lejre sig under aaben Himmel. Den hele Skade ansloges til en Værdi af 50—70 Millioner Kroner, og i Følge de officielle tyrkiske, men vel næppe synderlig paalidelig Undersøgelser var der 3612 Døde og 1306 Saarede.

11. Den indre Jordvarme.

Allerede i 3—4 Fods Dybde under Jordens Overflade forsvinde de daglige Forandringer, som skyldes Solvarmen. En Række Forsøg, som ere anstillede af Quetelet i Brüssel, vise i øvrigt, at disse Forandringer blive mindre og mindre kjendelige, eftersom Dybden voxer. Varmens aarlige Gang kan forfølges til en Dybde af 70—80 Fod i vore Klimater; men denne Dybde er i de enkelte Tilfælde noget forskjellig og betinges af Jordbundens Beskaffenhed og Spillerummet mellem Temperaturforskjellighederne paa Overfladen. I det varme Bælte ligger det Jordlag, som har en uforanderlig Temperatur, allerede i ringe Afstand fra Overfladen, hvorfor Kildevandet dér i Regelen har en Temperatur, som kun afviger meget lidt fra Aarets Middelvarme. Solvarmen trænger kun meget langsomt ned i Jordens Dybder. Den højeste Varme i vore Egne, der ved Overfladen findes i Juli, møder man i 6 Fods Dybde i Begyndelsen af September, i $12^1/_2$ Fods Dybde i Begyndelsen af Oktober, og i 25 Fods Dybde først i December. Omvendt indtræder den ringeste Varme i 6 Fods Dybde i Midten af Marts, i $12^1/_2$ Fods Dybde i Midten af April, og i 25 Fods Dybde først i Midten af Juni. I en Dybde af omtrent 80 Fod forsvinder ethvert Spor af Varmens aarlige Forandringer. Temperaturen i denne og større Dybder er fuldkommen uforanderlig i Løbet af hele Aaret. De ældste Iagttagelser i denne Retning ere anstillede i Pariser-

Observatoriets Kjælder, som ligger i en Dybde af 90 Fod under Jorden. Varmegraden holder sig her uforandret paa 9° R. Den Varmegrad, der hersker i den Dybde, hvortil de aarlige Forandringer af Varmen ikke mere trænger ned, er meget nær lig med Stedets aarlige Middeltemperatur; hvor Aarets Mellemtemperatur ligger under Frysepunktet, maa Jorden i en vis Dybde naturligvis være frossen. Dette Bælte af evig frossen Jord ligger inden for en Linje, som drages fra Lapland over Tobolsk, skærende Bajkalsøen, og til Amurflodens Munding. I Nordamerika gaar Linjen fra Nortonsund, vender sig mod Sydøst, skærer Winipegsøen og Sydspidsen af Hudsonbugten og ender ved Nain paa Nordøstkysten af Halvøen Labrador. Inden for dette uhyre Bælte kan Isen rigtignok meget vel smelte i de øverste Jordlag som en Følge af den stærke og vedvarende Sommervarme; men graver man dybere, støder man overalt paa frossen Jord. De første Beretninger om denne evig frosne Jord fandt kun liden Tiltro. De stamme fra en Rejsende, Gmelin, der i Midten af forrige Aarhundrede berejste Sibirien. Han fortæller, at man strax efter Jakutsks Anlæggelse i Aarene 1685 og 86 vilde grave en Brønd, til hvilket Arbejde en Kosak lod sig leje. Han begyndte paa Gravningen ved Aarets varmeste Tid, nemlig i Juli; men da han var kommet noget ned i Jorden, fandt han den frossen, og gjennem denne frosne Jord trængte han ned til en Dybde af 8 Favne. I Haab om, at denne frosne Jord en Gang maatte optø, opsatte han Arbejdet; men da han det følgende Aar var kommet 5 Favne dybere ned og stadig maatte ophugge frossen Jord, opgav han Arbejdet. Denne af Gmelin fortalte Historie var længe saa enestaaende i sin Art og lignede saa meget et uhjemlet Sagn, at man erklærede, at „den ikke oftere burde gjenoptages i fysiske Lærebøger"; men senere Undersøgelser have til fulde godtgjort den frosne Jords Tilværelse, ikke blot paa dette Sted, men i hele det oven for angivne uhyre Omraade. I Jakutsk begyndte man i Aaret 1828 en ny Brøndgravning i Haab om at finde Vand i en Dybde af 5 Favne; men Schakten var allerede i 1831 graven til en Dybde af 100 Fod, uden at man var kommen gjennem den frosne Jord, og man vilde den Gang have opgivet Arbejdet, hvis ikke den berømte sibiriske Rejsende, Admiral Wrangel, havde opmuntret til at fortsætte det; i Aaret 1837 naaede man ned i en Dybde af over 350 Fod, men da

man endnu kun fandt frossen Jord, opgav man endelig Forsøgene. „Ved Skæbnens Gunst", siger Middendorff, som har udført en Mængde Temperaturundersøgelser i lignende Retninger, „var Schakten bleven graven paa et Sted, der med den største Omhu ikke kunde være bleven valgt bedre, nemlig paa det Sted, der kan roses for det negative Fortrin „at have den strængeste Vinterkulde paa Jorden"; andre Steder i Sibirien naar den frosne Jordbund ikke ned til saa store Dybder.

I Brøndschakten ved Jakutsk er der senere blevet anstillet Temperaturiagttagelser. I en Dybde af 7 Fod er den aarlige Middeltemperatur ÷ 9° R., 150 Fod under Overfladen er Varmegraden stedse ÷ 4°, og i 350 Fods Dybde viser Thermometret stadig paa ÷ 2,4° R. Varmegraden er altsaa her som alle Vegne stigende med Dybden, og af denne Varmes Tiltagende har man beregnet, at man i en Dybde af henimod 1000 Fod vilde kunne træffe en Temperatur paa 0° eller naa rindende Vand; men det er altsaa en Kjendsgjerning, at selv i Jakutsks kolde Egne tiltager Temperaturen i Jordbunden, alt som man kommer dybere ned i Jordens Indre, en Erfaring, man tidligere havde gjort i mere tempererede Egne. Saa snart man i Jordbunden gaar dybere ned end i Laget med den uforanderlige Varme, finder man en Tilvæxt af Varme, og man forstaar, at Jorden selv er en Varmekilde. Den indre Jordvarme, som ikke er mærkelig paa Overfladen, voxer med den tiltagende Dybde, og man kan anslaa Tilvæxten omtrent til 1° R. for 125 Fod.

Allerede Athanasius Kircher omtaler i 1664, at Luften i dybe Schakter er varmere end paa Overfladen; men nøjagtigere Iagttagelser anstillede Genson først 1740 i Blygruberne i Giromagny (Vogeserne), Saussure (1785) i Saltgruberne ved Bex (Kanton Waadt) og d'Aubuisson (1802) i Freiburgerminerne, og man fandt, at Tilvæxten i Varme omtrent var 1° C. for hver 100—125 Fod (1° R. for 120—160 Fod). Endelig leverede Maalingerne i de artesiske Brønde (f. Ex. Grenellebrønden i Paris) meget nøjagtige Resultater, og Arago kunde opstille som en almindelig Lov, at de dybeste artesiske Brønde ogsaa leverede det varmeste Vand. Det er overflødigt her at gaa nærmere ind paa Enkelthederne ved de tidligere Undersøgelser; det er tilstrækkeligt blot at dvæle ved Dunkers nyeste Undersøgelser i Borehullet i Stensaltlaget ved Sperenberg, fordi Borehullet her naaede den mægtige Dybde af 4054 Fod

og stadig gik i en og samme Stenart (Stensaltet), som kun opviste lidet forstyrrende Kildevand, hvorhos Iagttagelserne ere prøvede med den største Omhyggelighed; særlig har man haft sin Opmærksomhed henvendt paa, at der finder en Cirkulation Sted mellem det varmere, lettere Vand for neden og det koldere, tungere Vand for oven, og at de umiddelbare Iagttagelser altsaa dog ikke nøjagtig angive Temperaturen i den tilstødende Stenmasse, som man jo dog egentlig vilde finde. Undersøgelserne ved Sperenberg bekræfte imidlertid, efter at disse Unøjagtigheder ere korrigerede, ligefuldt den ældre Regel, at der finder en Tilvæxt i Varmen Sted, naar man først er kommen gjennem Laget med den uforanderlige Temperatur. De fundne Varmegrader stige fra 9° R. i en Dybde af 100 Fod til 38½° R. i en Dybde af 4042 Fod; men Tilvæxten er ingenlunde regelmæssig og vexler for hver 100 Fods Dybde fra 0,13° R. til 1,8° R.

Det er af Vigtighed, at Undersøgelserne i Sperenberg have givet den største Sandsynlighed for, at man ikke tør forudsætte en Tilvæxt af den indre Jordvarme, der simpelthen voxer med Dybden; men at Tilvæxten paa store Dybder bliver langsommere, med andre Ord at Jordvarme-Trinnene (de geothermiske Trin) voxe nedad, et Resultat, som allerede til Dels fremgik fra Undersøgelserne ved Grenellebrønden. Man kan altsaa ikke med Humboldt og selv senere Forfattere antage, at den indre Jordvarme uafbrudt voxer hen imod Jordens Midtpunkt, at man i 10000 Fods Dybde vilde naa Vandets Kogepunkt, at Varmegraden i 4—5 Mils Dybde naar Jærnets Smeltepunkt, og at Jordens Indre altsaa maa have en Temperatur, der er saa høj, at den langt overstiger Smeltepunktet for ethvert af de os bekjendte Stoffer*). Den Slutning, vi nu til Dags maa drage, er helt anderledes; Varmetilvæxten skrider kun frem til en vis, middelstor Grad, og i en Dybde paa højst et Par Mil hersker en konstant Temperatur, der er vidt forskjellig fra den mægtige Hede, Humboldt, Buch og andre en Gang tilskrev Jordens „ildglødende, flydende“ Indre. Der er for Tiden Intet, som nød-

*) Selv om dette Resultat var rigtigt, turde man dog ikke deraf slutte, at den indre Jordmasse er flydende; thi forskjellige Omstændigheder gjøre det sandsynligt, at de oven for liggende Deles stærkere Tryk forhøjer Smeltepunktet af de indre Dele, og at de saaledes dog maatte være faste trods den overordentlig høje Varmegrad.

vendiggjør den Antagelse, at Jordkloden endnu er en ildglødende, flydende Masse, som omsluttes af en fast Skorpe, der kun er et Par Mil tyk. Ganske vist ere de Dybder, som det har været muligt at undersøge, meget ringe i Sammenligning med Jordens Diameter; men netop derfor er den langsommere Varmetilvæxt af største Betydning. „Kunde et sligt Resultat være muligt", spørger C. Vogt, „naar der fandtes en konstant Varmekilde i Jorden? Vil man maaske ogsaa paastaa, at naar man nærmer en Finger til en Flamme, maa Fingeren for at føle mere Varme gjennemløbe stedse større Gjenstande, jo nærmere man kommer Varmen? En Varmekilde skulde altsaa have en desto større Virkning, jo længere den er fjærnet, og dens Virkning skulde formindskes i samme Forhold, som man nærmede sig den?" Ved Siden af dette uomstødelige Raisonnement er det næsten overflødigt at bemærke, at ogsaa den astronomiske Videnskab kommer til samme Resultat; Beregning og Iagttagelse af den Fremtoning, som er bekjendt under Navnet Præcession og Nutation, dække kun hinanden, naar man forudsætter, at Jordens Indre har en høj Grad af Fasthed.

Naar vi imidlertid saaledes benægte den ildflydende Jordkjærnes Existens, staa vi foran det Spørgsmaal: Hvor er Kilden til den indre Jordvarme? Skulle vi maaske søge den i kemiske Processer? Herfor vilde den Kjendsgjerning tale, at Varmetilvæxten er overordentlig stor i Kulgruberne og højst rimelig maa tilskrives Forvandlingsprocesser, der gaa for sig i Kullagene. Dog hvor betydeligt et Omfang Kullagene end kunne have, ere de dog for ubetydelige til, at man kan henføre den indre Jordvarme til dem. Maaske er Jordvarmen et Resultat af Jordskorpens Contraktion, dens Sammendragning. Der er aldeles ingen principiel Betænkelighed mod en slig Antagelse. Efter Helmholtz dækkes Varmetabet ved Solens Udstraaling ved et uafbrudt Fald af Solmaterien mod Solens Midtpunkt eller ved Solens uafbrudte Fortættelse. Ogsaa ved Jorden finder en Udstraaling Sted; ogsaa vor Planets Masse fortættes ved Sammentrækning. Søge vi her Kilden til Jordens indre Varme, finde vi den skjønneste Overensstemmelse mellem alle hidtil iagttagne Fremtoninger.

12. De vulkanske Fremtoninger. — Hypotheser om Vulkanismens Oprindelse.

Hvad man i Almindelighed forstaar ved vulkanske Fremtoninger, véd Enhver, og dog kommer man i Forlegenhed, naar man skal give en skarp Begrebsbestemmelse herpaa. Humboldt definerede Vulkanismen som en Reaktion af det flydende Jordindre mod dens størknede Overflade. Skjønt Anskuelserne om Vulkanismens Væsen rigtignok have ændret sig meget siden hin Tid, kan man dog nok endnu slaa sig til Ro med den Humboldtske Definition, dog med den Indskrænkning, at vi betegne den samlede Reaktion af Jordens Indre mod Overfladen som Vulkanisme; men hermed er der til Forstaaelsen af denne Klasse Fremtoninger ikke vundet mere, end den umiddelbare Anskuelse viser. Vi se, hvorledes der fra visse, kegleformige Bjærge — Vulkaner — gjennem en Kanal, som fører ned til Jordens Indre, bringes Luftarter, Askemasser og smeltede Stenmasser (Lava) op til Jordens Overflade og udbredes over samme; vi finde, at slige vulkanske Udbrud høre til de mest storartede og frygtelige Fremtoninger; men om det egentlige Sæde for den Kraft, som virker i Vulkanerne, og om denne Krafts Væsen kan selv den mest nøjagtige lokale Undersøgelse ikke give os nogen utvetydig Oplysning. De vulkanske Fremtoninger danne derfor et lige saa vanskeligt som interessant Kapitel af Geologien. I de sidste Aartier af afvigte Aarhundrede tillagde man Vulkanerne kun en meget underordnet Betydning og troede, at de fremkom som Følve af underjordiske Brande i Stenkulslagene. At der nu overhovedet finder slige Jordbrande Sted, er alt længst bevist. I Aaret 1741 opstod der ved Selvantændelse Ild i et Kullag ved Wettin i det Magdeburgske, og Branden varede hele 30 Aar. John Wallis beretter, at der ved Uforsigtighed fra en Arbejders Side opstod Ild i et Kullag i Walkergruben ved Tynefloden i England, og at Laget brændte i 30 Aar. Ved en Hyrdes Uforsigtighed kom der i det 17de Aarhundrede Ild i et Kullag ved Dutweiler, og trods alle Slukningsforsøg vedvarede Branden over et Aarhundrede. De seneste Aars Rejseundersøgelser have dernæst godtgjort, at de bekjendte Vulkaner i Tjansjan (Himmelbjærgene), som have voldt Geologerne saa mange Bryderier,

ligeledes skyldes brændende Kullag. Dr. Regel har i 1879 paavist, at den berømte Solfatara ved Urumti har en saadan Oprindelse, og en russisk videnskabelig Expedition, som i 1881 udsendtes af General Kolpakovski, har godtgjort, at Vulkanerne Pesjan (Peschan) og Hotsjëu (Hotschëu) ikke ere til; Bjærget Besjan eller Baïsjan nord for Kuldsja er ikke en Vulkan; under uhyre Larm bryder

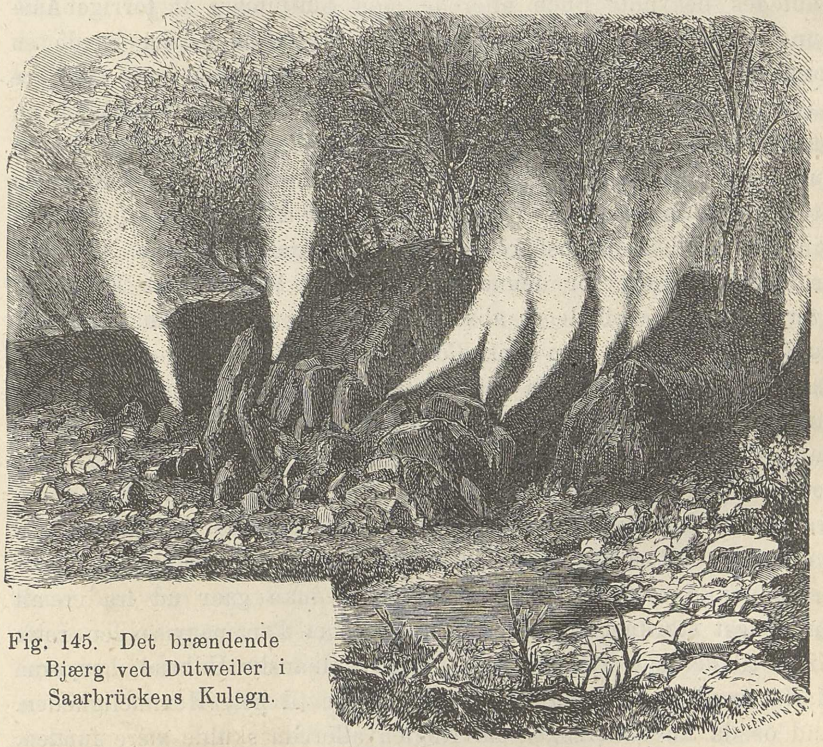


Fig. 145. Det brændende Bjærg ved Dutweiler i Saarbrückens Kulegn.

vel Røg og svovlholdig Gas frem af Bjærgets Sider; men dette hidrører fra et brændende Kulleje; et andet over for liggende Bjærg er udbrændt. Slige brændende Kullag kunne saaledes lejlighedsvis i det Smaa fremvise alle Fremtoninger ved en Vulkan; i Aaret 1759 stødte man t. Ex. i Elsasz i en Asfaltgrube paa en stærk Kilde, som samtidig bragte Stenolje op med sig; denne antændtes, Ilden

slog ned i Gruben, hvorved tvende Arbejdere slyngedes til Jorden og fik Haaret forbrændt; efter nogle Timers Forløb hørte man et frygteligt Tordendrøn i Grubens Indre, og Tegltaget over den Bygning, der stod over Schakten, blev slynget bort med uhyre Kraft.

Ved sine Iagttagelser af Vesuv blev Leopold v. Buch først mistroisk mod Theorien om Stenkulslagenes Antændelse under Vulkanerne; forgjæves, siger han, søger man ved Vesuv og i hele Omegnen efter de Steder, hvor slige Stenkulslag kunde være lejrede. Saaledes begyndte Buch allerede mod Slutningen af forrige Aarhundrede at anse Vulkanismen for en Fremtoning, der havde en langt mere udbredt og dybere liggende Grund, end man tidligere havde været vant til at antage. Senere Undersøgelser førte nu ham saavel som Humboldt til den Anskuelse, at Aarsagen til den vulkanske Virksomhed maa søges i det ildflydende Jordindre, og at der kun opstaar en Vulkan, hvor der tilvejebringes en Forbindelse mellem Atmosfæren og den ildflydende Kjærne. Det var en mægtig Støtte for denne Anskuelse, at Vulkanernes Fordeling over Jordens Overflade er absolut uafhængig af de klimatiske Forhold, hvad der — som Forholdet ogsaa er med den indre Jordvarme — henviser til en almindelig Aarsag. Det ligger saaledes virkelig nær i det ildglødende Jordindre at søge den fælles Aarsag baade til den med Dybden tiltagende Temperatur og til Vulkanerne, som udslynge smeltede Stenmasser. Enhver, som virkelig gaar ud fra denne Opfattelse af Jordens Indre, kan heller ikke komme til noget andet Resultat; men derimod maa man søge at paavise en hel anden Aarsag til Vulkanismen, naar man gaar ud fra en alt for længst størknet Jordkjærne. Den, som kan paavise den rette Kilde til de høje Temperaturer under vulkanske Udbrud, har, som Mallet træffende bemærker, fundet Nøglen til hele Hemmeligheden. Lad os da nu undersøge, om Nøglen allerede skulde være funden.

Fr. Mohr paastaar, at Vulkanerne ikke ere andet end Steder, hvor betydelige Sænkninger i Jordskorpen fremkalde Varme, som kan stige til Smeltning af Silikater*). Mallet ser i Jordskorpens Sammentrækning den rette Aarsag til Vulkanismen. Den Varme, siger han, hvorfra Jordens nuværende vulkanske Virksomhed

*) Kiselsyresalte, særlig de i Mineralriget forekommende Forbindelser, som udgjøre en fuld Tredjedel af alle bekjendte Mineralarter.

stammer, er et lokalt Resultat, som fremkommer i den faste Jordskorpe ved en Sammentrykning eller Knusning af enkelte Dele af Jordskorpen og dette mekaniske Arbejdes Omsætning i Varme. Man kan rigtignok indvende mod denne Hypothese, at ved denne Sønderknusning, der i Regelen dog kun gaar langsomt fra Haanden, kan den fremkomne Varme ikke let opnaa nogen betydelig Grad; men paa den anden Side synes der dog virkelig at forekomme lokale underjordiske Smeltninger, som ere at forklare paa denne Maade. Reyer anser ikke Jordens Indre, „Jordmagmaet", for flydende, men for fast, som en Følge af det store Tryk, hvorunder det befinder sig; men naar dette Tryk giver efter, blødgjøres „Magmaet", og der kan komme et Udbrud i Stand. Siemens tror, at Vulkanismen kun paa en nogenlunde tilfredsstillende Maade lader sig forklare ved at gaa ud fra en fast Jordskorpe, som svømmer paa en ildflydende eller plastisk Masse, men bemærker strax, at herved bliver igjen en Kjendsgjerning tilbage, til hvis Forklaring der maa indføres en ny Hypothese; dette er Fastlandsmassernes betydelige Højde og mange Landstrækningers sækulære Hævninger. „Højdeforskjellen mellem Asiens mægtige Højslette og Bunden i det store Ocean maa man sætte til $1^1/_2$ Mil eller dog mindst til $1^1/_4$ Mil, naar man tager Hensyn til Havvandets mindre Vægt i Sammenligning med Stenmasserne; men dette repræsenterer en Trykforskjel af omtr. 1000 Atmosfærer. Som Følge af den paaviste ringe Fasthed af Jordskorpen synes det imidlertid herefter nødvendigt, at Asiens Højslette og med den alle Kontinenterne maa sænke sig, til der opstaar Ligevægt, og at Havbunden omvendt maa hæve sig. Vil man derfor ikke opgive Antagelsen om et ildflydende Indre, maa man antage, at den nødvendige hydrostatiske Ligevægt tilvejebringes ved en Forskjel i Vægtfylden mellem de Stenmasser, som danne Kontinenterne, og dem, som udgjøre Havbunden, at altsaa Havbunden bestaar af tungere Stenmasser end Fastlandsmasserne, eller ogsaa maa de halvflydende Masser, som ligge under den faste Skorpe, have en saadan Tykkelse og en saa forskjellig Vægtfylde, at Forskjellen i Trykket derved udjævnes. Den sækulære Hævning er maaske saaledes en lokal Udjævning af denne Forskjel."

Naar der er Tale om Vulkanismen, staar Videnskaben saaledes endnu over for en fuldstændig Gaade. Ingen formaar med Sikkerhed at afgjøre, om vi i Vulkanerne se den sidste Rest af den Urild,

som tændtes, da Jorden trak sig sammen i Kugleform, eller om denne Glødhede maaske har en nærmere liggende Aarsag, enten vi nu maa søge denne i Jordskorpens fortsatte Sammentrækning eller til Dels muligvis i kemiske Processer. Den sidste Opfattelse, som henflytter de vulkanske Fremtoninger til de øverste Lag af Jordskorpen og gaar ud fra, at der her findes lokale Opsamlinger af ildflydende Stenmasser, der til Tider staa i Forbindelse med Jordens Overflade ved Kanaler, forekommer os i det Hele at være den mest sandsynlige, særlig af den Grund, at Udbrud selv fra nærliggende Vulkaner aldrig synes at tyde paa nogen underjordisk Forbindelse mellem deres brændende Arner, men meget mere vise, at hver større Vulkan har sin egen vulkanske Arne.

13. Vulkanernes geografiske Udbredelse. — Central- og Rækkevulkaner.

Allerede et flygtigt Blik paa Landkortet viser tydelig, at Vulkanerne stedse hæve sig paa Øer eller i Nærheden af Kysten, hvorimod Fastlandenes Indre er fri for dem. Langs Randene af Jordskorpens store Brud, langs Kontinenternes Begrænsninger, og særlig da paa begge Sider af det stille Ocean, træffe vi lange Rækker af dampende Vulkansvælg; men man søger dem forgjæves i Fastlandenes Indre, paa det indre Asiens uhyre Højslette eller i Nordamerikas og Afrikas Hjærte. Hvor vi dernæst omvendt finde Spor af tidligere vulkansk Virksomhed i Indlandet, fjærnt fra de nuværende Kyster, lærer Beskaffenheden af de omliggende Formationer, at Havet tidligere ogsaa bølgede her, at vi befinde os i Nærheden af forhenværende Kyster og Øer. Et oplysende Exempel have vi i de udslukte Vulkaner i Eifel (Rhinpreussen). Deres Hovedvirksomhed faldt i en Periode, da Havet naaede frem til Bjærgenes Udløbere, og deres Virksomhed varede ved længe efter, at Jordoverfladens Omrids væsentlig havde ændret sig. Baade i Eifel og i Auvergne havde Dalene allerede paa det Nærmeste antaget deres nuværende Skikkelse, da de paagjældende Vulkaner fuldstændig udsluktes. Dette kan man med største Sikkerhed paavise paa mange Punkter i Eifel; hvor Lavastrømmene have udtømt sig i de nærliggende Dale, maa disse Dale allerede have været for Haanden, den Gang Udbruddene paafulgte;

mange Dale have heller ikke senere lidt nogen større Forandring, deres Dannelse var altsaa i det Hele færdig, da Udbruddene fandt Sted.

En Betragtning af Vulkanernes Fordeling viser, som Leopold v. Buch først godtgjorde, at der kan skjelnes mellem tvende Grupper eller Klasser, nemlig Central- og Rækkevulkaner. Til de første høre de Vulkaner, som danne Midtpunktet eller paa en vis Maade Hovedkanalen for mange Udbrud, der have fundet Sted rundt om-

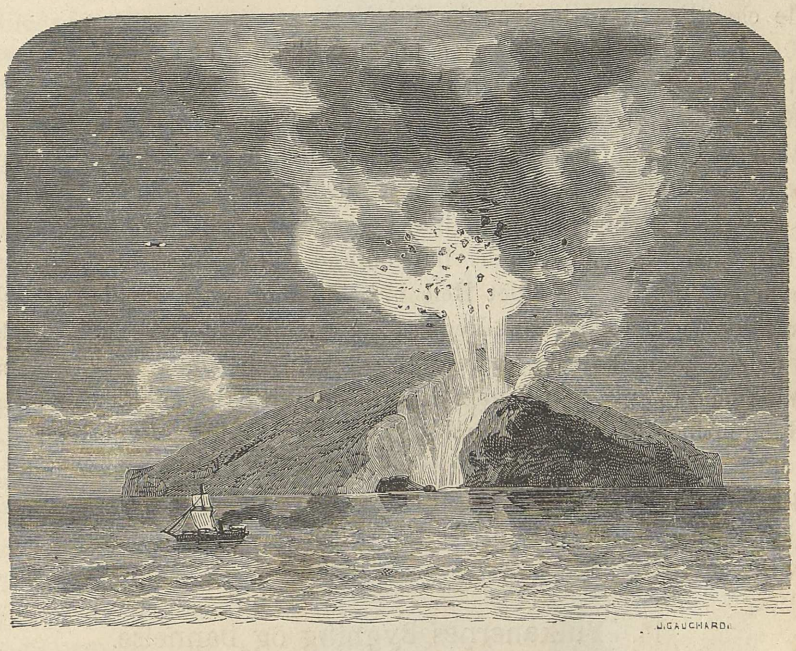


Fig. 146. Stromboli.

kring. Rækkevulkanerne optræde derimod over lange Spalter og kunne sammenlignes med umaadelige Skorstene eller Esser. Den sidste Art er den aldeles overvejende, medens Central- eller Gruppevulkaner kun sjælden træffes. Til de sidste henføres Vesuv, Ætna, de islandske Vulkaner, Pico de Teyde paa Teneriffa; til Rækkevulkanerne høre Mejicos Vulkaner, Parallelkjæderne paa Quitos Højslette, Chiles ligelinede Række, Kamczatkas Vulkaner, fremdeles i det store Ocean Vulkanerne paa Alëuterne, Kurilerne

og de japanske Øer, Ildbjærgene paa Molukkerne og Philippinerne, paa Sundaøerne og Marianerne. Den rækkeformige Ordning af Vulkanerne er den typiske; den fremtræder, som Credner fremhæver, ikke blot i det Store, men gjør sig ogsaa gjældende i det Mindre ved Grupperingen af de Bikegler, som parasitisk knytte sig fast til Hovedkeglen og ligeledes hyppig ordne sig efter lige Linjer; ligesom disse ere komne til Uddannelse paa Revner i Hovedvulkanen, saaledes er ogsaa den lovmæssige Ordning af de store Rækkevulkaner betinget af Spalter i Jordskorpen, hvis Aabninger danne de egentlige Eruptionskanaler for Vulkanerne.

Det falder vanskeligt med nogen Sikkerhed at angive Tallet paa de Vulkaner, der for Tiden ere i Virksomhed, dels fordi mangt et Kraterbjærg, som man alt længst har henregnet til de udslukte Vulkaner, lejlighedsvis kan vaagne op til ny Virksomhed, dels fordi man overhovedet endnu langtfra kjender alle Vulkaner. Det er i øvrigt i Virkeligheden kun lidet magtpaaliggende, om Jorden, saaledes som C. W. C. Fuchs har udfundet, for Tiden har 270 virksomme Vulkaner og i det Hele 672 Vulkaner, eller om den maaske kan opvise et halvt Hundrede til. Vi anføre derfor kun — efter Fuchs —, at Evropa, bortset fra Island, besidder 4 virksomme Vulkaner (Vesuv, Stromboli, Volcano og Ætna) paa Fastlandet og de kontinentale Øer; Island og Jan Mayen opvise yderligere 11 andre; i Asien findes 93, i Afrika 26, i Nordamerika med Aleuterne 46, i Mellemamerika med Antillerne 27, i Sydamerika 31, i Avstralien 7 og paa de spredte Øer 24 Vulkaner.

14. Vulkanernes Bygning og Dannelse.

Selv den, som aldrig har set en Vulkan, kjender dog gjennem Afbildninger det almindelige Udseende af et ildsprudende Bjærg. Muligvis mindes han blot en eller anden af de talrige, billedlige Fremstillinger af Vesuv, og slige enlige Keglebjærge, som t. Ex. Vesuv, Ætna, Pico de Teyde og Cotopaji, ere da ogsaa den sædvanlige Form for Vulkaner, skjønt der ogsaa forekommer lange, takkede Bjærgrygge, f. Ex. Pichincha, hvis Ildsvælg ligger tæt ved det ene Endepunkt, eller Hekla, som bestaar af 5 Kratere paa en Bjærgryg. Ogsaa Vulkanernes Dimensioner ere meget forskjellige;

mange, og deriblandt meget farlige, ere kun Høje, andre kunne sættes ved Siden af Jordens mægtigste Bjærge. Den vigtigste Del ved et virksomt Bjærg er Krateret, den tragtformige Aabning af en Kanal eller et Svælg, som gaar dybt ned i Jorden. For det meste er Krateret nedsænket i den øverste Del af Vulkanen, mangen Gang findes ogsaa endnu et andet, næsten lige saa stort Krater; men hyppigst er Hovedkrateret kransformig omgivet af Bikratere. Sartorius v. Waltershausen opregner t. Ex. ved Ætna mindst 700 smaa Vulkankegler, der ligge paa Skrænterne af Hovedvulkanen, og af hvilke mange have smaa Kratere. I mange Tilfælde mangler Vulkanen fuldstændig et egentligt Krater, og Udbruddene ske af Spalter paa Keglens Skrænter. Dette kan ogsaa finde Sted ved egentlige Kraterbjær-



Fig. 147. Ætna med Hovedkrateret og det sydlige Kraterhav, set fra Toppen af Monte Rosso.

ge; saaledes er Ætna ved visse Eruptioner ligesom gjennemskaaret af en stor, glødende Kniv, for at bruge Spalanzanis træffende Sammenligning. I Hviletilstanden og ved de saakaldte udslukte Vulkaner er den Kanal, som fra Krateret fører ned i Jordens Indre, lukket af størknede Lavamasser, og før Udbruddet blive disse smeltede.



Fig. 148. I Popocatepetl's Krater (Mejico).

Ældre Geologer som Dolomieu og Hamilton vare af den Anskuelse, at hver Vulkan var fremkommen ved sine egne Eruptioner. Man antog, at ildflydende Masser vare komne op fra Jordens Dybder, havde gjennembrudt de øverste Lag og derpaa opdynget sig omkring Aabningen. Samtidig bleve naturligvis ogsaa andre Masser slyngede til Vejrs, faldt tilbage, knustes og forvandledes ved gjensidig Gnidning og Rivning til smaa, afrundede Slakker, de saakaldte Lapilli. Ved gjentagne Udbrud fremkom der et kegleformigt Bjærg med lagdelt Struktur, idet Slakkerne og Lavastrømmene fra Svælget skraane straaleformig ned til alle Sider. „Vi maa antage“,

siger Spalanzani, „at der maa have fundet mindst lige saa mange Udbrud Sted, som vi kunne tælle Lag af Lava. Paa denne Maade blive de vulkanske Bjærge i Regelen opbyggede. I Begyndelsen ere de blot en Ophobning af Masserne fra det første Udbrud; derpaa finder et andet, et tredje Udbrud Sted, og Massen øges i Forhold til Udbruddenes Antal; paa denne Maade dannedes og øgedes utvivlsomt den kolossale Masse, hvoraf Ætna bestaar. Vesuv, de lipariske og andre vulkanske Øer ere fremkomne paa samme Vis, hvorved vi dog ikke maa forglemme, at nogle mindre Vulkanhøjder f. Ex. Monte Nuovo og Monte Rosso paa Siden af Ætna, stamme fra et eneste Udbrud."

Ganske paa samme Maade tænkte Leopold v. Buch sig ogsaa, at Vesuv var fremstaaet, da han i Aaret 1799 for første Gang besøgte dette Bjærg. Efter denne Forfatter stod Vesuv i Begyndelsen som en Ø ude i Havet. „Dette er næsten mere end en Formodning. Tuffen, som dækker Sletten henimod og rundt omkring Bjærget, indeholder ikke sjælden Forsteninger af Koraller og Muslinger, som de endnu forefindes i Bugten ved Neapel; Tuffen er altsaa opstaaet i Havet, hvad der ogsaa fremgaar af den ensformige Fordeling over et saa stort Rum, en Flade, som ogsaa nu til Dags kun hæver sig lidt over Havspejlet. Tænke vi os Tuflaget fjærnet, er hele Vesuv rundt omkring omgivet af Hav. Har Vesuv imidlertid engang været en Ø i Havet, bliver dens Hævning ogsaa lettere forstaaelig. Lavastrømme under Havet ere en Umulighed, de stivne, saa snart de berøre Vandet, den efterfølgende Lava udbreder sig og højner sig over de foregaaende Lag. Gjennem flere paafølgende Udbrud opstaar der Lag af Lava; med denne faste, uforstyrrelige Kjærne af Lava hæver Vulkanen sig nu til en anselig Højde over Havfladen, og paa dens Skrænter vexle Lava og Aske (Tuf) saa ofte, som nye Udbrud fra det Indre brede sig over Fladen. De Hulninger, som derved fremkomme under Jordbunden, ville ikke saa let give Anledning til Bjærgets Sammenstyrtning. — Ved denne Bjærgets Opbygning maa vi heller ikke overse, at det ikke hævede sig saa pludselig fra Jordens Indre som Santorin eller de nye azoriske Øer, og heller ikke ved et eneste Udbrud som Monte Nuovo, altsaa Bjærge, der dog allerede i Aarhundreder holde sig over den Afgrund, som maa have aabnet sig under dem; Vulkanen er

meget mere et Resultat af en Mængde Udbrud, som hobede de mest forskjelligartede Produkter paa hverandre."

Senere gik L. v. Buch dog bort fra denne sin Opfattelse, og han saa vel som A. v. Humboldt og Elie v. Beaumont søgte at klare sig Vulkanernes Fremkomst gjennem Hævninger. „Som en Følge af en stor, mere lokal Kraftytring i vor Planets Indre" — saaledes fremstiller Humboldt sin Theori i Kosmos — „løfte elastiske Dampe enten enkelte Dele af Jordskorpen i Vejret som kuppelformige, uaabnede Masser af Dolorit og feldspathholdigt Trakyt (Puy de Dôme og Chimborazo), eller ogsaa bleve de løftede Lag gjennembrudte og i den Grad rejste paa skraa, at der fremkom en stejl Fjældrand paa den modsatte indre Side. Denne Rand omgiver da et Krater. Naar samme, hvad ingenlunde altid er Tilfældet, har hævet sig fra selve Havbunden, har den bestemt selve Øens karakteristiske Grundtræk; saaledes ere Palma med dens ejendommelige cirkelrunde Form og Nisyros i det ægæiske Hav fremkomne. Undertiden er den ene Halvdel af den ringformige Rand styrtet sammen, og i den Bugt, som er dannet af det fremtrængende Hav, have selskabelige Koraldyr begyndt deres Værk. Ogsaa paa Fastlandet ere slige Hævningskratere ofte fyldte med Vand og forskjønne Landskabets Præg paa en ganske ejendommelig Maade. Gjennem Hævningskrateret undvige de stærkt spændte Dampe. En saa stor løftet Masse falder imidlertid igjen tilbage og lukker strax den Aabning, som kun dannede sig ved denne Kraftytring; der opstaar ingen Vulkan. En egentlig Vulkan fremkommer kun, hvor der er fremtvunget en blivende Forbindelse mellem Luftkredsen og Jordens Indre; her har Reaktionen fra Jordens Indre varet ved i lange Epoker. Hvor Vidnerne til det første Udbrud, jeg kunde næsten sige, hvor det gamle Stillads har holdt sig fuldstændig, hæver Vulkanen sig op af et Hævningskrater; her omgives det isolerede Keglebjærg cirkusagtig af en høj Klippemur, en Kaabe, som bestaar af stærkt løftede Lag". Vulkanens Lagdeling forklarede Humboldt og Buch altsaa som en Følge af Jordens blæreformige Hævning. Efter at samme var indtraadt, skulde dernæst en mineagtig Explosion have bortsprængt Toppen af Hævningen. Herved fremkom enten en krateragtig Sænkning, der rundt omkring indesluttes af en Ringvold, det er et Hævningskrater, eller der danner sig i samme et kegleformigt Bjærg, som er aabent i Toppen og paa

Bunden af denne Aabning (Krateret) fremviser mindre og større Eruptionskegler, forgængelige Slakkehøje.

Hele denne Anskuelse, at Ringvolden ved et pludseligt Ryk er løftet op til dens fulde Højde og derved revnet straaleformig, er dog nu opgiven. Undergrundens Lejringsforhold ere aldrig blevne forstyrrede ved de vulkanske Gjennembrud; Hævningsvulkaner med Hævningskratere findes ikke, og netop de vulkanske Dannelser, man engang anførte som de bedste Beviser for Hævningstheorien, have senere maattet tjene til at anfægte, bekæmpe og styrte samme. Hvis saaledes Jordsmonnet paa et eller andet Sted hæves i Vejret ved en underjordisk Kraft, maa alle de Lag, hvoraf det nye Bjærg er sammensat, ganske naturlig faa en symmetrisk Stilling; findes der derimod Lag, som have modsatte Hældninger, lader dette Faktum, naar det er enestaaende, sig kun tvungent forklare i Overensstemmelse med Hævningstheorien; forekommer det derimod hyppigere, er det indlysende, at den fremsatte Theori ikke kan holde Stik, og nu gives der netop mange slige Lag ved et stort Antal Vulkaner. Naar dernæst en underjordisk Kraft trykkes mod en Flade paa en eller flere Kvadratmil, vil Jordbunden dog kun højst sjælden eller aldrig kunne antage en Form, der ligner et Hævningskrater; Massen kan slet ikke danne en sammenhængende Kegle, men i det Højeste en Række kredsformige Lag, Tinder eller Horn, som hælde mod hverandre og kun ved Grundfladen have nogen indbyrdes Sammenhæng. Fra Hævningskratere udgaa dernæst hyppig straaleformige Spalter, de saakaldte Barrancos; saafremt der nu virkelig havde fundet en Hævning Sted omkring Vulkanens Axe, maatte disse Spalter have faaet en ganske anden Størrelse; i Steden for blot at danne Furer paa Overfladen, maatte de have spaltet den hele hævede Kegle fra Toppen til Grunden, og dernæst maatte de være bredest i Spidsen og tabe sig henimod Bjærgets Fod. Dette stemmer imidlertid i Regelen ikke med Virkeligheden; Spalterne ere tvært imod betydeligst ved Foden af Bjærget og aftage i Dybde og Bredde op imod Krateret. Tilhængerne af Hævningstheorien forklare nu vel denne paafaldende Kjendsgjerning som Virkningen af det Vand, der strømmer ned ad Bjærgskraaningerne, og Vandets udhulende og nedbrydende Kraft er i Virkelighed stor nok til at frembringe det antydede Resultat; men denne

Forklaring fratager samtidig netop Hævningstheorien sin Grundstøtte; thi naar Vandmasserne ganske have omdannet Barrancoerne, naar de have forflyttet de betydeligste Dele der hen, hvor de oprindelig ikke havde deres Plads, falder det ikke vanskeligt at gaa et Skridt videre og paastaa, at Barrancoerne ene og alene skylde Vandet deres Existens. Naar man nu yderligere kunde styrke denne allerede i og for sig mere end hypothetiske Paastand ved positive Beviser, falder hermed nødvendigvis hele Hævningstheorien til Jorden; slige Beviser have Lyell og Hartung skaffet til Veje og herved bibragt L. v. Buchs Forklaring et dødeligt Stød. Paa Java frembyde de af Regnvandet udgravede Kløfter hyppig en saa vidunderlig Regelmæssighed selv paa Bjærge, der ikke have Kratere, at man aldeles ikke kan nære nogen Tvivl om deres Dannelsesmaade. Ved Gunung Merabu er Vulkanen endogsaa ganske udhulet paa den ene Side, og man kan se, hvorledes Krateret strækker sig ned midt gjennem Bjærget.

Hævningstheorien møder imidlertid endnu andre og større Vanskeligheder, først og fremmest den Kjendsgjerning, at Vulkanerne ikke bestaa af Grundfjældet, men blot af Produkter af selve den vulkanske Virksomhed. For at imødegaa denne Indvending paastod man, at disse Lavamasser allerede vare lejrede horizontalt og størknede, da Vulkanen opstod, ja man troede endog heri netop at finde en Støtte for Hævningstheorien. Efter Elie de Beaumont skulde Lava aldrig kunne størkne til Basalt paa Skrænter med en stejlere Hældningsvinkel end 3—5°, og da nu en Vulkans Skrænter gjennemsnitlig have en Vinkel paa 30—35°, kunne de altsaa kun være opstaaede af den allerede størknede Lava. „Ætna er dækket af Lavastrømme, og ikke af et ensformigt Basaltlag; Cantal (i Auvergnes Bjærge) er dækket med et ensformigt Basaltlag, og ikke af heterogene Lavastrømme.“ Skrænterne have næsten samme Skraaning, siger L. v. Buch og slutter heraf, at Cantals Basaltlag maa være størknede i en horizontal Stilling, og naar de derfor nu have samme Hælding som Ætnas Masser, maa de være blevne løftede i Bjærgets Centrum, efter at de vare størknede. Derpaa tilføjer han imidlertid selv: „Ætnas Lavamasser vise kun undtagelsesvis en Tæthed som Basalt, f. Ex. ved Torre di Grifo saa sjælden, at man udtrykkelig maa fremhæve dette Undtagelsestilfælde. De nærmere Omstændigheder, som ledsagede Størkningen, maa saaledes have øvet en særlig Ind-

flydelse.“ Vor nærmeste Opgave maa altsaa være at bestemme denne Indflydelse.

Der foreligger aabenbart tvende Muligheder. Enten er Graden af Lavaens Flydenhed altid og overalt den samme, eller den vexler. I første Tilfælde maa Beskaffenheden af den størknede Lava i Hovedsagen være betinget af den Flades Skraaning, hvorpaa Styrkningen finder Sted; i sidste Tilfælde falder Hovedvægten netop paa Graden af Flydenheden, omendskjønt naturligvis Hældningsvinklen ogsaa her maa være af stor Betydning. Nu maa man imidlertid aldrig tænke sig den ildflydende Lava som Vand eller Kviksølv. Lavaen er under alle Omstændigheder sejg og tykflydende; Scrope sammenligner den meget passende med Sukker eller Sirop under det sidste Stadium af Fabrikationen; i begge Tilfælde bestaa Masserne af krystallinske eller kornede Smaadele, som faa en vis Bevægelighed ved den i Mellemrummene indeholdte Væske. Den yderst sejge, traadformige og glasagtige Lava sammenstiller Scrope med Brystsukker (Bonbonsukker); avgit- og feldspathholdig Lava sammenlignes derimod med fint krystallinsk Sukker, og granit- og porfyrholdig Trakyt med Kandissukker. Ved Vesuv har man set Lavamasser i Løbet af 15 Minutter styrte ned ad hele Bjærgets Skraaning, medens andre snege sig mat ned og stivnede paa Halvvejen, de tilbagelægge hyppig kun nogle Fod i Timen. Herefter maa ogsaa Bevægelsesmaaden blive forskjellig. Snart vil Lavaen flyde glat og rolig afsted, udfyldende enhver Spalte, snart størkner den hurtig paa Overfladen og kommer i en mere rullende Bevægelse. Saaledes kan Lavaen til en vis Grad være uafhængig af det Plans Skraaning, den glider nedad; den størkner under forskjellige Former, aabenbart ogsaa som Basalt, hvad Lavaen ved Torre di Grifo beviser, som L. v. Buch jo selv anfører. At Lavaen overhovedet kan størkne under en langt større Hældningsvinkel, end Tilhængerne af Hævningstheorien antage, bevises ved Hundreder af direkte Iagttagelser; man behøver kun at minde om, at Elie de Beaumont selv erklærer den nuværende Vulkankegle paa Vesuv for et Produkt af talrige Udbrud, medens Somma, Levningen af den gamle Vulkan, af hvis Centrum Vesuv sandsynligvis opstod Aar 79, skal være fremgaaet ved Hævning. Særlig mærkelig er i denne Henseende de flaskeformige, 40 Fod høje Lavasøjler paa Havaii,

som Dana har beskrevet og afbildet, og som kun ere fremkomne ved Eruption som en Art Springvand.

Man fastholder altsaa nu i Hovedsagen den ældre Theori, at Vulkanerne lidt efter lidt ere opbyggede ved deres egne Udbrud. Man har rigtignok troet at kunne fremføre en væsentlig Indvending mod samme; til Trods for de storartede Masser Lava, Aske og Slakker, voxer Vulkanernes Volumen ingensteds synlig og er altsaa relativt forsvindende. Humboldt og Buch fremhæve, at Vesuvs Eruptionskegle aabenbart ikke alene ikke taarner sig højere op, men til Tider er lavere, end den har været før. En Vulkans Vext afhænger imidlertid kun til Dels af de Masser, som udslynges; meget kommer her an paa Udbruddenes større eller mindre Heftighed. Med Hensyn til Udbruddene kan man skjelne mellem tre Former. Enten bestaar Udbruddet i en mer eller mindre permanent Udstrømning af Lava fra Kraterets Top, eller der udslynges hyppig ringere Masser af Aske og Lapilli. I begge Tilfælde maa Vulkankeglen uafbrudt tiltage i Rumfang. Fremtoningerne kunne imidlertid antage en anden Form; Vulkanen kan for en Stund fuldkommen standse sin Virksomhed, ja endogsaa synes at være udslukt; i denne Tilstand befandt Vesuv sig Aar 79. Denne Ro er imidlertid kun tilsyneladende; under denne Uvirksomhedsperiode have de vulkanske Kræfter samlet sig til en kolossal Størrelse, overvælde endelig det øvre Tryk, i en „Eruptions-Paroxysme“ bliver hele Toppen af Bjærget som bortblæst, og Vulkanens Højde maa naturligvis aftage ved den nye Fordeling af Masserne, som dels styrte ned i Vulkanens Svælg, dels spredes i en vid Omkreds. Af Ruinerne af den gamle Kegle og af den nye udstrømmende Lava opbygges dernæst en ny Kegle inden for den tilbageblevne Ringvold af den gamle. Atmosfærens og Vandets ødelæggende Magt spiller her ogsaa en fremtrædende Rolle, navnlig naar den om Krateret optaarnede Kegle kun bestaar af Grus og Aske. Jo roligere Eruptionerne gaa for sig, jo større Rolle Lavaen spiller ved Vulkanernes Tilvæxt, des mere uafbrudt maa samme voxe i Højde og Omfang. Hvilket betydeligt Volumen den udstrømmende Lava kan have, ses bedst af et Exempel. Vulkanen Skaptar Jøkul paa Island udsendte 1783 to mægtige Strømme, den ene omtrent 12 Mil lang og hist og her af en Bredde paa 3—4 Mil, den anden 10 Mil lang og til Dels omtrent 2 Mil bred; deres Mægtighed beløb sig enkelte Steder

til mere end 500 Fod, og man har beregnet, at deres samlede Volumen overgaar Montblanc's sex Gange. Efter Parrots Beregning har Ætna fra 1175 til 1787 udsendt saa megen Lava, at det kunde danne 70 Bjærge af samme Størrelse som Vesuv. Hævningstheorien har aabenbart slet ikke taget disse uhyre Lavamasser i Betragtning.

Med K. v. Seebach skjelner man nu til Dags mellem lagdelte og homogene Vulkaner. De første, som ogsaa kaldes Stratovulkaner, fremkomme, naar glødende Masser gjennem Sprækker i Jordskorpen presses op fra det Indre til Overfladen og nu under denne deres Vej komme i Berøring med Vandmasser. Der maa da opstaa mægtige Explosioner og Vulkaner bygges op af de udslyngede Askemasser og Lapilli. Lagene bestaa af vulkanske Æmner, som vexelvis ere udslyngede og udstrømmede, men de flade Kegler ved disse Vulkaner ere altid fremstaaede ved selve Eruptionerne. Hochstetter, som særlig har studeret de meget lærerige Vulkaner paa Isthmen ved Auckland (New-Zealand), udkaster følgende typiske Billede af en slig Vulkan. Hvor Udbruddet har været undersøisk, danner en yderst flad Tufkegle Underlaget. Over samme hæver sig en Lavakegle, dannet af Lavastrømme, der fra Udbrudsaabningen ere flydte ned til alle Sider og omslutte Lag af Aske og Slakker. Over samme rejser sig igjen en Kegle af Aske og Slakker, den stejleste Del af Bjærget, som bestaar af tørt Materiale, omslutter det nuværende Krater og er meget forgængelig.

De homogene Vulkaner fremkomme, hvor glødende Æmner stige til Vejrs uden at træffe paa betydelige Vandmasser, uden at explodere og uden at splittes. De mangle derfor tydeligt Krater og Askekegle, og de tykflydende, glødende Æmner strømme rolig ud, hvorved der opstaar brede, meget svagt skraanende Lavakegler, eller Lavaen størkner til kuppel- eller kaabeformige, ensartede Masser i og over Udbrudsaabningen. Af denne sidste Art ere rimeligvis mange sydamerikanske Vulkaner, der ligesom bestaa af ophobede Lavablokke med talrige Revner, gjennem hvilke Vanddampe og Aske bryde frem.

15. De forskjellige Fremtoninger under Udbruddene. — De evropæiske Vulkaner.

Vi have allerede fremhævet, at det ikke i alle Tilfælde lader sig strængt bevise, om en Vulkan er udslukt, eller om der ikke i Dybet endnu lure Kræfter, som have fremkaldt Udbrud og lidt efter lidt opbygget Ildbjærget. Til Aaret 79 efter Kr. kunde man t. Ex. med Rette henregne Vesuv blandt de udslukte Vulkaner; thi saa langt historiske Efterretninger naaede tilbage, var den Gang intet Udbrud af samme bekjendt, og det var kun Formodninger, byggede paa det forbrændte Udseende af enkelte Partier af Krateret, som bragte Strabo til at henføre Vesuv blandt de forhenværende Ildbjærge. Fra Martial vide vi, at Vesuvs Krater bar Vinhaver og Lunde, som vare viede Venus og Herkules; ogsaa de enkelte Jordskjælv i Omegnen vare ufarlige lige til det, som indtraf Aar 63 efter Kr. Kæmpen Ætna var derimod stadig kjendt som et Ildbjærg; men dog mente man paa Neros Tid, at den var ved at udslukkes, ja Ælian mente endog, at Bjærgets Top sank og ikke mere kunde ses saa langt ude fra Søen som tidligere. Andeskjædens mægtige Vulkaner udvise undertiden Aarhundreder igjennem ikke noget Spor til Udbrud, uden at dog Kraften i deres Indre derfor er udslukt. Som Regel gjælder, at de højere Vulkaner have færre Udbrud end de lavere. Stromboli og Guacamayo ere næsten uafbrudt virksomme, Pico paa Teneriffa og Cotopaji kun yderst sjælden. Det er ogsaa indlysende, at Kæmperne blandt Ildbjærgene kun sjælden kunne opvise Udbrud, da der ved Vulkaner paa 12—18000 Fods Højde udkræves en større Glødekraft til atter at smælte den Lavasøjle, som er størknet i Centralkanalen, end ved en lav Høj, og ligeledes udkræves en ulig større Kraft for at hæve de smeltede Masser til Cotopajis Kraterhøjde end til Vesuvs Top. Gjennem slige Betragtninger vinde vi en rigtigere Forestilling om Vulkanerne under deres hele Virksomhed. I deres Ungdomstid have de fleste Vulkaner vistnok haft hyppige Udbrud; men med Keglens tiltagende Højde bleve Udbruddene sjældnere, og vi kunne — ligesom ved Geyserne — tænke os en Højde, hvor overhovedet ingen Udbrud mere kunne finde Sted. Den vulkanske Kraft i det Indre holder sig da en

ubestemmelig Tid i Revnerne og Spalterne af Jordens Indre, „indtil disse Jordens Saar fuldstændig gro sammen".

Gaa vi nu over til en Skildring af Udbruddene selv, finde vi, trods store Overensstemmelser, dog, at de enkelte Vulkaner frembyde meget Særligt og Individuelt. En uhyre Dampsøjle hæver sig i Regelen fra Krateret og angiver som en uhyre Vimpel vidt og bredt den Retning, hvori Vinden blæser her oppe i Højden; Udstrømninger af Svovlsyrling, Klorbrinte, Kulsyre, Brint og Borsyre vise Virksomheden i Vulkanens Indre. Udbruddene bebudes ofte forud ved Jordskjælv og underjordisk Torden. Bunden i Krateret hæver sig, og der danner sig Slakkekegler. Ved Vesuv var i Aarene 1816 og 1818 en mægtig Slakkekegle voxet op over Kraterranden, var vidt og bredt synlig. Ukyndige holdt den for Bjærgets virkelige Top, og den voxede ogsaa betydelig ved Februarudbruddet 1822; men Natten den 22de Oktober samme Aar styrtede den 400 Fod høje Kegle sammen med frygteligt Brag, og den følgende Dag begyndte et mægtigt Udbrud, som varede hele tolv Døgn. Paa Vulkaner, som naa op i den evige Snes Rige, smelter undertiden dette hele Snedække pludselig ved Indtrædelsen af et Udbrud. Efter Humboldt fremtræder denne Fremtoning særlig smukt ved det kegleformige Cotopaji. Før Røgen endnu synes i de tynde Luftlag, som omgive Toppen og Krateraabningen, ere Askekeglens Vægge gjennemglødede fra det Indre, og hele Bjærget frembyder i sit sorte Ydre et gyseligt, uhyggeligt Skue. Ved Udbruddene slynges Sten- og Askemasser op til uhyre Højder; de undvigende Vanddampe fortættes i Luften til en tæt Skymasse, der lejrer sig om Vulkanen og udslynger Lyn; Tordenen fra Skyerne blander sig med de bragende Explosioner i Jordens Indre. Fra Atmosfæren, som er formørket af Askemasser, styrter Regnen ned som i Skybrud, smaa Vandløb svulme op til rivende Strømme, af og til brase Sten, Slakker og vulkanske Bomber ned, og den vulkanske Aske begynder at indhylle og dække alt med et mørkt, ensformigt Tæppe. Ved Nattetider kommer hertil endnu Gjenskinnet fra de i Krateret glødende Masser, og Skymassen, som hviler omkring Toppen, straaler vidt og bredt med Ildens Glød, hvilket har givet Anledning til den Vildfarelse, at der bryder uhyre Flammer frem af Krateret. Først naar Vulkanens Rasen har naaet sit Højdepunkt, bryde Lavastrømmene frem af Krateret eller en Sidespalte

og vælte i Regelen rolig frem; undertiden styrte de dog ogsaa frem med Stormens Fart. Kvalmende Dampe bryde frem, naar Lavaen kommer til Vegetationen, mørk Røg stiger til Vejrs, naar den glødende Strøm støder paa menneskelige Boliger, et Øjeblik senere slaa Flammerne op, da er Alt forbi.

Ved enkelte Vulkaner, særlig de sydamerikanske Andes, komme lejlighedsvis ogsaa hærgende Dyndstrømme ned fra Højderne. Naar

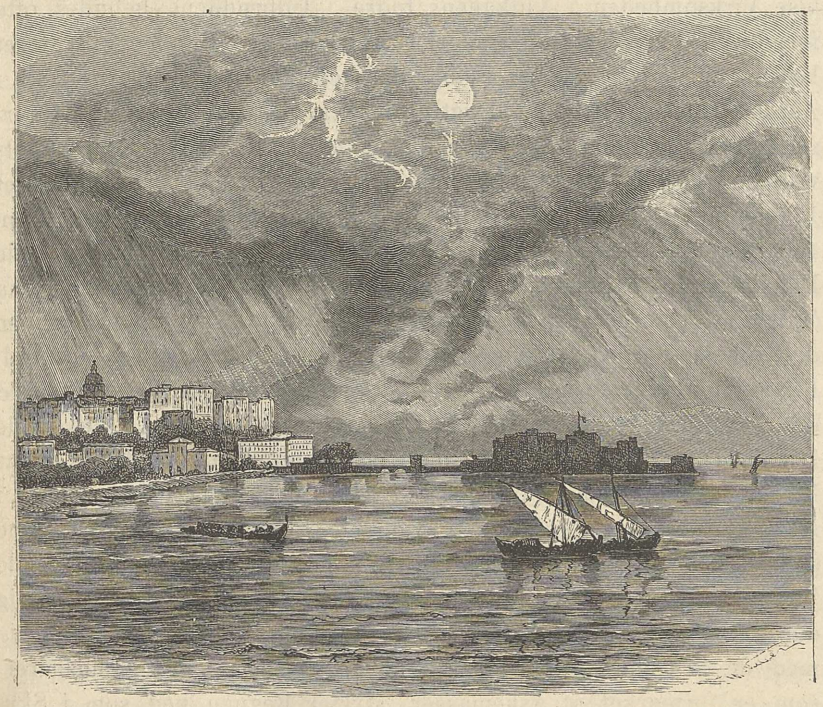


Fig. 149. Askeregnen ved Vesuvs Udbrud 1822.

slige Dyndstrømme bestaa af vulkansk Aske og Vand, størkne de og danne vulkansk Tuf eller neapolitansk Puzzolanjord. Da Cotopaji rasede i Dagene fra den 25de—29de Juni 1877, hyllede Sandregnen hele Omegnen i Mørke, saa at i Quito Dagen først brød frem igjen den 27de. Hele Ecuador sattes i Skræk ved Bjærgets Brølen; men mest ødelæggende vare Dyndstrømmene, der ilede frem med uhyre Hurtighed; en af disse, der kom nord fra,

hjemsøgte Chillos Dal; fire Hundrede Mennesker mistede Livet, ti Gange saa mange deres Ejendomme. En anden Dyndstrøm væltede ned paa Sletten ved Callo og Rumibamba og truede Flækken Latakunga, i hvis Omegn der omkom tre Hundrede Mennesker. Sognepræsten i Mulaló fortalte Geologen Wolf, at han ved Bølgernes Nærmelse steg op i Kirketaarnet for bedre at overse Alt. Da opdagede han, et Par Tusende Skridt fra Landsbyen, et stort Selskab Rejsende, omtrent 20 Personer, Herrer, Damer, Børn og Tjenerskab, tilsyneladende et Par rige Familier. De sporede de udmattede Ridedyr til den største Hast; men det var for sent, Strømmen indhentede dem, og i et Øjeblik vare alle forsvundne. Allerede Humboldt vidste, at slige Dyndstrømme ikke komme fra Krateret, og nylig have Wolf og Reisz paavist, at disse Strømme, som føre mægtige Isklumper og hede Lavablokke med sig, opstaa ved den pludselige Snesmeltning, der skyldes de store Lavamasser, som fra alle Kanter strømme ud fra Krateret. I Guatemala skjelne Indbyggerne mellem Vand- og Ildvulkaner. Vulkanen Agua, „Vandspyeren", udslynger fra Tid til anden under heftige Jordskjælv og dumpe Drøn uhyre Vandmasser. I Vulkanens Nærhed anlagde Spanierne 1524 Hovedstaden Guatemala; men allerede 1527 ødelagde „Vandspyeren" den nye Hovedstad ved et frygteligt Udbrud. Beboerne flygtede og byggede ved Foden af den nærliggende Volcan de fuego Staden Ny-Guatemala, som omvendt blev ødelagt 1773 af „Ildspyeren". Under Mauna Loas frygtelige Udbrud 1868 forefaldt ogsaa et Udbrud af Dynd; i Nærheden af Krateret Kilauea, i en smuk og veldyrket Dal, spaltedes Jorden pludselig og udsendte en mægtig Strøm rødt Dynd, der tilintetgjorde hele Dalen og begravede Mennesker og Dyr.

Idet Dampene bane sig Vej gjennem Kraterrøret, sønderrive de Lavaen, slynge den op i Luften som Slakker, forme den til Kugler (Bomber), knuse den til Smaasten (Lapilli), der undertiden bestaa af løse Krystaller, som allerede vare dannede i Lavaen, eller sprænge den til den fineste Aske. Disse Masser slynges undertiden i Vejret til en Højde af 5000, ja til 9—10000 Fod og danne over Krateret en Søjle, der stiger lodret i Vejret og for oven breder sig fladt ud. Denne storslaaede Fremtoning sammenligner den yngre Plinius træffende med en højstammet, skyggefuld Pinie. Askemassen er undertiden umaadelig og bæres vidt og bredt af

Vinden. Det var ogsaa Askemasserne, der foraarsagede det rædselsfulde Mørke, som ledsagede Herkulanums og Pompejis Undergang. Vi have herom den yngre Plinius's nøjagtige Efterretninger. Hans Onkel, som kommanderede Flaaden, laa den Gang i Misenums Havn, da der viste sig en stor Sky af sælsomt Udseende; han tog strax afsted med et hurtigroende Skib for nærmere at undersøge denne mærkelige Fremtoning, medens Søstersønnen blev tilbage. Skibet styredes hen imod Retinæ og kom saaledes inden for Askeregnen og de nedfaldende Stens Omraade. Imidlertid var Misenum bleven hjemsøgt af et Jordskjælv, og under Torden og Lynild trak en mægtig Sky op fra Vesuv og begravede Alt i Nattens Mørke. En fin Askeregn begyndte, og i Mørket søgte Alle Redning i en skyndsom Flugt. Lige til Rom og Ægypten blev Himlen formørket af det vulkanske Støv. Den ældre Plinius havde imidlertid vendt sig til Stabiæ og søgte at indgyde de Frygtsomme Mod; ved Nattens Frembrud lagde han sig rolig til at sove; men man maatte vække ham, da Askeregnen truede med at begrave Værelset. Dog ogsaa under aaben Himmel truede Faren; thi fra det sorte Firmament styrtede Pimpsten ned i stor Mængde. Plinius begav sig ned til Strandbredden, satte sig paa et Tæppe og nød en Slurk Vand; en Lugt af Svovl drev ham snart videre, men han faldt baglængs om, og Slaverne flygtede. Anden Dag derpaa fandt man hans Lig. I Pompeji tog Katastrofen sin Begyndelse, idet uhyre Masser Smaasten (Lapilli) af Størrelse som en Nød styrtede ned og dækkede Jorden i adskillige Fods Højde. Folket var netop i Theatret, og de fleste reddede sig ud i det Frie; men Hundreder, hvem Havesyge og Uforstand drev hjem i deres Boliger, bleve her begravede. Askelaget forvandledes af de paafølgende Regnskyl til en plastisk Masse, som sluttede sig saa tæt om de begravede Lig, at man nu efter 1800 Aars Forløb, da Ligene ere smulrede til Støv, kan fylde de hule Rum med Gips og saaledes faa tro Afstøbninger af de Forulykkede. Foruden Pompeji blev desuden Herkulanum og et Par Smaastæder i Nabolaget ødelagte; Herkulanum blev dækket af en Lavastrøm, men Katastrofen i Aaret 79 maa dog navnlig tilskrives Askeregnen. Det er meget sandsynligt, at den sydlige og sydvestlige Del af Vesuvkeglen den Gang blev blæst op i Luften, og at den nuværende Somma er Resterne af den gamle Kratervold. Efter Pompejis Undergang havde Vesuv sit største Udbrud af Aske



Fig. 150. Vesuvs Udbrud, Eftermiddagen 26de April 1872.

i Oktober 1822; efter Humboldts Mening var Mængden af Aske tre Gange større, end man har set falde i Italien i al den Tid, man med Nøjagtighed har iagttaget de vulkanske Fremtoninger. Den lille Vulkan Conseguina i Mellemamerika havde i 1835 et Udbrud, der maaske producerede 50 000 Kubikmetres af Askemateriale; Vulkanen formørkede Luften i en Kreds med 35 Mils Diameter, Fonsecabugten ved Foden af Bjærget fyldtes paa 800 Fods Bredde, og Havets Overflade dækkedes vidt og bredt af et Lag svømmende Pimpsten. Tambora paa Øen Sumbava havde 1815 et frygteligt Udbrud, der dækkede en Flade paa Tysklands Størrelse med Slakker og Askemasser; man anslaar Mængden af de udslyngede Masser til $1^4/_5$ Billion Kubikmetres.

Medens Vulkanerne saaledes ganske vist lidt efter lidt opbygges ved Lavastrømmene, bortsprænges undertiden deres øverste Toppe helt og holdent og forvandles ligefrem til Støv, som føres bort af Vinden. Ved de større Vulkaner bryde Lavamasserne i Regelen ud af Sidespalter, sjældnere af Hovedkrateret. Før et Udbrud syder og koger Lavaen nede i det vulkanske Svælg, danner Blærer og fremkalder smaa Explosioner. Det saakaldte Helvede Masaya i Nicaragua danner en slig Ildsø; men den mest storslaaede Fremtoning af denne Art er Kilauea paa Øen Havaji, Jordens største vulkanske Svælg, som ligger paa den østlige Skraaning af Mauna Loa. Ellis, som besøgte Bjærget i 1823, skildrer Ildsøen som et halvmaaneformigt, frygteligt Svælg paa over to engelske Mils Længde, en Mils Bredde og 800 Fods Dybde; Bunden var fyldt med Lava, og den sydvestlige og nordlige Del dannede en vidtstrakt flydende Ildmasse, som var i frygtelig Kogning; 51 Kratere ragede frem af Ildsøen som Øer af forskjellig Form og Størrelse; 22 af disse Kratere udstødte vedvarende graa Røgsøjler eller lysende Ildpyramider, og mange udspyede samtidig flydende Lavamasser, der i skummende Strømme flød ned ad de sorte Skrænter og forenede sig med den sydende Masse ved deres Fod. Væggene faldt 400 Fod stejlt ned mod et horizontalt Lag fast, sort Lava, hvor fra Væggene igjen skraanede en 400 Fod ned mod Dybet. Den øvre Del af Lavamasserne var aabenbart udtømt gjennem flere Kanaler. Om Natten, naar Taagen og de mørke Skyer lettede, var Skuet vidunderligt; den bevægelige, flydende Lavamasse rasede som en Sø af smeltet Metal; Flammerne, som spillede paa Overfladen, lyste

i Svovlblaat eller Strontianrødt og kastede et magisk Lys over Krateret, som af og til og under heftig Larm slyngede smeltede Lavakugler og glødende Stene til Vejrs. I Nærheden fandtes Klippeblokke af mørkegraa Farve og flere Tons Vægt; de vare aabenbart udslyngede af det store Krater. Længere borte laa endnu et andet Krater, omtrent af den halve Størrelse som det første og adskilt fra samme ved en Landtange paa et Par Hundrede Alens Bredde; dets Skrænter vare dækkede af Buskads og Træer, men Bunden var fyldt med Lava, som dels var smeltet, dels næppe afkølet.

I Maj 1840 dannede hele Svælget igjen et brusende Ildhav, der kastede sine Brændinger med saa frygtelig Heftighed mod Bredderne, at store Klippemasser styrtede ned; den 30te Maj gjennembrød det Kraterranden, trængte under Jorden frem til en Skov og naaede derpaa, ødelæggende Alt paa sin Vej, den 3dje Juni frem til Havet, hvor den mægtige Strøm under frygtelig Larm og med tusende ubeskrivelige Lyd styrtede ned som et bredt Vandfald fra en Klippe paa 40—50 Fods Højde. Den Lava, som udgød sig i Havet, forvandledes øjeblikkelig til Støv- og Sandpartikler, der atter hvirvledes til Vejrs af Dampen og rundt omkring faldt ned som Regn. Lavamassen dannede en ny Sandbanke, og ude i Havet dannede Asken og Slakkerne tre Høje paa 2-300 Fods Højde. Tre Uger igjennem bølgede den frygtelige Strøm saaledes afsted, medens den opvarmede Havet paa hele 20 engelske Mils Afstand fra Kysten. Paa hele det østlige Havaji forvandledes Natten til Dag: paa Havet kunde Lyset ses over 100 Mil borte; paa 40 Mils Afstand kunde man endnu ved Midnatstid læse den fineste Tryk. Denne frygtelige Lavastrøm havde fra Kilauea til Havet en Længde paa omtrent 40 engelske Mil, en Dybde af 10—100 Fod og en Bredde, der efter Jordbundens Beskaffenhed vexlede mellem 1—5 Mil. Paa sin Vej udfyldte den Dale, smeltede Høje, som de vare af Vox, og mægtige Skove forsvandt som Fjer, der holdes ind i Flammen. Ved denne mægtige Udstrømning sank det store Krater Kilauea omtrent 300 Fod, Ilden gik næsten ganske ud, og der blev kun en Sø tilbage midt i det store Krater.

Dana beregner den samlede Masse af glødende Lava, som Kilauea saaledes udsendte i Aaret 1840, til mere end 5000 Millioner Kubikmetres; men det 1200 Fod dybe Svælg var da nu ogsaa saa

temmelig tømt. Langsomt fyldtes det atter, og havde i 1855 et nyt Udbrud. Ti Aar senere fandt derimod Brigham Krateret af middelmaadigt Omfang, han kunde stige 400 Fod ned i samme og overnatte i Nærheden af en 1000 Fod bred Lavasø.

Den alt flere Gange omtalte Vesuv er for Tiden den eneste virksomme Vulkan paa Evropas Fastland; men de nærliggende italienske Øer opvise endnu et Par mærkelige ildsprudende Bjærge. Nordøst for Sicilien ligge saaledes de bjærgfulde liparіske Øer, hvortil høre de tvende Vulkaner Stromboli og Volcano. Den sidste er kun en Solfatara, som er i stadig Virksomhed; Stromboli er derimod en Vulkan, hvis Udbrud omtales, saa langt Historien gaar tilbage, men desuagtet endnu følge ufladelig saa hurtig oven paa hinanden, at de kun adskilles ved nogle faa Minutters Mellemrum, og de bølgende Lavamasser, der bestandig boble op og ned i dens sydende Kraterkjedel, sprede om Natten i vide Omkredse et saa gjennemtrængende Lys, at de have skaffet Vulkanen Tilnavnet det „tyrrhenske Havs Fyr". Strombolis Krater ligger ikke paa Toppen af den kegleformige Ø, men paa en af Siderne i omtrent to Tredjedele af Bjærgets Højde. Da det ikke er vanskeligt at bestige Bjærgets Top, og Klippeskrænterne, der her fra falde ned mod Krateret, næsten ere ganske lodrette, har man fra dem en fortrinlig Udsigt til Vulkanens Indre uden at generes af de giftige Svovldunster, der stige op fra dette, eller af de store Sten, der slynges i Vejret fra Krateret, men ikke kunne naa op til en saa betydelig Højde. Det er dog alligevel ikke aldeles blottet for Fare at gaa helt ud til Randen af Afgrunden, da Bjærget i sit øverste Parti bestaar af løst optaarnede vulkanske Stenmasser, der let kunne give efter og drage den forvovne Tilskuer med sig ned i det skrækkelige Dyb. De ikke faa Skildringer, man har af Strombolis Krater, vise imidlertid tilstrækkelig, at Frygten for den her antydede Skæbne langtfra altid har været mægtig nok til at holde videbegjærlige Iagttagere borte fra den farlige Observationsplads. Den preussiske Geolog Hoffmann, der i Aaret 1828 besøgte Vulkanen og har givet en meget udførlig Beskrivelse af dens Naturforhold, lod sig saaledes holde fast bag fra af sine Ledsagere og krøb derpaa paa alle Fire saa langt ud til Randen af Afgrunden, at han kunde række Hovedet ud over Kanten og se ned i Dybet. „Udbruddet fandt Sted gjennem tre

Aabninger i Bunden af Krateret; den midterste var den største og talte omtrent 200 Fod i Gjennemsnit; dens Sidevægge vare bedækkede med gule Svovlmasser, og en let Røg steg op fra dens Bund. I en ringe Afstand fra denne Aabning og nærmere ved Klippevæggens Fod fandtes en anden mindre af 20 Fods Gjennemsnit, i hvilken jeg kunde se den glødende Lava trænge frem.

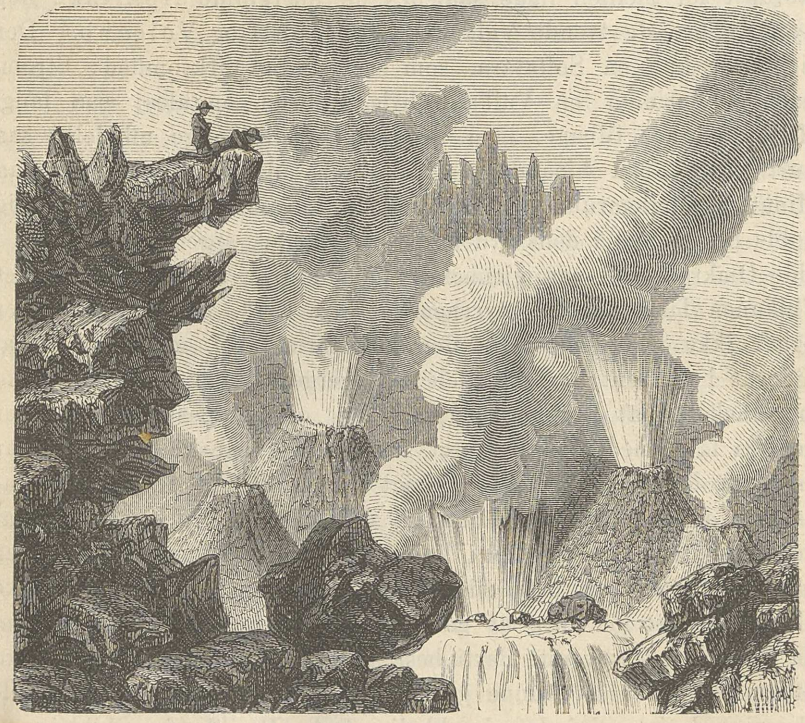


Fig. 151. Strombolis Krater.

Flammer stege ikke op fra disse Kratersvælg, og Lavaen viste sig overhovedet kun som en glødende Masse, der ganske lignede smeltet Metal, naar det flyder ud af en Højovn. Den glødende Lavamasse bølgede op og ned i de tre Aabninger, idet den vexelvis steg og sank med regelmæssige Mellemrum. Det var aabenbart Trykket af de fra Dybet kommende, stærkt spændte Dampe, der bevirkede denne forunderlige op- og nedadgaaende Bevægelse i

Kraterhullet. Hver Gang Lavaen steg opad, hørte man først en ejendommelig Lyd, der nærmest ligner den Knistren, som opstaar i Smelteovnen, naar Blæsebælgen driver Luften ind i samme; en hvidlig farvet Dampblære boblede i samme Øjeblik op gjennem Lavaen, der strax sank tilbage, naar Blæren var naaet op til Overfladen og bristet. Den frembrydende Damp rev sædvanlig en Del rødglødende Slakker højt op i Vejret med sig og havde paa denne Maade dannet en hel Vold af løse Lavastykker i Omkredsen af Krateret. Fra Tid til anden afbrødes imidlertid den vulkanske Virksomhed i sin regelmæssige Gang af voldsomme Paroxysmer. Dampskyen blev i saa Fald gjærne et Øjeblik staaende ubevægelig eller sænkede sig endogsaa et Stykke ned, som om den igjen vilde vende tilbage til Krateret, fra Bunden af hvilket Lavaen paa samme Tid steg højere opad end nogen Sinde før, for ligesom at komme den i Møde paa Halvvejen. Kratervæggene rystede da kjendelig, Bjærget bævede, og under en dump, tordenlignende Larm steg en uhyre Dampblære op til Lavaens Overflade, hvor den sprang med et bedøvende Knald og kastede en stor Mængde ildrøde Lavaslakker højt op i Vejret. Nogle af disse kastedes mere end 1200 Fod til Vejrs og beskreve, idet de gik over vore Hoveder, pragtfulde Ildbuer paa Himlen. Strax efter et saadant Udbrud sank Lavaen gjærne dybere ned i Kraterrøret, der nu viste sig som en mørk og gabende Aabning, men kort efter saae man da atter dens glødende Overflade hæve sig op fra Dybet, for paa ny at gjentage den samme Scene".

Blandt de italienske Vulkaner har Ætna udsendt uhyre Lavamasser, og allerede Bjærgets Omfang, der er 20 Mil — ved Siden af Ætna skrumper Vesuv ind til en Høj — vidner om Eruptionernes Talrighed og Mægtighed. Bjærget hæver sig som en flad Kegle fuldstændig isoleret op fra Sletten; Siciliens Beboere kalde det kun „la montagna". En mægtig, halvkredsformig Skrænt, der aabner sig ud mod Havet, viser den indre Sammensætning af Vulkanen, der bestaar af Lavalag. Denne Kjedel, „Val del Bove", er sandsynligvis Resten af det oprindelige Krater. Ætnas lavere Dele har en næsten paradisisk Frugtbarhed, i 2500 Fods Højde begynder Skovbæltet, som gaar til 6000 Fods Højde og væsentlig dannes af Ege- og Kastanietræer. Oven for dette findes et øde Bælte, der til Dels er dækket med Lava og Aske, og fra hvilket Bjærgets

Sider begynde at stige mere stejlt opad. Planteveksten ophører ved 7500 Fods Højde, hvor Sneregionen begynder, og fra en paa sin Overflade næsten vandret Højslette, der indtager Bjærgets øverste Del, hæver det nuværende Krater sig til en Højde af 10 500 Fod. En Tredjedel Million Mennesker bebor Bjærgets Skraaninger, og dets Flademaal er saa stort, at det dampende Krater ligger milevidt fra de højeste Boliger og skilles fra dem ved vidtstrakte Ødestrækninger. Talrige smaa Eruptionskratere hæve sig paa Ætnas Skrænter og have afgivet de hærgende Lavastrømme. „Gjennem det paradisiske Bælte strække sig øde Lavastrømme ned fra Kraterhøjene. Paa Vulkanens Sydside ligger den store Strøm fra 1669, der naaede til Catania og ud i Havet, hvor den dannede et lille Forbjærg, havde en Bredde af mere end $^1/_2$ Mil og ødelagde eller begravede fjorten Stæder og Landsbyer. Denne Strækning er endnu ikke gjenvunden for Kulturen. Omegnen af Landsbyen Nicolosi, der ligger i en Højde af 2300 Fod nær ved den nedre Skovgrænse, minder overalt om Vulkanens Ødelæggelser under dette Udbrud, hvor den store Spalte aabnede sig, som forlængede sig til Monte Frumento, nær Ætnas Top, og ved hvis nederste Ende Montirossi optaarnede sig. Disse bestaa af en Dobbeltkegle, dækket med røde Slakker, og ere den højeste i historisk Tid dannede Eruptionskegle med en Basis af $^3/_8$ Mil og en Højde af 800 Fod; den har tvende Kratere og fortsættes af flere mindre Kratere, i en Linje, som svarer til den omtalte Spalte fra 1669. Man skal den Gang have kunnet høre Bjærgets Torden og Brølen i otte Mils Afstand. Dobbeltkeglens Dannelse skete ved Opdyngning af Slakker og medtog tre Maaneder, under hvilket Tidsrum Lavaen stadig væltede frem. En Del af Spalten, „Grotta della Palombe“, er endnu synlig og tilgængelig ved Stiger. Oven for Nicolosi begynder Skovbæltet, som har en Mils Bredde, og her ligge de alt tidligere omtalte kegleformige Høje, af hvilke Sartorius har indtegnet hele to Hundrede paa sit Ætnakort; til hver enkelt svarer et Sideudbrud af Ætna. Medens Hovedkrateret larmer og udslynger glødende Sten, bryder Lavaen frem af disse Sidekegler. Hele denne Del af Bjærget er et Virvar af Høje; enkelte ligge i Rækker, andre i Grupper, atter andre enkeltvis; de fleste findes paa Bjærgets Syd- og Sydøstside. De fleste Kegler have tydelige Kratere, enkelte udvise senere Forandringer, men ikke et eneste

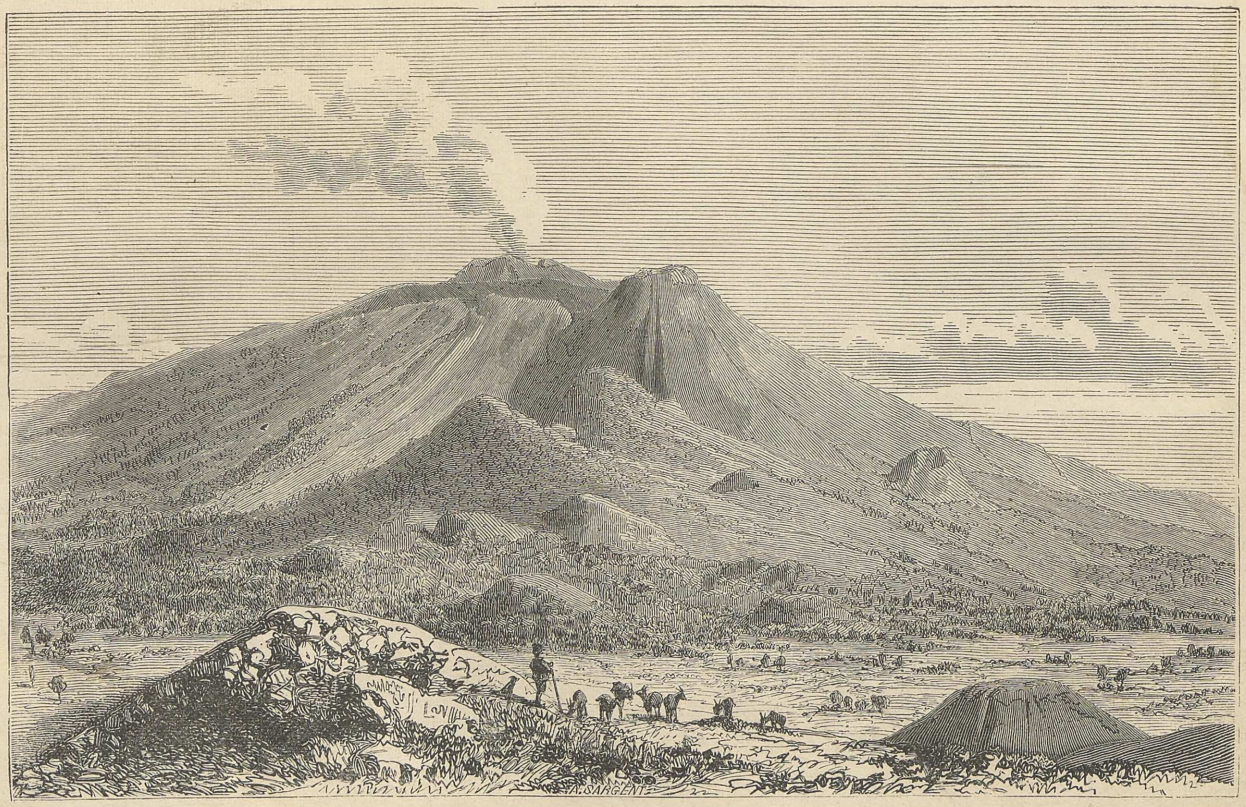


Fig. 152. Ætna.

senere Udbrud har benyttet en tidligere Aabning; hvert Udbrud har afspærret sin Vej, sit Svælg med størknet Lava. Bjærgets Kæmpekrop maa saaledes være gjennemfuret af talløse Lavagange. Længere opad tage de øde, vilde Lavastrømme til. Fra Nicolosi vandrer man næsten en hel Time gjennem dyb, sort Aske mellem tvende Rækker af Kratere. Derpaa naar man den faste Lavastrøm fra 1537, som efter tolv Dages Torden brød frem højt oppe i Nærheden af Schima; den stoppede dér, hvor Montirossi hævede sig 32 Aar senere. Over denne Strøm flød der 1766 en ny".

Ved Siden af de italienske Vulkaner maa vi ogsaa skjænke Islands Vulkaner en lidt nærmere Omtale. Hele denne store Øs Indre bestaar af basaltiske Lavamasser med mellemliggende Tuflag, gjennemkrydsede af Trapgange og hist og her gjennembrudte af Trakytmasser, der rage op som enlige og lyse Fjælde over de mørke Basaltmasser. Disse gamle vulkanske Dannelser gjennembrydes af en Række nyere Vulkaner, som til Dels ere klædte af Snemasser og strække sig paa en Linje fra Sydvest til Nordøst, og i denne Linjes Fortsættelse ligger Vulkanen Jan Mayen i Nordøst; i dette Bælte findes baade Lavavulkaner, Dyndvulkaner, Solfatarer (Svovlbrintekilder), Kulsyrekilder og lunkne, hede eller kogende Kiselkilder. Den bekjendteste af de islandske Vulkaner er Hekla, som hæver sig 15 Mil øst for Reykjavig mellem parallele Tufrygge til en Højde af 5000 Fod. Hekla er ingen Kegle, men en langstrakt Bjærgmasse, der, set fra Syd, tager sig ud som en saadan, men set fra Vest har Udseende som Langsiden af et spidst Hustag. Hekla har i de sidste 800 Aar haft 18 Udbrud med Mellemrum af 6 til 74 Aar; i alt kjendes 26 Udbrud, det sidste fandt Sted 1845. Før dette Udbrud var intet Krater længere synlig i Heklas skarpe Ryg, men under dette Udbrud dannedes 5 Kratere af forskjellig Størrelse og liggende efter hverandre i en Linje langs med Fjældryggen; det sydvestlige af disse Kratere udsendte den Gang en Lavastrøm, som havde kunnet dække $^1/_4$ □ M. til en Højde af 100 Fod*). Hekla bærer ingen Jøkel (Snemasse) paa sin Ryg; derimod ere de store Vulkaner i Syd, Kótlugja, Skáptar og Øræfa, dækkede af Iskaaber eller rage frem midt i de

*) For at bruge en Sammenligning: denne Lavastrøm kunde dække hele det gamle Kjøbenhavn og Kristianshavn (Kjøbenhavn inden for de gamle Volde) til en Højde af 330 Fod.

store Ismasser. Mest berygtet er Kótlugja, som ligger i den østlige Del af den store Eyafjællajøkul og i alt har haft 13 Udbrud (senest 1860). Dens Udbrud bevirkede saa store Smeltninger af Sne og Is, at Vand, Sne, Is, Grus og Sten styrtede som frygtelige Floder af flere Hundrede Fods Højde ned over Myrdalssanden, en Slette mellem den og Havet, som derfor ogsaa nu er en øde Mark. Det heftigste Udbrud, som i historisk Tid er forefaldet paa Island, fandt dog Sted i Aaret 1783; den 11te Juni væltede en mægtig Lavastrøm fra Skáptar ned i Skaptaflodens Dal, udfyldte ikke blot denne, men tillige en betydelig Sø, som den naaede, og udbredte sig til sidst vidt og bredt paa det omliggende Lavland. Ni Tusende Mennesker og en stor Mængde Kreaturer skulle være omkomne ved denne Begivenhed, Asken, der i flere Maaneder udkastedes af Skáptar, formørkede næsten Solen og førtes af Vinden helt over til de skotske Øer. Ved Skáptar forefindes ogsaa de største Lavastrømme, som kjendes fra nogen Nutidsvulkan (2—3 Mil brede og 10 Mil lange), Strømme af Størrelse som Laaland eller det halve Fyn. Ved disse Udbrud af Islands sydlige Vulkaner er Havet efterhaanden trængt tilbage, og i Steden for fjordrige Kyster og frugtbare Dalstrøg findes nu kun en ensformig og øde Kyst uden en eneste Havn. Af det nordøstlige Islands Vulkaner, der ligge omkring Myggesøen (Myvatan), skulle vi kun nævne Lejrhnykr og Trolladýngur.

Den flydende Lava afkøles overordentlig hurtig paa Overfladen og dækkes med en slakkeagtig Skorpe, der i Begyndelsen bevæger sig videre med de glødende Masser neden under, hvorved der opstaar en besynderlig klirrende Lyd. Saaledes vælter Lavamassen sig nu videre i sit Slakkehylster, og det kan undertiden hændes, at det flydende, glødende Indre strømmer helt bort, og det tomme Hylster bliver staaende og brister itu.

Lavastrømmens raske Afkøling har bragt Mange en uventet Redning. Den umaadelige Lavastrøm, som ødelagde Torre del Greco, fremkaldte saaledes en Kogning af Havet, og Tjæren paa et nærliggende Skib smeltede; men af Stadens Beboere mistede kun meget faa Livet; de fleste reddede sig nemlig den følgende Dag

fra anden Etage af Husene tværs over Lavastrømmen, hvis Indre endnu glødede, ja flere Kvinder dristede sig endog til at bære Krudt over Lavaen. I Aaret 1779 gik Hamilton med sin Fører over en Lavastrøm, der var i en sagte, men dog tydelig Bevægelse. Skjønt Lavastrømmens Overflade saaledes ved Udstraalingen hurtig dækkes af en Skorpe, saa at selv Mennesker kunne redde sig over samme, ja at der efter Lyell endog er begravet Sne- og Ismasser under Ætnas Lava, holder dog Varmen sig i lange Tider i Lava-



Fig. 153. Lavamark ved Vesuv.

massernes Indre; Jorullos Lava udsendte Dampe endnu efter 67 Aars Forløb.

En af de mærkeligste Fremtoninger er den aarlange rolige Udstrømning af flydende Lava, som finder Sted ved Sangay i Østcordillerne i Sydamerika. V. Reisz besøgte denne Vulkan i Aaret 1874 og har beskrevet Fremtoningen. „Lavaen trænger frem af en Eruptionskegle, som findes paa den østlige Side af Kraterets Indre. Tyndtflydende og med skærende Lysning flyder Strømmen over den jævne Skraaning af det gamle Kraters Bund og styrter

nu med rasende Fart over Keglens ydre stejle Skraaning; man ser paa dette Sted ikke Spor af Slakker, men skjelner Bevægelsen i den meget tyndtflydende Lava. Længere frem ad Skrænten svømmer der Slakker paa Strømmen, først svækkes dennes Lysning, snart komme mørke Blokke frem, hvorimellem den glødende Masse dog endnu skinner frem overalt. Endnu længere ned ad Skraaningen danne Slakkerne et sammenhængende Lag, gjennemtrukket med røde Striber, det er Revnerne i det øvre Lag. Den nederste Del af Strømmen, som deler sig i flere Arme, lyser kun svagt; langsomt kubbe Blokkene sig her frem over hverandre, Lavaen taarner sig op til en mægtig Masse, styrter pludselig ned over en stejl Skrænt og opløses under Faldet ved sin egen Tyngde i Smaastumper. Uafbrudt og uafladelig gjentager dette Skue sig, ledsaget af de Ildneg, som vidt og bredt oversaa Bjærgets Skraaninger med en Regn af glødende Stenmasser. Langs ned ad Bjærget strækker sig en bred sort Stribe — det er Askelagene, som paa Grund af Heden ikke ere sneklædte —, og her er den glødende Lavastrøms Vej ned gjennem Bjærgets store Snekaabe lige til en Højde af 11 500 Fod. Lavaen skal have strømmet uafbrudt saaledes allerede i mange Aar".

Selv om man ikke kan iagttage egentlige Eruptionsfremtoninger, lægger den vulkanske Virksomhed, der slumrer i Dybet, sig dog for Dagen ved Udstrømninger af Gasarter. Foruden Vanddampe, der som Fumaroler hvislende fare ud af Spalterne eller strømme bort fra Overfladen af den størknede Lava, er det nærmest Klorbrinte, senere Svovlsyrling og endelig Svovlbrinte, der fremkommer i Solfatarerne og afsætte Salte og Svovllag, som dække Kratervæggene, eller Salmiaklag, naar Lavaen har dækket opdyrket eller skovgroet Land. I Øen Volcanos store Krater, en Solfatare, hvis tragtformige Skrænt i den bølgende Taage blinker med skrigende røde og gule Farver, ere Arbejdere sysselsatte med at samle Svovl og Borsyre. Kulsyreudstrømninger, de saakaldte Mofetter, ere de sidste Tegn paa vulkansk Virksomhed; bekjendt er Hundegrotten ved Puzzuoli i Nedreitalien, ikke langt fra Agnanosøen; Hulens fugtiggrønne Vægge hvælve sig til en Højde af en halv Snes Fod, og paa Bunden af Grotten samler sig et Lag Kulsyre, som slukker

et Lys i et Kvarters Højde fra Jorden og dræber en Hund efter et Par Minutters Forløb*). En anden betydelig Mofette er Ansantosøen i det Neapolitanske, hvor allerede Romerne havde rejst et Tempel for Juno Mephitis. Gasudstrømningerne bestaa af Kulsyre, til Dels af Gasbrinte, der strømmer ud med stor Heftighed. Mofettens Omgivelser bestaa af en størknet Dyndmasse. Da Wolf i Slutningen af Maj 1869 besøgte Lago d'Ansanto, vare dens Vande for største Delen udtørrede paa nær en lille Pøl i et kraterformigt Hul, hvor store, stærkt sydende Dyndblærer vare i en kredsformig Bevægelse. Den største Mængde Gas trængte dog frem fra en tre Tommer bred, lodret Spalte i Nærheden af Pølen og med saa stor Kraft, at Gjenstande, som kastedes ind i Luftstrømmen, slyngedes 15—20 Fod tilbage. Da Iagttageren bukkede sig for at optage sin Hat, der var slynget bort, kom hans Mund ind i Kulsyrelaget, som stod to Fod over Jorden, og øjeblikkelig begyndte han at tabe Bevidstheden. Slige Udstrømninger ere de sidste Tegn paa ældre vulkansk Virksomhed og holde sig undertiden gjennem Tidsrum, der gaa langt ud over vor hele historiske Periode. Dog kjender

---

*) Meget omtalt er ogsaa „Dødens Dal" paa Java; det er vel derfor paa rette Sted at henvise denne Berømthed til Fablernes Omraade. „Dødens Dal ligger i Diengbjærgene, er en snæver, lille Kjedel, maaske et gammelt Sidekrater og ingenlunde en Fjerdingvej bred; en særlig Vej fører her op og afsluttes ved et Rækværk. Derpaa gaar man 100 Skridt ned ad Skraaningen og kommer nu til en nøgen Flade paa omtrent en Snes Kvadratalen; her ligge nogle spredte Stene, og Regnen har opskyllet lidt Muldjord; rundt omkring denne flade Plet trives en yppig Planteverden, kun Træer findes ikke mere; dem har Befolkningen fældet. To smalle Fodstier føre her ned, og da jeg betraadte dem, søgte min Fører og min Tjener med ængstelige Miner at holde mig tilbage, ja den første holdt mig gjentagne Gange fast i Klæderne. Jeg saae intet Spor til noget Skelet, skjønt min Tjener fortalte, at naar en Fugl fløj her over, maatte den dø. Jeg gik ned og kom rask op igjen. Maaske kan der af og til finde en Kulsyreudstrømning Sted, for Tiden fandtes imidlertid ingen Kulsyreopsamling, jeg hverken lugtede noget dertil, og heller ikke slukkedes en Tændstik, som jeg holdt ned til Jorden. Selv af døde Insekter eller Lig af andre Smaadyr fandtes ikke Spor. Dette er den berygtede „Dødens Dal", den værste Del af samme; paa andre Steder i Diengbjærgene findes ingen slige smaa Kjedler i Læ for Vinden, og følgelig kan der ikke finde Opsamlinger af Kulsyre Sted i saa stor en Grad, at den kunde blive farlig for varmblodede Dyr." Saa vidt O. Kuntze: Um die Erde. Reiseberichte eines Naturforschers. Lpz. 1881.

man Lokaliteter, hvor slige Gasudstrømninger ere ophørte eller overordentlig aftagne; det er t. Ex. Tilfældet med Avernersøens Krater, om hvilket Oldtiden beretter, at ingen Fugl kunde flyve over samme.

Der gives ingen almengyldige Tegn, som kunne melde forestaaende vulkanske Udbrud, og lige saa lidt kan man bedømme, om et Udbrud vil blive betydeligt og langvarigt eller det Modsatte. Efter Kluges statistiske Samstillinger falde de allerfleste Udbrud baade paa den nordlige og den sydlige Halvkugle i de tilsvarende Sommermaaneder. For nøje at studere de vulkanske Fremtoninger, har man paa Vesuv opført et pragtfuldt Observatorium, hvor Palmieri i Aaringer har fulgt alle Vulkanens Bevægelser. Bygningen staar paa forholdsmæssig sikker Grund paa Ryggen af Monte di Canteroni, som ogsaa bærer Eneboerhytten del Salvatore; bemeldte Ryg skiller Dalkløfterne Fosso grande og Fosso della Vetrana fra hinanden. Under større Udbrud er Observatoriet dog ingenlunde uden Fare, ja under Udbruddet 1872 troede man endog Bygningen truet af Spalter. Ikke desto mindre forblev Iagttageren Diego Franco modig paa sin Post hin Rædselsnat den 26de April samme Aar, da Vesuvkeglen spaltedes ved Atrio, og hele Atrio og den øvre Del af Val della Vetrana dampede af strømmende Lava. Udbyttet for Videnskaben, særlig for Kjendskabet til Vulkanismen, er desto værre kun ringe. Hvad man kan iagttage paa Observatoriet under et Udbrud, er væsentlig ikke andet, end man ogsaa kan iagttage fra det Fjærne. Seismografen, som bebuder Jordrystelserne, har kun ringe Værd, og efter en nyere Besøger J. Zerva staar den oven i Kjøbet paa en Jordbund, der bæver ved hvert Skridt; bedre vilde det være, om man havde opstillet slige Jordskjælvsmaalere paa passende Stationer rundt omkring Vesuv.

16. Fremkomsten af nye Vulkaner.

Dannelsen af nye Vulkaner er ingenlunde nogen sjælden Fremtoning inden for den historiske Periode. Den ældste Nydannelse af denne Art, hvorom vi vide Besked, synes at være Dannelsen af en Høj paa Halvøen Methana ved den hermioniske Bugt; Fremtoningen henlægges til Aaret 282 f. Kr., Strabo omtaler Heden,

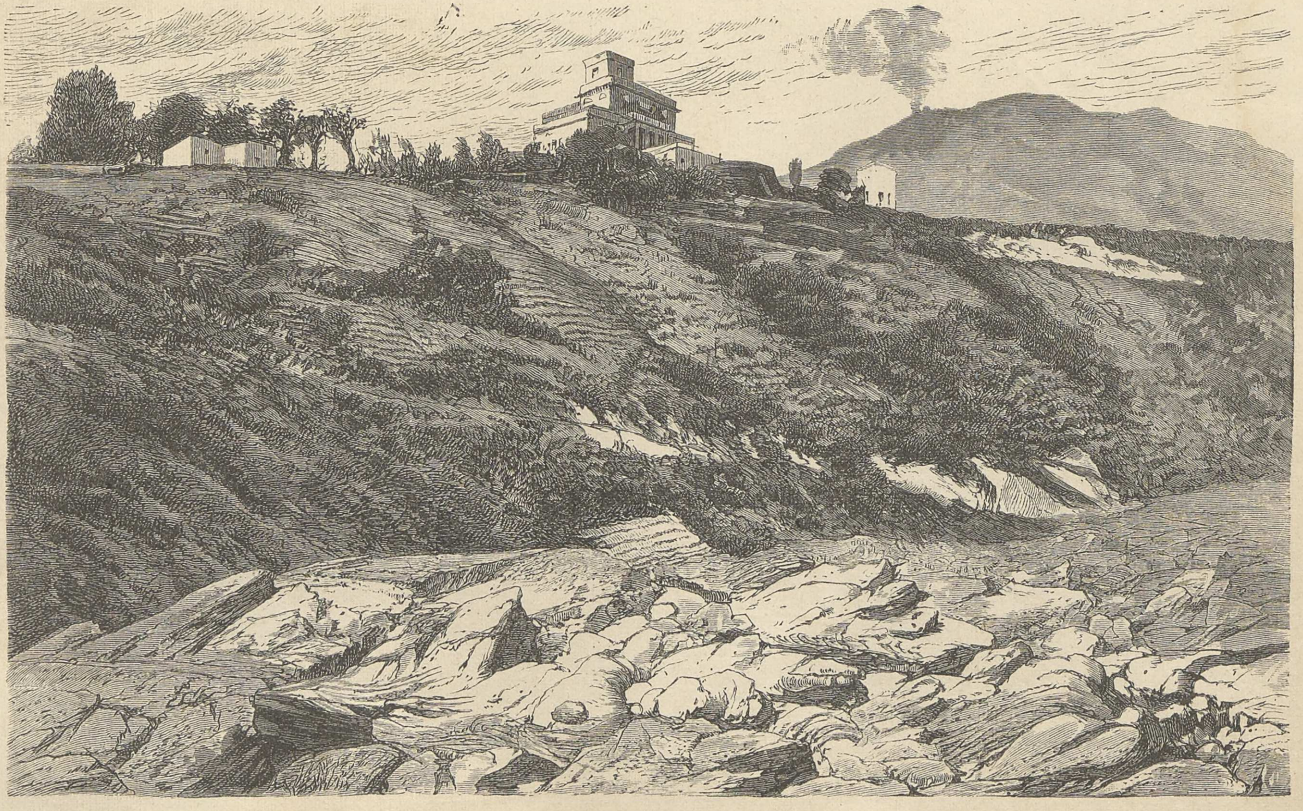


Fig. 154. Observatoriet paa Vesuv.

Svovllugten og de løsrevne Klippemasser og bemærker, at Havet ophededes til Kogning paa 5 Stadiers (en halv Fjerdingvejs) Afstand. Usikre kinesiske og japanesiske Efterretninger kunne vi her forbigaa, hvorimod Dannelsen af Monte Nuovo paa de flegræiske Marker bør berøres. Dette Bjærg fremstod i de sidste Dage af September 1538, efter at Omegnen hele Aaret igjennem var bleven rystet af heftige Jordskjælv. Desto værre har Ingen nøje iagttaget Maaden, hvorpaa det fremkom, da hele Bjærgets Omgivelse var hyllet i Røg og Aske. Dog skriver Franzesko del Nero til Benino: „Tænk Dem, at der fra Kastellet St. Angelo udsendtes en saadan Mængde Raketter, at de ved Nedfaldet vilde danne et Bjærg paa Højde med San Silvestro i Tuskulano, saa har De et Billede af det Svælg, der udslyngede saa mange Stene". Mellem Toluca og Colima i Mejico bemærkede man 1759 stærke Jordskjælv og underjordisk Torden, og den 29de September dannede sig en Vulkan, der udslyngede mægtige Lavamasser, og i hvis Svælg 6 Smaafloder forsvandt for senere at komme frem et andet Sted som varme Kilder. En Flade paa 3—4 Kvadratmil, Malpays, blev fuldstændig ødelagt, og 44 Aar efter Udbruddet fandt Humboldt den endnu oversaaet med talrige smaa vulkanske Kegler, der udsendte Røg og af Omegnens Beboere kaldtes „Ovne" (hornitos). For Tiden ere Ovnene udbrændte og Lavamasserne under Atmosfærens Paavirkning hensmulrede til frugtbar Jord. Jorullo har efter sin Fremkomst ikke mere haft noget Udbrud, hvorimod den lille Izalko (i St. Salvador), der dannedes den 29de Marts 1793, fra dette Tidspunkt har været i næsten uafbrudt Virksomhed.

Slige Kratere og Vulkaner forekomme hyppigere i Havet end paa Fastlandet, og de kunne undertiden fremtræde som hele Øer. En Maaned før det oven for omtalte Udbrud*) af Skaptarjøkul paa Island havde der i en Afstand af tredive Mil sydvest for Reykjanæs fundet et undersøisk Udbrud Sted, som bedækkede Havet med Pimpsten og Aske i en Udstrækning af næsten fyrretyve Mil. En Ø, som var dannet af vulkanske Masser, skød sig endogsaa op af Havet og blev strax tagen i Besiddelse af den danske Regering, der gav den Navnet „Nyø"; men inden et Aars Forløb var den imidlertid atter forsvunden i Havet, og et farligt Rev var det

*) Se Side 574.

Eneste, der blev tilbage som Minde om den vulkanske Virksomhed paa Havbunden. Nord for Øen Umnak i Aleuternes Ørække (Nordamerika) saae man i Aaret 1796 uhyre Dampskyer stige op fra Havet, og da man efter nogen Tids Forløb vovede sig ud til Stedet, fandt man en lille, kegleformig Ø, hvis Top udstødte Dampe og udkastede Slakker. Udbruddene vedvarede i 27 Aar, og da de standsede, havde Øen opnaaet en Højde af 2100 Fod og en Omkreds af 4 Mil. Nogle Aar efter var den imidlertid atter begyndt at synke; thi da den i 1832 blev undersøgt og opmaalt paa ny, var dens Højde formindsket til 1400 Fod og dens Omkreds til to Mil. Ved den azoriske Ø St. Michael opsteg der den 1ste Februar 1811 et med Krater forsynet kegleformigt Bjærg, der ved fortsatte Udbrud af vulkanske Masser snart voxede til en Højde af 600 Fod, som imidlertid allerede efter et Aars Forløb igjen var fuldstændig begravet under Bølgerne.

Større Opsigt vakte den vulkanske Nydannelse ved Siciliens Sydvestkyst, idet der i Juli Maaned 1831 her pludselig skød sig en Ø op af Havet, for nogle Maaneder senere paa ny at forsvinde sporløst under Bølgerne. De fleste af de mange Smaaøer, der ligge mellem Sicilien og Afrika, ere af vulkansk Oprindelse og hævede ved Forandringer i Jordskorpens Niveauforhold, hvilket skyldes Ætnas Udbrud. En af de mærkeligste blandt disse Smaaøer er Pantellaria, der ligger omtrent midtvejs mellem Siciliens sydvestlige Kyst og Bonabugten paa den afrikanske Side og næsten ene beboes af vilde Geder, som den tørre, vulkanske Jordbund kun yder en sparsom og mager Næring. Midt ude i det aabne Hav mellem Pantellaria og Siciliens Kyst hævede der sig 1831 en Vulkan, fra hvilken der udkastedes Slakker og andre vulkanske Masser i en saadan Mængde, at de opfyldte Middelhavet, som paa dette Sted har en Dybde af 80—100 Favne, og dannede en ny Ø af en ikke saa ganske ubetydelig Højde og Udstrækning. Englænderne skyndte sig strax med at tage Øen i Besiddelse, som om ethvert nyskabt og nyopdaget Land uden videre efter Naturens Love tilhørte dem; de gave Øen Navnet Hotham eller Graham, medens Franskmændene kaldte den Julia, og Italienerne Ferdinandea til Ære for Kongen af Neapel, og under et af disse sidste Navne gaar Øen i Regelen; men efter tvende Maaneders Forløb var Ferdinandea, som sagt, igjen forsvunden under Havfladen, af Ærgrelse,

mente Italienerne, over at skulle staa under engelsk Herredømme. Efter nogle Aars Forløb fandtes der ved Lodning ikke engang længere det mindste Spor af en Stigning af Havbunden; den 700 Fod høje, af vulkanske Slakkemasser dannede Klippeø var fuldstændig sløjfet af Havet lige til den nederste Grund.

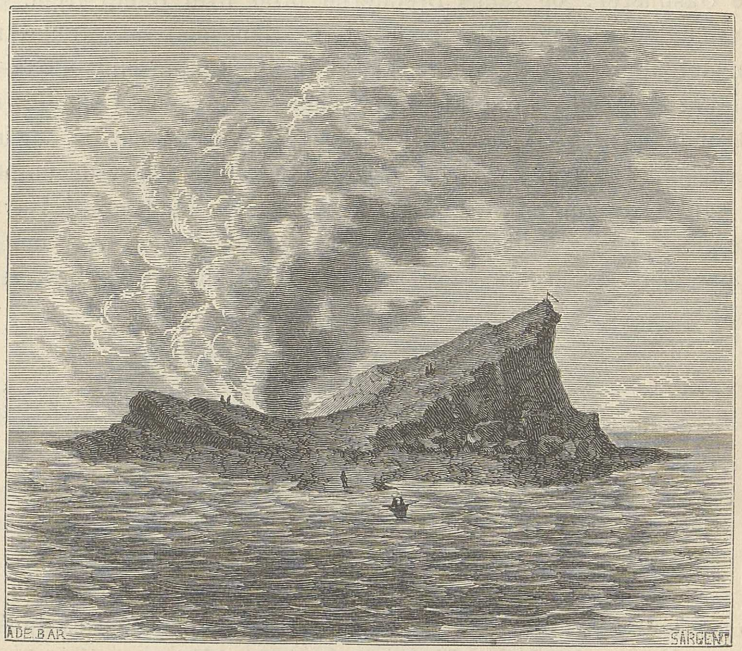


Fig. 155. Øen Julia eller Ferdinandea.

Den seneste af denne Art Nydannelser og tillige den, som er mest nøjagtig undersøgt, er forefalden ved Santorin, hvor Naturen „i Løbet af tvende Aartusender, saa langt Historie og Tradition rækker, ikke har ophørt med sine Forsøg paa at danne en Vulkan". De tidligere her forefaldne Dannelser have vi tidligere berørt*) og skulle derfor her kun dvæle noget længere ved de sidste, som toge deres Begyndelse med Januar 1866.

En Hyrde, der ved Vintertid opslaar sin Bolig paa Nea-Kaymeni, var det første Vidne til den fornyede vulkanske Virksomhed paa denne Ø. Den 26de Januar lagde han Mærke til Revner i sit

*) Se oven for Side 434.

Hus og gjorde Meldinger derom til Thera; først indtraf Dr. Dekilaga paa Øen, og senere indfandt sig en græsk Kommission med Julius Schmidt. Den 30te Januar hørtes en dump Larm ved Havnen Vulkano paa Østsiden af Øen, den næste Dag saae man Revner i Jorden, Larmen blev heftigere, i Havnen opsteg der talrige Gasblærer, og langs Bredderne brød hvid Damp frem. Om Eftermiddagen begyndte Havnesiderne langsomt at dukke ned. Den 1ste Februar om Morgenen Kl. 5 brød pludselig en 12—15 Fod høj, temmelig bred Flamme frem ved Havnens Vestside, men forsvandt igjen en Times Tid senere. Spalterne toge til, og man mærkede Lugten af Svovl og Svovlbrinte. Jorden bævede uafbrudt og sank langsomt ned under det brusende Vandspejl i Havnen, hvor fra der steg hvide, kvælende Dampe i Vejret, og hvor der hist og her viste sig grønne Pletter. Den 2den Februar var Bevægelsen

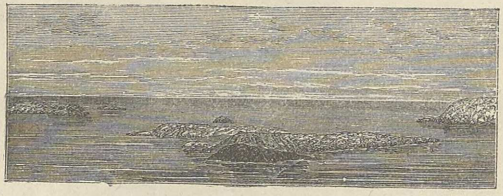


Fig. 156. Nydannelserne paa Santorin (før Udbruddet 1866).

i Vulkanohavnen heftigere end tidligere, det oprørte Hav lunkent, og om Natten brød der Flammer frem paa Havnens Vestside. I de tvende følgende Dage tog den vulkanske Virksomhed til, Røgen blev tættere, og Klokken $4^1/_2$ om Morgenen kom et Klipperev, der øjensynlig tiltog i Størrelse, frem paa Flammens Plads; paa Revet laa der Planker af Baade, som tidligere vare sunkne her. Fra Landet kunde Dekilaga nærme sig Øen paa ti Skridts Afstand; Tilvæxten skete fra Midten udad og gik saa hurtig for sig, at Øjet kun med Vanskelighed kunde skjelne, hvorledes Blokkene sluttede sig til hverandre og dannede et Hele. Dekilaga siger, at Øen udvidede sig som en Sæbeblære; dog var Øen efter hans Forklaring ikke kredsformig, men snarest lig en Mur; den udvidede sig rask, og „om Natten lignede Vulkanen en stor, brændende Kuldynge, der oplyste Dampene, saa Fumarolen lignede en Komethale“. Den 5te Februar fik den nye, vulkanske Høj, der saa uventet var

dukket op af Vulkanos Havn, Navnet Georgios I. Den 6te Februar voxede Højen raskere end den foregaaende Dag, og ligesaa den 7de. Indtil den 11te Februar aftog den vulkanske Virksomhed tilsyneladende en Smule; samme Dag begyndte den videnskabelige Kommission, som den græske Kultusminister havde afsendt, sine Iagttagelser.

Det første Udbrud, Kommissionen overværede, fandt Sted den 12te Februar, Kl. $10^1/_2$ om Aftenen, da et Neg mørkerøde, ikke store Stene hævede sig som et Palmetræ til 300 Fods Højde. Natten mellem den 13de og 14de Februar bestege nogle af Kommissionens Medlemmer Keglen nord for Georgios og saae sammes hele Overflade gløde samt smaa, blaagrønne Flammer i en stor Spalte. Den 17de Februar omsejlede man den rolig dampende Georgios; Naturforskerne passerede derpaa i rum Sø den meget lavt liggende, milelange Fumarole fra Øen Aphroessa og nærmede sig paa 300 Fod denne nye Masse, der havde begyndt at hæve sig siden den 13de Februar. Faa Dage senere, den 20de Februar, havde Georgios et frygteligt Udbrud, medens Kommissionens Medlemmer næppe vare 600 Fod fra dens Top og kun med Nød og næppe undgik en rædselsfuld Død. Om nogen egentlig Iagttagelse kunde der slet ikke være Tale, da den nedfaldende Aske og Stenhagl øjeblikkelig hyllede alt i bælgmørk Nat, og den overhængende Fare drev alle paa den skyndsomste Flugt. Udbruddet ledsagedes af en dyb, brølende Torden, hvis Heftighed endog opskræmmede Befolkningen paa Øerne Thera og Therasia og drev dem ud paa fri Mark. Schmidt beretter, at saa vidt han mindes, hævede de mørke Masser fra Georgstoppen sig lidet hurtig, og neden for og ved Siden af den sorte Sky udslyngedes meget store Blokke i flade Buer og med ringe Fart; han selv reddede sig ned i en Kraterspalte, men hans Klæder begyndte at brænde, og kun med Møje formaaede han at slukke Ilden. Saa snart det blev lidt mere stille og lysere, ilte han gjennem det vestlige, flade og af dybe Spalter furede gamle Krater; ogsaa her omkring og paa Nordsiden af Keglen stod Planteveksten i Brand som Følge af de glødende Lapilli og Stene; mange Steder paa den nærliggende Mikra Kaymeni hævede usædvanlig høje Damp- og Røgskyer sig lige i Vejret. Den 21de Februar fandt et mægtigt Askeudbrud Sted, og under mægtig Torden hævede de mørke Masser sig til Keglens tidobbelte

Højde; om Aftenen henimod Kl. 10 var Vulkanen rolig med et svagt Ildskjær; men den næste Morgen gjentog Udbruddet sig, og Dampen lyste som Ild til Keglens femdobbelte Højde; den følgende Morgen forholdt Vulkanen sig rolig under en stærk Udvikling af Damp. Den 28de Februar, Kl. 2 om Natten, begyndte imidlertid igjen et frygteligt Udbrud, som overøste Nea- og Mikra Kaymeni med glødende Brudstykker; den 9de Marts hørte Schmidt for første Gang den egentlige underjordiske Larm, som gjorde enhver Angivelse af Retningen umulig; det samme gjentog sig flere Gange

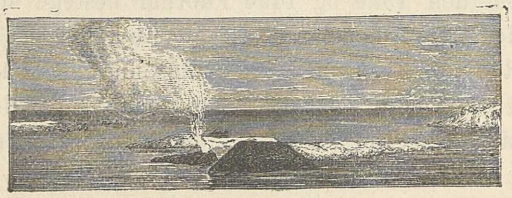


Fig. 157. Nydannelserne paa Santorin. (Marts 1866).

den 10de Marts efter forudgaaende Støj og Brusen, og ligesaa de følgende Dage. Den 26de Marts forlod Kommissionen Santorin, dog blev endnu stadig en stor Mængde kyndige Iagttagere tilbage, hvoriblandt den bekjendte Geolog, Professor v. Seebach. Den 31te Marts fandt han baade Aphroessa og Georgios i stærk Bevægelse, men deres Udbrud vare dog ikke samtidige, hvad i Følge Schmidt heller ikke tidligere var Tilfældet; tvært imod synes begge Vulkaner

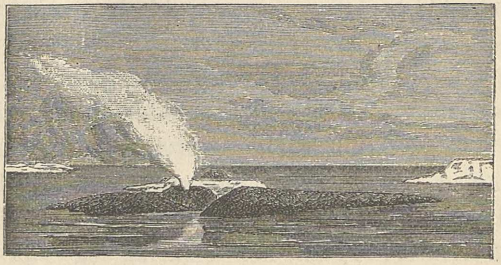


Fig. 158. Nydannelserne paa Santorin. (Febr. 1867).

at arbejde uafhængig af hinanden. Siden den 19de Marts havde Aphroessa forenet sig med Nea Kaymeni. Med vexlende Styrke varede Vulkanens Virksomhed ved til Slutningen af Aaret 1867.

Dekilaga beregnede i Midten af Januar 1867 Udstrækningen af det nye Lavaomraade til 3000 Fod i Længde og Bredde, Georgios's Højde til 330 Fod og den samlede Lavamasse over Havfladen til $87^1/_2$ Million Kubikmeter. Røde og gule, sjældnere blaa Flammer brøde hyppig frem paa Toppen, Udbrud af Aske fandt uophørlig Sted, og Aske- og Dampsøjlerne, som hævede sig til 5000 Fod, vare synlige paa alle Kykladerne og Kreta. Efter Foraaret 1868 ere ingen detaillerede Iagttagelser offentliggjorte; kun vedbleve Udbruddene uafbrudt. Den 21de Juni saae Løjtnant Leyer paa den franske Fregat Themis ved Nattetid et Ildskjær under Havet nøjagtig paa samme Sted, hvor Schmidt den 6te Januar samme Aar paa 28 Favnes Dybde havde hørt en dump, sydende Lyd. Aaret 1869 er fattigt paa Efterretninger om Vulkanen og dens Udbrud, hvorimod der foreligger talrige Meddelelser fra 1870.



Fig. 159. Nydannelserne paa Santorin. (Efter Udbruddet 1867).

Den 18de April samme Aar, om Morgenen Kl. 9, sprængte Vulkanen under mægtig Torden sin Top, og alle fra 1866 bekjendte Fremtoninger gjentoges i storartet Maalestok. Den 15de Maj maalte Kaptejn Tupmann Georgios's Højde til 450 Fod; den 30te Maj fandt et nyt storartet Udbrud Sted, hvorved Askeskyens Højde beregnedes til 7900 Fod. I 1871 var Vulkanens Virksomhed betydelig aftagen, flere Iagttagere bestege Krateret og fandt dets Indre dækket med store Lavablokke; hist og her stege Dampsøjler til Vejrs. Fra Aaret 1872 ere Efterretningerne endnu sparsommere, men de tilstede dog den Slutning, at Georgios's vulkanske Virksomhed næsten var udtømt. Den 7de December besteg Arkitekt Paul Ziller Vulkanen fra Nordsiden. „Mægtige, høje, hvide Fumaroler hævede sig fra Nordvststranden, meget faa i Kraterets Omraade, mange andre paa den

sydlige og østlige Skraaning. Svovllugten var stærk. Man hørte ingen Larm, undtagen at enkelte Dampsøjler (Fumaroler) susede ud. Overalt var Jordbunden hed og varm; et virkeligt Krater existerede ikke, men i Fladen paa Toppen fandtes mange kegleformige Huller, af hvilke det midterste var størst og i Bunden oversaaet med Blokke."

17. Forhenværende Vulkaner. — Vulkanruiner.

I forskjellige Egne paa Jorden findes Vulkaner, der, saa langt historisk Minde rækker, aldrig have haft noget Udbrud, medens ganske vist Lavastrømme, Aske og Tuflag i Omegnen vise, at der i en tidligere Periode maa have fundet mægtige Udbrud Sted. Til

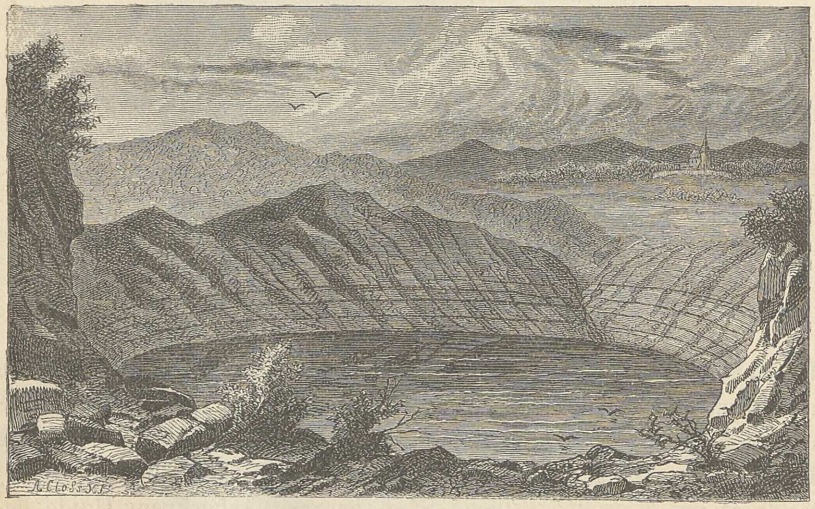


Fig. 160. Weinfelder-Maar.

disse Egne høre først og fremmest de vulkanske Eifelbjærge (Rhinpreussen). Her kan man bekvemt studere alle vulkanske Dannelser: Kratere med Lavastrømme, Slakkekegler og cirkelrunde „Maare", dels fyldte med Vand, dels tilvoxede Moser, omgivne med Tuflag. Disse „Maare" ere gaadefulde Dannelser. Ofte fremtræde de som Kjedeldale med fuldstændige Ringvolde; undertiden mangler Volden eller afbrydes af Kløfter. Mange Maare kan man opfatte som

Kratersøer, særlig naar Vandmassen er mere betydelig. Maarene maa vistnok opfattes som Vulkankratere uden Kegledannelse; rimeligvis ere de opstaaede ved en enkelt voldsom Explosion (Explosionskratere) og ere derpaa lukkede igjen. Maarene forekomme i øvrigt ikke alene i Eifel. Lac Pavin i Auvergne er en slig Dannelse, og fremdeles høre herhen Albaner- og Nemisøen samt visse Dannelser paa Java.

Et værdigt Sidestykke til den vulkanske Eifel er Auvergne med sine Lag af vulkansk Aske, sine Slakker og Lavastrømme, sine afrundede Basalt-Toppe og Puys. De sidste fremtræde ofte som Kraterbjærge, hvor imidlertid den fremstrømmende Lava har sprængt eller smeltet en Del af Ringvolden, saa kun en halvmaaneformig Rand staar tilbage. Mange Kegler, heriblandt sandsynligvis ogsaa Mont Dore og Cantal, ere blottede ved Erosion, og man ser i det Indre, i Krateraabningen, en fritstaaende Phonolitprop, som blev tilovers, medens den lettere, opløselige Rand blev vasket bort. I Departementet Hérault, nær ved Mundingen af Floden med samme Navn, hæver sig Vulkanen Agde. Enkelte Dele af dette forhenværende Ildbjærg ligge næsten i Niveau med Havet, og Vulkanen maa engang have hævet sig som en Ø op af samme. Den gamle Kratervold er smulret hen, den øvre Del af den gamle Vulkan er en Opdyngning af løsere Lapilli, hvor under der hviler faste Lavamasser, Bjærgets Fod er dannet af Tuf. Saa vidt man kan skjønne, har Bjærget i Fortiden udsendt tvende mægtige Lavastrømme; paa en af samme staar Staden Agde.

Italien kan opvise talrige udslukte Vulkaner, saaledes paa den lombardiske Slette Euganeerne, mange gamle Kratersvælg og Søer langs Vestsiden af Apenninerne, Albanerbjærget og det mægtige Krater Rocca monfina, endelig vest for Neapel de flegræiske Marker, som med deres cirkelrunde, vulkanske Bjærge fuldstændig ligne et Landskab paa Maanen. I det Hele kan man paa den sidst nævnte Plet opregne 27 Kegler med Kratere, hvoriblandt Solfatara, som 1198 havde et Udbrud og den Dag i Dag udsender stærke Svovldampe, Monte Nuovo og den cirkelrunde Astroni ere mest bekjendte. Fremkomsten af Monte Nuovo, Solfatarerne og Dampsøjlerne (Fumarolerne) antyde den i Dybet slumrende vulkanske Ild.

Vulkanerne høre til Jordens lettest forgængelige Bjærge. Saasnart den eruptive Virksomhed er ophørt, begynder Forfaldet, der

gaar saa meget desto hurtigere for sig, som ikke blot en Del af Vulkankeglen bestaar af løsere Æmner, af Aske og andre udslyngede Masser, men Regnens og Luftens Paavirkning uden fra understøttes og fremmes af de indre Dampe og Gasarter, som stryge gjennem talrige Spalter og Aabninger og søndergnave og sønderdele Alt. Vi finde derfor ikke mere Vulkaner fra en ældre geologisk Alder, skjønt den vulkanske Virksomhed paa vor Klode dog vistnok var større i de tidligere Perioder af dens Udviklinger. Selv relativt unge Dannelser ere forsvundne med samt deres Eruptionskegler, og kun Lavakeglerne antyde endnu den tidligere Tingenes Tilstand; særlig kan man t. Ex. i Auvergne studere det fremadskridende Forfald i de forskjelligste Grader.

18. Dyndvulkaner.

Ved Kysterne af Havet findes undertiden en Klasse kegleformige Kraterhøje, der i Regelen kun ere nogle Fod høje og fra Tid til anden frembyde Fremtoninger, som have stor Lighed med Ildvulkanerne. Ved Staden Girgenti paa Siciliens Sydside ligger en Lerslette, hvor fra Dyndvulkanen Macaluba hæver sig til 150 Fods Højde; fra dens Top hæve sig mange smaa, et Par Fod høje Kegler med tragtformige Fordybninger. I disse Kratere syder uafladelig en graa, flydende Lermasse, som paa Grund af opadstigende Gasarter hæver sig i Blærer, der efter nogle Minutters Forløb springe i Stykker med stor Støj og slynge Dynd til alle Kanter. Saaledes er Forholdet i Regelen, men hvert andet, tredje Aar indtræder mere storslaaede Udbrud; da bæver Jorden i milevid Omkreds, og en dump rullende Torden ledsager Udbruddene af Dynd og Sten, som, indhyllede i tæt Damp, undertiden slynges over 100 Fod til Vejrs. Efter længe vedholdende Regn opløses de smaa Kegler paa Macaluba fuldstændig, og i deres Sted ser man nu en graa, halvflydende sydende Masse, til der endelig atter danner sig nye Smaahøje. Paa Halvøen Apscheron (ved det kaspiske Havs Vestside) bryder foruden Kulbrinte ogsaa Nafta op af Jorden, dækker Omgivelserne og snart fortætter sig til en harpixagtig Masse.

Den 250 Fod høje Dyndvulkan ved Prekla paa Halvøen Taman (mellem det asovske og sorte Hav) havde i Aaret 1794 et Udbrud, der ledsagedes af et betydeligt Jordskjælv, medens en høj Ildsøjle steg op af Krateret, og sex mægtige Dyndstrømme, tilsammen mere end 20 Millioner Kubikfod, strømmede frem. Dyndvulkanerne ved Taman have i det Hele taget mange heftige Udbrud. En ny Dyndvulkan gjennembrød saaledes den 26de April 1818 en Grusmasse, man hidtil havde antaget for en Gravhøj, og bragte mægtige Stenblokke frem for Dagens Lys; Indskrifter udviste, at Stenene hørte til et Tempel fra det fjerde Aarhundrede f. Kr. Dyndvulkanen Küll-tepe paa Taman har gjennembrudt en gammel Gravhøj, thi paa dens øverste Kegle findes efter Pallas's Iagttagelser Skaar af gamle Urner eller Amphoraer. Paa Dyndvulkanen Boshie-Promysl's jævnt bølgeformige Top fandt O. Schneider enkelte Steder Masser af Skaar og Rester af nogle Menneskeskeletter, som rimeligvis vare komne frem ved et heftigere Udbrud. Paa Vulkanens Top ser man Hundreder af Eruptionskegler af forskjellig Størrelse og paa forskjellige Udviklingstrin; fra deres med graat Dynd fyldte Kratere opstige stødvis Blærer af Kulbrinte, og temmelig tyndt Dynd, blandet med ringe Mængder af mørk Nafta, strømmer ud over Randen. Der fattes dog ikke Beviser paa, at de sammenpressede Gasarter undertiden skaffe sig Luft i mægtige Udbrud; thi rundt omkring ser man størknede Dyndstrømme, som Regnvandet har udhulet i dybe Kløfter.

Dyndvulkanerne ved Turbako (ved Cartagena i Columbia) ere blevne nøjere bekjendte ved Humboldt; der findes her 20—30 smaa Kegler, næppe en Snes Fod høje og med smaa Aabninger i Toppen, hvor fra der udstrømmer Kvælstofgas. Paa Nordspidsen af Øen Celebes ligge tvende Dyndvulkaner, som Wallace har besøgt. Paa et noget skraanende Jordsmon fandt han i en lav Fordybning en lille, flydende Dyndsø, pletvis blaa, rød og hvid, paa mange Steder stærkt kogende og udslyngende Blærer; rundt omkring i det størknede Ler fandtes smaa Kilder og Kratere, fulde af kogende Dynd. De dannede sig uafbrudt paa ny, idet der først kommer et lille Hul frem, hvor fra der opstiger Straaler af Skum og kogende Dynd, som størkner til smaa Kegler med et Krater i Midten. Jordbunden er paa en lille Strækning meget usikker, er tydelig nok flydende allerede i en ringe Dybde og giver efter for

Trykket som tynd Is. Wallace holdt sin Haand hen til en af de mindre Straaler for at prøve, om den virkelig var saa varm, som den saae ud til, da en lille Dynddraabe sprøjtede op paa Haanden og skoldede ham som kogende Vand. Lidt der fra laa en flad nøgen Klippevæg, saa glat og hed som en Kaminplade, tydelig nok en gammel, tørret og størknet Dyndpøl. I en Omkreds af hundrede Fod laa Smaavolde af rødligt og hvidligt Ler, og Overfladen var her endnu saa varm, at man næppe kunde holde Haanden ned i de et Par Tommer brede Sprækker, hvor fra der udgik en stærk Svovllugt. Man fortalte vor Rejsende, at en Franskmand for nogle Aar siden havde besøgt denne Kilde, vovet sig for nær ud til det flydende Dynd og var styrtet ned i den frygtelige Kjeddel, idet Jordskorpen gav efter.

Dyndvulkaner findes kun i saadanne Egne, hvor der bryder Nafta og Kulbrinte frem, hvorfor man tør slutte, at der her under Overfladen foregaar en betydelig Opløsning af organiske Æmner, og navnlig en Forkulning af Planter. Disse Vulkaner have saaledes væsentlig en anden Oprindelse end de egentlige Vulkaner, men forekomme rigtignok i Nærheden af disse. Lasaulx, der har gjort alle herhen hørende Fremtoninger til Gjenstand for indgaaende Undersøgelser, er kommet til det Resultat, at Dyndvulkaner fremkomme, naar gasagtige, vulkanske Udstrømninger træffe sammen med Kilder, som have deres Løb i Jordlag, der indeholde Gips, Kalk, let opløseligt Salt eller andre Salte.

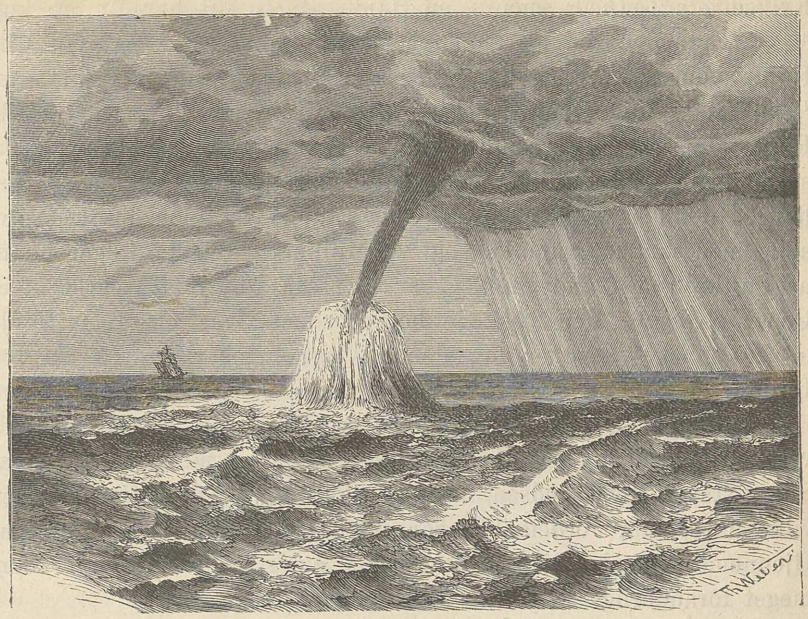


Fig. 161. Skypumpe over Middelhavet.

V.

Luftkredsen.

1. Luftkredsens fysiske Forhold. — Optiske Fremtoninger.

Jordens Overflade omgives overalt af et Luftlag, som bestaar af en Blanding af 21 Dele Ilt og 79 Dele Kvælstof, hvortil kommer en ringe Del Kulsyre og en vexlende Mængde Vanddampe. Luftens Tæthed aftager fra neden og opad, indtil den paa Grund af den voxende Fortyndelse unddrager sig vor Iagttagelse. Efter Regnaults Undersøgelser udgjør Luftens Tæthed under 45 ° Bredde ved Havets Overflade og ved en Barometerstand af 760 Millimeter*) $^1/_{10517}$ af

*) I den nyere Meteorologi angives Lufttrykket altid i Millimeter; 28 Pariser Tommer er paa det Nærmeste lig med 758 mm, 1 mm = 0,459 d. Linjer; 758 mm = 29 d. Tommer.

Kviksølvets Tæthed; men i en Højde af $^1/_2$ Mil har Luften kun $^3/_5$ af Tætheden ved Havfladen, i én Mils Højde kun $^2/_5$, i to Mils Højde kun $^1/_6$, i tre Mils Højde kun $^1/_{14}$, i fire Mils Højde kun $^1/_{33}$, i fem Mils Højde $^2/_{1000}$, i otte Mils Højde $^1/_{1000}$, i ti Mils Højde kun $^1/_{6000}$. Da Lufttrykket ved Havfladen bærer en Kviksølvsøjle paa 760 Millimeters Højde, og en Luftsøjle fra Jordoverfladen til de højeste Lag altsaa har samme Vægt som en Kviksølvsøjle med samme Grundflade og 760 Millimeters Højde, følger heraf, at Luftkredsens samlede Vægt er lige saa stor som Vægten af et Ocean Kviksølv, der dækkede hele Jordens Overflade i en Højde af 29 danske Tommer, og denne Vægt beløber sig til 110,000 Billioner Centner.

Luftlaget er ikke fuldkommen gjennemsigtigt; ved den lodrette Gjennemgang svækkes Sollyset saaledes med $^1/_5$, og naar Solen staar i Synskredsen, har den kun $^1/_{60}$ af den Klarhed, den vilde have, naar Jorden ikke var omgiven af Luftkredsen. Luftens Gjennemsigtighed (Diaphanitet) er i øvrigt i de nederste Lag meget foranderlig.

Bortset fra Polarlyset (Nord- og Sydlyset) har Jordens egen lejlighedsvise Lysudvikling en høj videnskabelig Interesse, skjønt dens Rolle i den telluriske Organisme vel i og for sig er ringe. Der sværer imidlertid endnu et stort Mørke over denne vor Klodes periodiske, kortvarige og svage Lysning, og det er derhos meget sandsynligt, at de jordiske Lysfremtoninger have deres Oprindelse fra meget forskjellige Kilder.

Den italienske Fysiker Beccaria († 1781) synes at have været den Første, der gjorde opmærksom paa det svage, usikre Lys, der i maanemørke Nætter udgaar fra visse Skyer og ikke kan tilskrives nogen som helst skuffende kunstig Belysning. Undertiden saae han i mørke Vinternætter enkelte spredte Skyer trække sammen til en eneste tættere Masse, der da udstraalede et rødligt Lys, som var klart nok til, at man kunde læse en Bog med sædvanlige Bogstaver. Den hele mærkværdige Fremtoning viste sig navnlig efter Snefald.

Ogsaa den mærkværdige og saa meget omtalte tørre Taage skal navnlig i Aarene 1783 og 1831 have haft den Egenskab ved Nattetid at udbrede et svagt Lysskin. Man har nu rigtignok haft Lyst til at tillægge den tørre Taage saa mange Ejendommeligheder, at man snarest maatte undre sig, hvis den ikke ogsaa af og til

havde udsendt Lys; imidlertid bliver denne Kjendsgjerning meddelt overensstemmende fra Genua, Berlin og Sibirien, og ansete Fysikere tage den for god, hvorfor vi vel maa gaa ind paa Rigtigheden heraf. Den tørre Taage er ikke andet end Røgsøjler, der skrive sig fra det nordvestlige Tyskland og Holland, idet de frisiske Bønder hvert Foraar afbrænde deres Moser for at saa Boghvede, og man véd nu, at disse Røgmasser ikke fordeles og spredes af Vinden, men tvært imod trække langt hen over Evropa, ja selv ud over Atlanterhavet, alt efter Luftstrømningernes Retning og Styrke. Samme Oprindelse har ogsaa den rødliggule Taage, der i visse Sommermaaneder i Spanien og Schweiz lejrer sig over hele Synskredsen og giver Himmelen et blyfarvet Udseende. Schweizerne kalde denne Fremtoning „Haar“, Spanierne „Callina“. I Spanien er det i Maanederne Juni, Juli og Avgust, at Callinaen plejer at indtræde med klar Himmel og nordøstlige Vinde; mod Slutningen af September mærker man i Regelen intet Spor mere af samme. Moserøgen breder sig altsaa helt ned til Spanien, men den har dog nu spredt og fordelt sig saa meget, at den ikke kan iagttages i Nærheden, men kun bebuder sin Tilværelse ved et rødligt Slør, naar man fra det Fjærne skuer ud gjennem de tætte, taagesvangre Luftlag. Ogsaa i Schweiz, hvor Taagen ligeledes indfinder sig med Nord- og Nordøstvindene, hyller den kun Alpekjæden i et taageagtigt Slør, medens den paa korte Strækninger slet ikke kan iagttages i Luften. Medens vi saaledes nu meget vel vide Besked med den saakaldte tørre Taages Natur, ere vi derimod for Tiden endnu aldeles paa det Uklare med Hensyn til den spredte, svage Lysning, som udgaar fra den og andre Taager og Skymasser. Her kan ikke være Tale om noget Gjenskin fra Maanen eller en Tilbagekastning af Solstraalerne, og det maa fremdeles staa hen, om det er Resultatet af en fosforiserende Lysning, eller det har en elektrisk Oprindelse. Vi maa i hvert Fald ikke forvexle det med de „magnetiske“ Lysprocesser, der i det magnetiske Norden hyppig iagttages paa den natlige Himmel og staa i nærmeste Sammenhæng med det straalende Polarlys.

Gaa vi nu over til de optiske Fremtoninger i Atmosfæren, møde vi her en Række Fænomener, som vel allerede for største Delen have været kjendte fra de ældste Tider, men hvis rette Forklaring det var forbeholdt Nutiden at give; herhen høre: det al-

mindelige Dagslys, Himlens blaa Farve, Dæmringen, Morgen- og Aftenrøden, de farvede Hove omkring Solen og Maanen, Hildringerne og andre lignende Fremtoninger.

Luftens Gjennemsigtighed er, som alt berørt, meget forskjellig. Efter en Regn, naar opklarende Vejr indtræder, er Gjennemsigtigheden i Regelen størst; thi Regnen har da renset Luften for de utallige Støvpartikler, der sædvanligvis svære omkring i den. Var Luften absolut gjennemsigtig, vilde vi se langt skarpere, end vi nu kunne; vi vilde kunne iagttage langt flere af en fjærn Gjenstands Enkeltheder, end vi nu ere i Stand til. Paa Himlen vilde flere Stjærner komme til Syne baade for det ubevæbnede Øje og gjennem Kikkerten, og Stjærnehimlen vilde straale i al sin Pragt, ogsaa naar Solen stod over Horizonten; men trods disse Fordele vilde en absolut gjennemsigtig Luft dog være os til langt større Ulempe. Alt, hvad der nemlig ikke direkte blev beskinnet af Solen, vilde ligge i absolut Mørke eller i alt Fald kun modtage tilbagekastet Lys fra de Gjenstande paa Jordoverfladen, der vare saaledes stillede, at de fra disse tilbagekastede Straaler faldt ind i Skyggen. I et Værelse, gjennem hvis Ruder Solen ikke skinnede, vilde der midt om Dagen være fuldkommen mørkt, og for saa vidt vi ikke brugte kunstigt Lys, vilde vi kun kunne se at arbejde ved at stille os ud i Solskinnet. At alt dette nu ikke er Tilfældet, at vi have det almindelige Dagslys, skyldes ene og alene Luftkredsens Evne til at indsuge og tilbagekaste det Lys, den modtager fra Solen.

En klar Dag har Himlen, som bekjendt, en blaa Farve, der er stærkest i Issepunktet (Zenith), i Nærheden af Synskredsen derimod blegere og gaar over i det Hvidlige. I de varmere Egne er Himlens Farve derhos langt stærkere og mørkere end hos os, og ligeledes voxer den med Afstanden fra Kysten; endelig er Himlen betydelig mørkere paa høje Bjærge end nede i Dalene. Denne Himlens Farve hidrører fra talløse, smaa Vandblærer, der svære i Luften. Alle meget tynde, gjennemsigtige Hinder give ved tilbagekastet Lys en vis Farve, hvis Art er afhængig af Hindens Tykkelse; Sæbeboblens forskjellige Farver hidrøre t. Ex. fra den Omstændighed, at den ikke overalt har samme Tykkelse. Man kan nu tænke sig, at de i Luften svævende tynde Vandblærer netop ere saa tykke, at de give Luftens blaa Farve. Den forskjellige

Grad af Himlens Blaa vil ogsaa herved finde en tilfredsstillende Forklaring. Jo ringere nemlig Luftkredsens relative Fugtighed er, desto renere og dybere maa Himlens Blaa synes; thi i dette Tilfælde ere Vandblærerne mindst. Den ringeste relative Fugtighed findes imidlertid i de varme Egne, og den voxer her fra hen mod Polerne, ligesom den ogsaa er mindre i Fastlandenes Indre end ved Kysterne; herfra hidrører altsaa den herlige blaa Himmel under Troperne og i Fastlandenes Indre, sammenlignet med Kystegnene. Med Hensyn til Forholdet mellem Luftens Fugtighed og Højden over Havfladen véd man for Tiden, at Fugtigheden stiger til en vis Højde (mellem 3—6000 Fod), her naar sin største Grad og derpaa atter rask synker; saaledes kan man nu ogsaa forklare, hvorfor Himlens Blaa bliver kraftigere i høje Bjærgegne, og da Luftkredsen i betydelige Højder er mere fri for Støv, antager Himmelhvælvingen ogsaa en mere og mere mørk Farve.

Den engelske Fysiker Tyndall har gjennem Forsøg paavist, at Luften i aldeles ren Tilstand er absolut gjennemstraalelig, saa Lysstraalerne passere igjennem, uden at deres Vej bliver synlig for Øjet. Hvis derfor vor Luftkreds var fuldkommen ren, vilde den forholde sig som det tomme Rum over for Solstraalerne, og efter Solens Nedgang vilde det natlige Mørke strax indtræde, ligesom Dagslyset vilde brat afløse Nattens Mørke. Nu er Luften, som oftere bemærket, ikke ren, og Luftens Evne til at tilbagekaste Lyset bevirker, at Nattens Mørke ikke fremkommer strax, efter at Solen er gaaet ned, ligesom ogsaa at Dagslyset frembryder nogen Tid, førend Solen staar op. Aften- og Morgendæmringen hidrører nemlig fra de Straaler, som blive kastede tilbage fra de højere liggende Dele af Luftkredsen, der blive belyste af Solens Straaler, medens denne endnu er under Synskredsen. Tusmørkets Varighed regnes i det daglige Liv fra Solens Nedgang, til den er 6° under Synskredsen; Stjærnerne af første Orden begynde da at komme til Syne, og man kan ikke længere se at arbejde; Astronomerne derimod regne Tusmørket, indtil Solen er 18° under Synskredsen, paa hvilket Tidspunkt det sidste Skjær af Dagslyset forsvinder*). Tusmørkets Varighed er ikke ens overalt

*) Nøjagtige Undersøgelser af J. Schmidt i Athen have godtgjort, at det sidste Spor af Dæmringen i Virkeligheden allerede forsvinder, naar Solen er sunken $15^{9}/_{10}{}^{0}$ under Synskredsen.

paa Jorden og varierer tilmed for samme Sted efter Aarstiden. Under Æqvator er den mindst. Solens Dagscirkel staar her til alle Tider af Aaret vinkelret paa Horizonten; i de tempererede og kolde Bælter er Solens Dagscirkel derimod stillet skraat mod Horizonten, den bevæger sig derfor efter sin Nedgang flere Grader paa sin Dagscirkel, end den i samme synker under Horizonten.

Ved Jævndøgnstider er Varigheden af det borgerlige Tusmørke

under Æqvator noget over $^1/_3$ Time
„ den 45de Breddegrad omtrent $^2/_3$ Time
„ „ 63de „ „ 1 „
„ „ 72de „ „ 2 „

Det korteste Tusmørke indtræder ved Jævndøgnstiderne, det længste paa den længste Dag. I Kjøbenhavn varer det borgerlige Tusmørke midt i Marts og September 42 Minutter; i Slutningen af Juni er dets Varighed 70 Minutter, paa den korteste Dag 53 Minutter.

En med Dæmringen beslægtet Fremtoning er Morgen- og Aftenrøden. Aftenrøden fremtræder prægtigst paa en dyb, blaa Himmel, naar kun enkelte Smaaskyer svømme paa Firmamentets Blaa; man ser da de herligste ildrøde og purpurfarvede Nuancer. Derimod antager Fremtoningen en bleg, gullig Tone, naar Luftens hvidlige Farve røber, at Luften er meget svanger paa Vanddampe Morgen- og Aftenrøden skyldes ligeledes Luftens Vanddampe. Naar Vanddampene ere fuldkommen gjennemsigtige, indsuge de flere af de røde Lysstraaler end af de andre Farver. Saadanne Vanddampe findes nu gjennemgaaende kun i de højeste Luftlag, medens Luftkredsens dybere Lag indsuge de blaa Straaler i størst Mængde og lade de røde gaa igjennem. Ved Solens Op- og Nedgang maa dens Straaler, i en Mellemhøjde af en 5000 Fod, gjennemløbe en Strækning paa omtrent 40 Mil for at træffe en Sky, der sværer i denne Højde. Paa denne lange Vej gjennem meget tætte Luftlag, der til Dels ere opfyldte med uigjennemsigtige Molekuler, blive de blaa Straaler indsugede langt stærkere end de røde, og Skyen fremtræder derfor mer eller mindre rød; men efterhaanden som Solen nu hæver sig over Synskredsen, kommer en større Mængde gule Straaler til, saa at Farven gaar over fra Rødt til Orange og sluttelig bliver ganske hvid. De forskjellige Farver kunne samtidig vise sig paa Skyer, som svære i forskjellig Højde og Stilling.

For at de anførte Fremtoninger imidlertid skulle kunne komme frem, er det nødvendigt, at Sollyset paa sin Vej til Iagttageren ikke hemmes af tætte, uigjennemsigtige Skymasser. Fra en skjøn Solopgang tør man derfor slutte, at der paa Østsiden af Himlen i en Afstand af mer end 20 Mil ikkun findes faa Skyer, og den samme Slutning kan man om Aftenen drage fra Vestkanten. Da nu de vestlige Vinde ere fremherskende i vore Egne og i Regelen medføre daarligt Vejr, bebude røde Skyer ved Solopgang en snart paafølgende Regn, medens man fra en prægtig Solnedgang med faa Skyer i Vestkanten tør forudsætte Sandsynligheden af godt Vejr.

Hove- eller Sol- og Maaneringe vise sig som farvede cirkelformede Baand, der omgive Solen eller Maanen. Farverne ere de samme som i Regnbuen, men langt svagere, og deres Orden er den omvendte fra Regnbuens, altsaa den violette yderst, den røde inderst. Hovene dannes kun i højtsvævende Skyer og kunne forklares ved Lysets Brydning i de Isnaale, af hvilke disse Skyer antages at bestaa. Uden omkring de her beskrevne Hovedringe, viser der sig undertiden en større,



Fig. 162. Bisole og Solringe.

med den første koncentrisk Ring; denne sekundære Ring har Farverne i samme Orden som Hovedringen. End videre kunne Lysstraalernes Brydning og Tilbagekastning i Iskrystallerne give An-

ledning til Dannelsen af en horizontal, hvid Ring, der gaar gjennem Solen, og til en Del andre cirkelformede, farvede Ringe, der sædvanligvis tangere Hovedringen og den sekundære større Ring. Hvor disse Ringe tangere og skære hverandre, er Lysindtrykket stærkest; man kalder disse Steder Bisole eller Bimaaner. Om Solen og Maanen ser man end videre ofte smaa koncentriske farvede Ringe, hvis Diametre ere noget foranderlige, men aldrig overskride nogle faa Grader. Farverne ligge her i samme Orden som i Regnbuen, altsaa den røde yderst, den violette inderst. Disse smaa Hove eller Ringe fremkomme ved Lysets Bøjning omkring de smaa Vanddele, som svæve i Luften; de fremkomme kun, naar Vanddelene ere smaa, og det overvejende Antal af dem ere af samme Størrelse; jo mindre disse Vanddele ere, desto større blive Ringene.

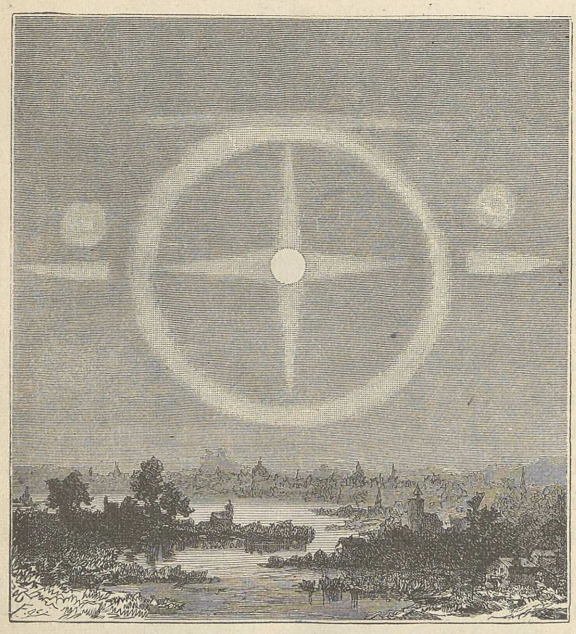


Fig. 163. Bimaane og Maaneringe.

En anden optisk Fremtoning, der hidrører fra StraalernesBrydning og Tilbagekastning i Luftkredsen, er de saakaldte Luftspejlinger eller Hildringer (Fata Morgana). Disse Fremtoninger fremkomme, naar de Lysstraaler, der træffe Iagttagerens Øje, ere blevne fuldstændig tilbagekastede af Luften. En saadan fuldstændig Tilbagekastning kan finde Sted, naar en Lysstraale træffer Grænsefladen mellem et stærkere og et mindre stærkt brydende Stof, og Straalerne komme fra det stærkest brydende Legeme. For at Spejlinger i Luften skulle kunne finde Sted, er det derfor nødvendigt, at der i Luften findes i Nærheden

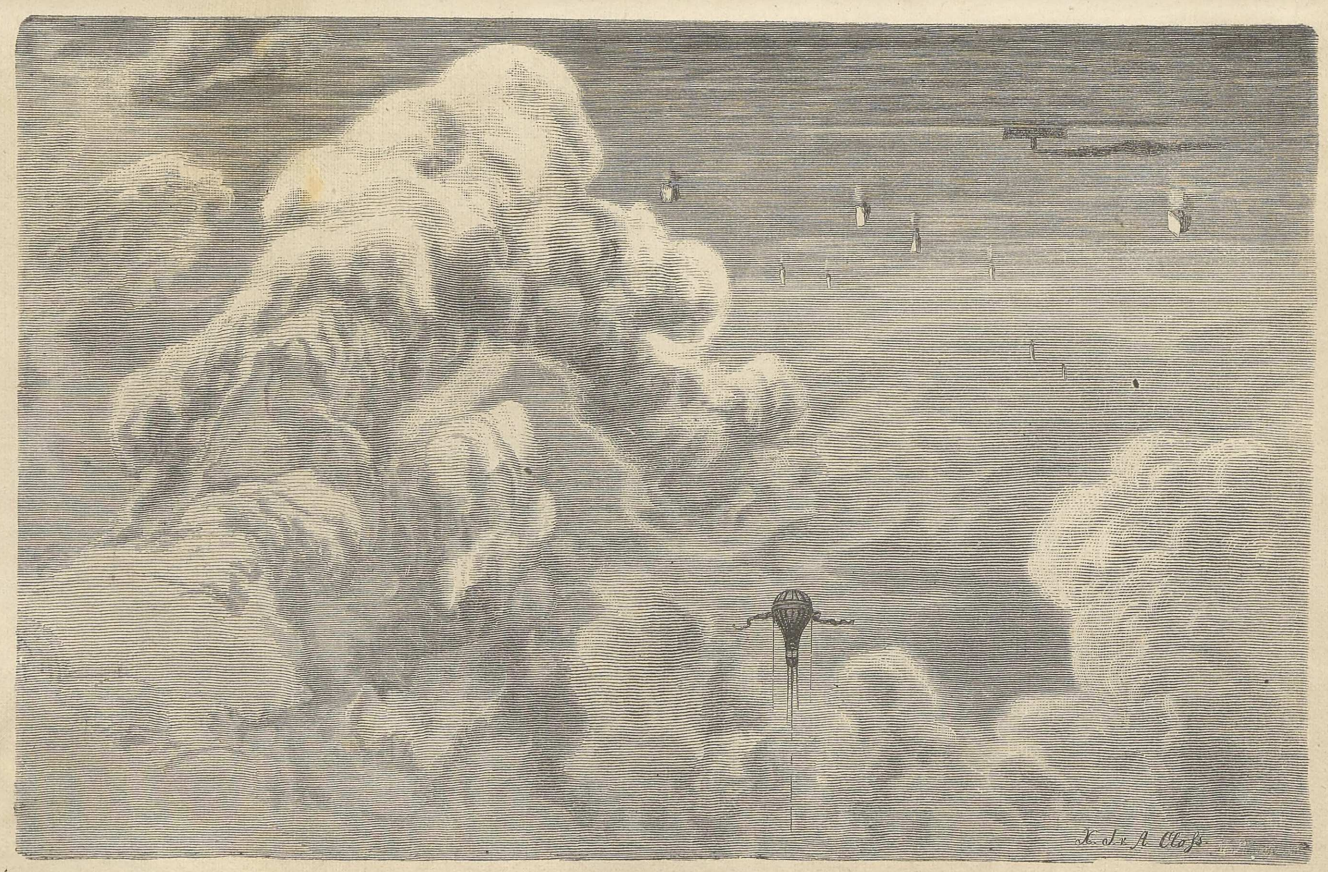


Fig. 164. Luftspejling.

Iagttagen af G. Tissandier under en Luftrejse den 16de Avgust 1868.

af hinanden liggende Lag af en temmelig betydelig Forskjel i Tæthed. Navnlig i Ørknerne er denne Fremtoning, som Araberne kalder Sehrab, vel bekjendt og meget pinefuld for den tørstige Rejsende; han tror i det Fjærne at skimte blaa Søer, og Fremtoningen er saa meget mere skuffende, som man i disse Søer ser Spejlbilleder af højere liggende Omgivelser som Bygninger, Palmetræer o. s. v.; kommer man imidlertid nærmere, opløser Billedet sig i Intet. Burkhardt har hyppig iagttaget denne Fremtoning i Nubien, og den synes i det Hele at forekomme hyppigere i den nordlige og østlige Del af Ørkenen end i sammes øvrige Dele. Paa en hel Dagsmarche var den Rejsende engang paa alle Sider omringet af Fata Morganas Søer; deres Farve var det reneste Blaa og saa klar, at Skyggerne af de Bjærge, som begrænsede Synskredsen, tilbagekastedes med den største Nøjagtighed. Denne Form for Fremtoningen er den sædvanlige; men Fata Morgana viser sig dog ogsaa paa en anden Maade, der omtales mindre hyppig. Naar Sandet rammes af Solens glødende Straaler, og Lyset kastes meget stærkt tilbage, ser man undertiden Gjenstandene rundt omkring i Ørkenen forstørrede og mere udstrakte, end de virkelig ere. Vandringsmanden ser i det Fjærne et Træ, stort nok til at skytte ham mod Solens brændende Straaler; kommer han imidlertid nærmere, finder han en forkrøblet, tør Busk, der næppe kaster Spor af Skygge; nærliggende Sandklitter fremtræde som mægtige Bjærge i en lang Afstand, men nogle Minutter senere have Kamelerne naaet det bølgeformige Jordsmon. D'Escayrac fortæller om endnu en anden Art Luftspejling. Pludselig kommer en Kamel af en overordentlig Længde frem nær ved Synskredsen, Hovedet berører samme, medens Dyret selv har en omvendt Stilling og gaar med Benene i Luften; snart bliver imidlertid Kamelens Proportioner mindre, den forsvinder lidt efter lidt, og til sidst skjelner man endnu kun et sort Punkt; Kamelen har nu overskredet Synskredsen og dens Billede faaet sin rigtige Skikkelse, der i Begyndelsen næppe er synlig, men naturligvis lidt efter lidt bliver større, jo nærmere den kommer Iagttageren. Alle disse Fremtoninger opstaa altsaa ved en usædvanlig Brydning af Lysstraalerne i de nærmest Jordbunden liggende, ophedede Luftlag. Mennesker, som ikke ere fortrolige med denne Fremtoning, skuffes let ved samme, men Kamelerne, der have en meget fin Lugt,

derimod sjælden. Undertiden antager man omvendt i Begyndelsen en fjærn Vandpyt for et Gjøglespil af Fata Morgana, til den tørstige Kamel først lugter Vandet, paaskynder sin Gang og berigtiger Fejltagelsen.

Spejlbilleder forekomme ogsaa hyppig over Havene, navnlig naar der er stor Forskjel mellem Luftens og Vandets Varmegrad, t. Ex. ved Begyndelsen af en pludselig indtrædende Frost; naar Vandet ved Frostvejrets Vedvaren er blevet afkølet, forsvinder derfor ogsaa Luftspejlingerne. En Luftspejling kan ogsaa fremkomme ved to vertikale Luftlag af forskjellig Varmegrad; saaledes kan man undertiden se et Skib og dets Billede ved Siden af hinanden. De Skygger, der falde paa Taagemasser, kunne ofte synes at antage uforholdsmæssig store Dimensioner. Herhen hører det saakaldte „Bloksbjærg - Spøgelse“; naar om Morgenen ved Solopgang Skyggen falder paa de Taager, der ere sammenboltrede omkring Bjærgets Top, ser man ofte Skyggedannelser af kæmpemæssige Udstrækninger. Ligeledes kunne Luftskipperne lejlighedsvis se et forstørret Side-Spejlbillede af deres Ballon, længere nede eller højere oppe i Skymasserne.

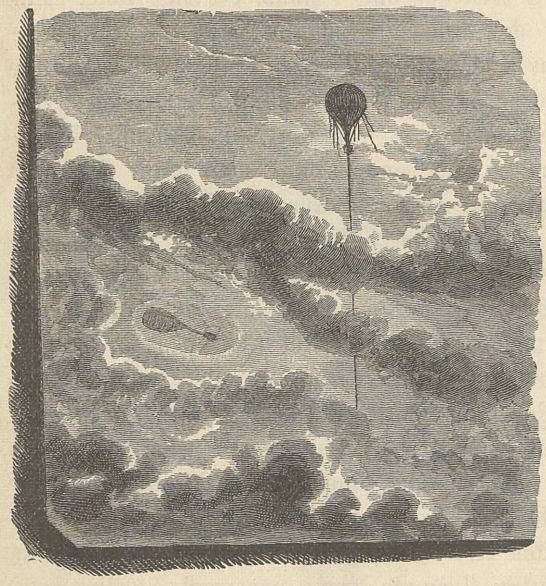


Fig. 165 Side-Spejlbillede af en opstigende Ballon.

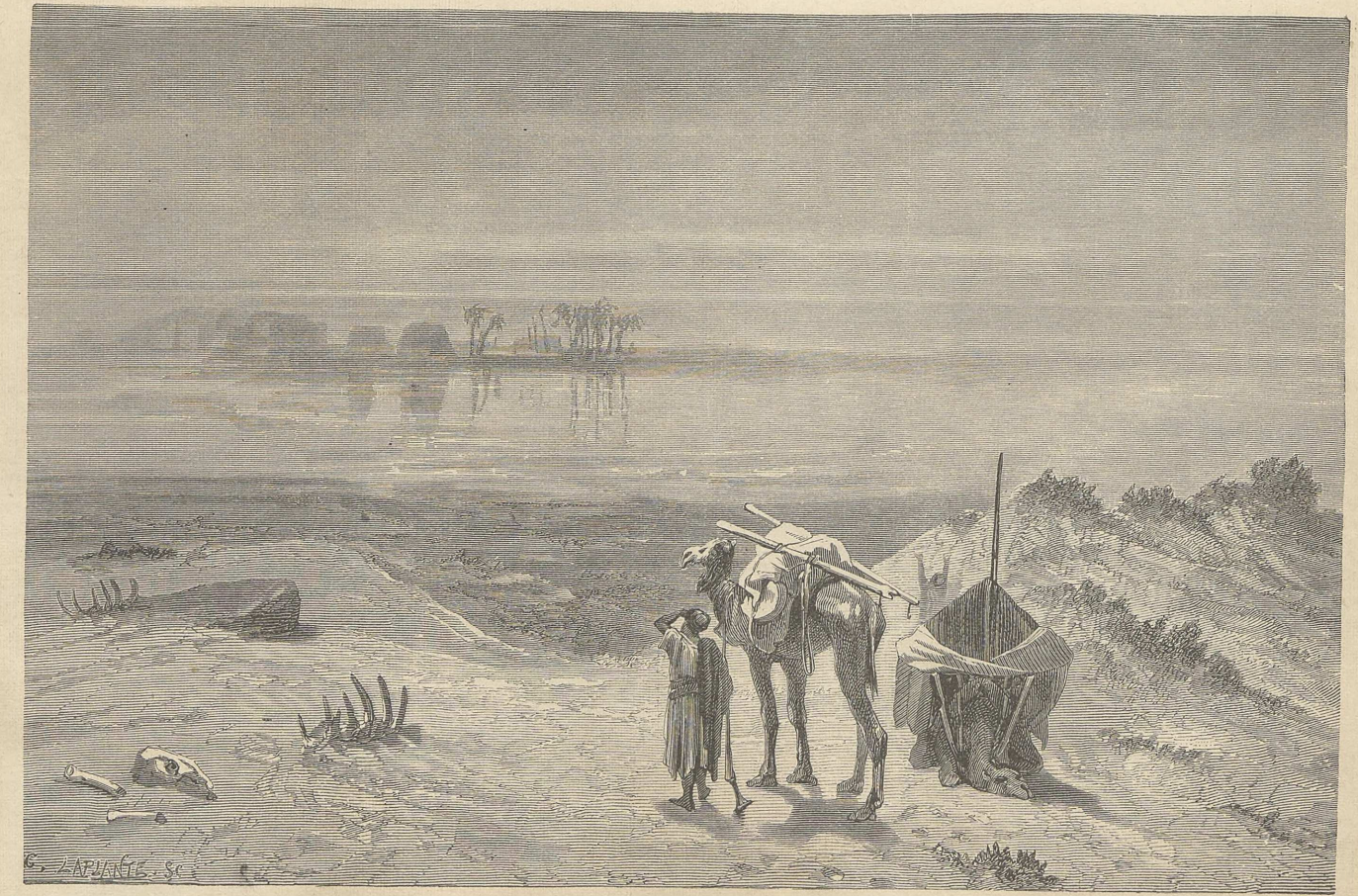


Fig. 166. Fata Morgana eller Luftspejling i Sahara.

2. Temperaturforholdene paa Jordens Overflade og i Luftkredsen.

Solen sender sine Straaler ned gjennem Luftkredsen, men kun en Del af disse Varmestraaler indsuges umiddelbart af Luften, den langt større Del naar ned til Jordens Overflade og opvarmer samme. Herved bliver Jorden selv til en Varmekilde og meddeler sin Varme ved Udstraaling til de øvre Luftlag. Det er nu denne Varme, vi betragte som Luftens Temperatur og bestemme ved vore Thermometre. Det er klart, at jo mere lodret Solstraalerne ramme en Del af Jordens Overflade, og jo længere denne Virkning vedvarer, jo længere altsaa Solen skinner, i desto højere Grad vil — under i øvrigt lige Betingelser — Jordens Overflade og altsaa ogsaa Luften blive opvarmet. I Æqvartoregnene finde vi derfor ogsaa den største Varme, og den aftager her fra og hen imod Polerne. I vore Egne kommer Solen ved Sommertide allerede temmelig højt op paa Himlen, og da Dagen derhos paa denne Aarstid er langt længere end Natten, kan man i de varmeste Maaneder undertiden have en Temperatur, som minder om de varme Landes.

Naar man i et helt Døgn fra Time til Time iagttager Thermometerstanden, lægger man Mærke til, at den ringeste Varme falder umiddelbart før Solopgang; derpaa voxer Temperaturen mere og mere og naar sin højeste Stand henimod Kl. 2 Eftermiddag, hvorpaa den langsomt aftager.

Den daglige Middeltemperatur er Gjennemsnitsværdien af Thermometerets Angivelse for Døgnets 24 Timer; paa tilsvarende Maade faar man de enkelte Maaneders og hele Aarets Middeltemperatur. Naar man paa denne Maade flere Aar i Træk har fastslaaet Middeltemperaturen for Dagene, Maanederne og Aarene, finder man, at de ikke altid naa samme Værdi; for det ene Aar stille de sig lidt lavere, for det andet lidt højere. Vil man derfor have nøjagtige Værdier, maa man iagttage en længere Tid (10, 15 20 Aar) og tage Middelværdien af alle Iagttagelserne.

Slige Iagttagelser og Beregninger foreligge for et stort Antal Steder paa Jordens Overflade. Naar man imidlertid vil vinde et anskueligt Billede af Varmens Fordeling over Jordkloden, maa man gjøre det kartografisk. Man forbinder alle Steder, der have samme

Middeltemperatur for Aaret, ved Linjer, de saakaldte Aars-Isothermer. Paa tilsvarende Maade forbinder man paa et Kort alle de Steder, der have samme Middelvarme for Sommeren, ved et System af Linjer, de saakaldte Isotherer. De Linjer endelig, som forene Steder med samme Middeltemperatur for Vinteren, kaldes Isochimener.

Betragter man et Kort over Aar-Isothermerne, ser man, at Varmelinjerne hverken løbe parallelt med Æqvator og Breddegraderne, eller ere parallele indbyrdes. Det samme er Tilfældet med Isothererne og Isochimenerne. Den indre Del af Afrika, nord

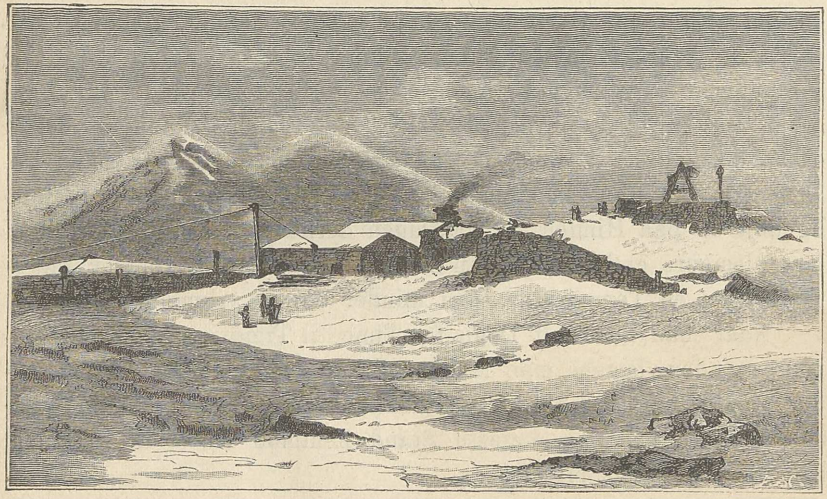


Fig. 167. Meteorologisk Observatorium i Skyregionen paa Pic du Midi (Pyrenæerne).

for Æqvator, har den højeste Aarsvarme, medens den amerikanske Øverden, vest for Grønland, har den laveste aarlige Middelvarme. Det mest uregelmæssige Løb udvise Isothermerne i den nordlige Del af Atlanterhavet og i Fastlandsmassernes Indre. Aarsagerne til disse Afvigelser maa vi søge i Fordelingen af det faste Land og Havet, i Luft- og Havstrømningerne. Allerede Buffon blev opmærksom paa, at Havets Nærhed gjør Temperaturen mere ligelig, formindsker Vinterkulden og Sommerheden. Større Landmasser øve den modsatte Paavirkning, de forøge Vinterkulden og Sommerheden. Grunden til denne Havets og Landets forskjellige

Paavirkning er let at fatte. Vandet opvarmes kun langsomt, men taber derhos ogsaa kun langsomt sin Varme; det Omvendte er Tilfældet med Fastlandet; det opvarmes hurtig, men afkøles ogsaa lige saa hurtig. Havets Temperatur er derfor hele Aaret igjennem mere ensformig end Fastlandets. Naar ved Vintertide Fastlandet afkøles, er Havet en virkelig Arne for samme; det forøger Temperaturen, navnlig i Kystlandskaberne, hvor det varmere Vands Paavirkning gjør sig mest gjældende. Om Sommeren er derimod Landet betydelig varmere end Havet, og det sidste virker nu afkølende. Paa disse Momenter beror Forskjellen mellem Fastlands- og Kystklima. Kysterne langs de større Have og de Øer, som beskylles af samme, have Kystklima, hvorimod Kontinenternes Indre udvise alle et Fastlandsklimas Ejendommeligheder. Man kan betragte Evropa som en stor Halvø, der fra Asien skydes langt frem mod Vest ud i det uhyre atlantiske Ocean. Man kan heraf forstaa, hvorledes man kan sige om vor hele Verdensdel, at den nyder et Kystklimas Fortrin; dette er i Virkeligheden Tilfældet, og Evropa er med Hensyn til Temperaturforholdene den mest begunstigede blandt alle Verdensdele.

I Almindelighed har den nordlige Halvdel af Jorden lidt større Varme end den sydlige, men under højere Breddegrader er Aarsmiddelvarmen paa den sydlige Halvkugle lidt højere end i de tilsvarende Egne paa vor Halvkugle. Aars-Isothermernes Gang viser i al Almindelighed, at under de lavere Breddegrader er Landenes Overflade varmere end Havenes, medens Kontinenterne under højere Breddegrader ere koldere end Oceanet.

3. Lufttrykket og dets Forandringer.

Luftens Tryk maales, som bekjendt, ved Barometret; tiltager dette Tryk, stiger Kviksølvet i Barometerrøret, aftager Trykket, falder Kviksølvet. Ved Havets Overflade er Lufttrykket omtrent 760 Millimeter, men aftager sammen med Luftens Tæthed med Højden. I en Højde af 18000 Fod er Lufttrykket omtrent kun halvt saa stort som ved Havets Bred, og en Iagttager har i denne Højde altsaa Halvdelen af Atmosfærens Vægt under sine Fødder. I en Højde af otte Mil er Lufttrykket saa ringe, at Barometret kun

vilde staa én Millimeter højt; Luften er altsaa dér lige saa stærk fortyndet som i det saakaldte lufttomme Rum, vi kunne bringe til Veje med vore bedste Luftpumper. Man forstaar heraf let, at Lufttrykket maa være forskjelligt efter de enkelte Egnes respektive Højder, og kan saaledes omvendt bestemme et Punkts Højde over Havet, naar man kjender Barometerstanden sammesteds og derhos véd, hvor meget Lufttrykket mindskes f. Ex. paa hvert 100 Fod. Paa denne Maade er Barometret blevet et vigtigt Instrument til Højdemaalinger; uden barometriske Højdemaalinger vilde der saaledes endnu hvile et fuldstændigt Mørke over den vertikale Configuration af en stor Del af Evropa, og man kan heraf slutte, hvilken Betydning Barometret har for den fysiske Geografi.

Allerede nogenlunde nøjagtige Iagttagelser vise, at Barometerstanden ikke er ganske uforanderlig, men (overalt paa Jorden) udviser Svingninger. Længere Tids Iagttagelser godtgjøre, at disse Svingninger følge en vis Regelmæssighed. Omtrent Kl. 4 om Morgenen har Barometret gjennemsnitlig sin laveste Stand, derpaa begynder det langsomt at stige til henimod Kl. $9^1/_2$, synker nu igjen til Kl. 4 Eftermiddag, hvorpaa det atter begynder at stige, for Kl. 10 om Aftenen at naa sin højeste Stand og derpaa synke Natten igjennem til Kl. 4 om Morgenen. Størrelsen af disse daglige Forandringer i Lufttrykket er hos os kun ubetydelig, beløber sig omtrent til $^1/_2$ Millimeter ($^1/_5$ Linje) og skjules derhos af de uregelmæssige Forandringer, hvis Variationer ere langt større. I Jordens varme Egne ere disse daglige periodiske Forandringer derimod langt betydeligere, naa t. Ex. i Kalkutta over 3 Millimeter, og indtræde med saadan Regelmæssighed, at man til Nød kan bestemme Tiden efter Barometerstanden.

Forandringerne i Lufttrykket udvise dernæst ogsaa en aarlig Periode; i Almindelighed er Lufttrykket over Kontinenterne højest om Vinteren, lavest om Sommeren; paa Oceanerne ere de aarlige Forandringer mindre udprægede og uregelmæssigere.

Man kan ogsaa fremstille Fordelingen af Lufttrykket over Jorden geografisk, idet man drager Linjer mellem alle Steder, der have samme Lufttryk. Disse Linjer kaldes Isobarer; men deres Løb er meget indviklet og for Tiden endnu ikke saa nøje gjennemforsket som Isothermerne.

4. Luftens Bevægelser. — Almindelige Vindforhold. — Lokale Vinde.

Luften strømmer fra det Sted, som har det større Lufttryk, der hen, hvor Lufttrykket er lavere, og saaledes opstaar Vinden. Jo større Forskjel der er paa tvende nærliggende Steders Lufttryk, desto raskere bliver Luftstrømmen, desto stærkere blæser Vinden. Den korteste Linje mellem tvende hosliggende Isobarer angiver Retningen for Gradienten, det vil sige den største Forskjel i Lufttrykket; jo nærmere Isobarerne ligge hinanden, desto stærkere er Forskjellen i Lufttrykket, og desto større er Gradienten. Gradientens Størrelse angives ved det Antal Millimeter, der angiver Forskjellen i Lufttrykket mellem to Steder, som ligge i en Afstand af 15 geografiske Mil fra hinanden i en Linje, der er vinkelret paa Isobaren for det Sted, hvor Lufttrykket er størst. Ved Gradientens Størrelse og Retning er Lufttrykkets Fordeling bestemt omkring et bestemt Punkt; har et Sted en stor Gradient, er dette et Tegn paa en stor Uro i Atmosfæren, og der hersker da paa dette Sted en mer eller mindre stærk Storm; er Gradienten derimod kun lille, er der kun en ringe Aarsag til Bevægelse i Luften tilstede, og Vejret er da stille. Den sagteste Vind, en Brise, kruser Havets Overflade og har en Hastighed af et Par Fod i Sekundet eller en Fjerdingvej i Timen; en Hastighed paa 30 Fod i Sekundet sætter Træernes Grene i Bevægelse, 50 Fods Hastighed giver en stærk Blæst; 90 Fod i Sekundet er Stormens Fart, og 120 Fod giver den mest rasende Orkan.

Solens Varme er Aarsagen til Vindene. Naar to Luftlag nemlig ligge ved Siden af hinanden, og det ene opvarmes mere end det andet, udvider dette Luftlag sig og bliver lettere, medens det koldere trækker sig sammen. Som Følge heraf flyder Luften i de øvre Dele af Atmosfæren fra det varme Luftlag hen over det kolde; herved dannes nu et større Lufttryk over paagjældende Sted, og altsaa maa det nærmest Jorden værende Luftlag flyde fra det koldere til det varmere Sted. En varm Sommerdag mærke vi ved Stranden en Søbrise, som imidlertid lægger sig ved Solnedgang; et Par Timer senere begynder en Landbrise, som tiltager i Styrke til Solens Opgang. Det faste Land opvarmes nemlig

hurtigere, men afkøles ogsaa hurtigere end Havet; Fastlandets Varme meddeles til det Luftlag, som ligger over det; altsaa er dette Luftlag om Dagen varmere, men om Natten koldere end Luftlaget over Havet, og heraf opstaa de forskjellige Briser. Kysternes Form har i øvrigt en mærkelig Indflydelse paa Brisernes Fremkomst. Paa langt fremspringende Forbjærge er Landvinden svag, ved dybt indskaarne Bugter er omvendt Søvinden ringe. Paa de Forbjærge, som ligge ved Nordøst- og Sydøstkysten af Jamaica, hører Søbrisen saaledes til Sjældenhederne, hvorfor Sømændene tidligere nærede den overtroiske Mening, at den blev stoppet af Dæmoner, og Dampierre fortæller endog, at Expeditioner flere Gange have begivet sig til Kap Pedro for at bekæmpe de formentlige Dæmoner. Omvendt fandt Dampierre en ualmindelig stærk Landbrise ved Campechebugten, mellem Kap. St. Martin og Conducado.

De bekjendte Passatvinde opstaa paa en lignende Maade. I Nærheden af Æqvator er Jorden, altsaa ogsaa Luften, stærkere opvarmet end nærmere ved Polerne. I de øvre Dele af Luftkredsen maa der altsaa findes en Luftstrøm, som bevæger sig mod de koldere Egne, nord og syd for Æqvator; herved mindskes altsaa Trykket over det varme Bælte, medens det stiger over de forholdsvis koldere Egne paa begge Sider af Jordens varmeste Strøg. Denne Formindskelse fremkalder atter en Bevægelse i de nedre Luftlag hen mod Æqvatorbæltet, og der opstaar saaledes en stadig Bevægelse af Luften, en Bortflyden for oven, en Tilførsel for neden, og en opadgaaende Luftstrøm i Æqvatorialegnene. Ved begge Vendekredsene blæser baade over Atlanterhavet og over det store Ocean en jævn og kraftig Vind, Passatvinden, som netop er de mod Æqvator søgende kolde Luftmasser. Mellem Passatvindene paa den nordlige og sydlige Halvkugle ligger et Bælte, Calmernes eller det vindstille Bælte, hvor voldsomme Storme med Skybrud, Lynild og Torden (Tornados) afvexle med Vindstille. Det er her, de varme Luftmasser stige til Vejrs.

Calmernes Bælte har ingen fast Beliggenhed paa Jordens Overflade, men følger Solens aarlige Løb og forskyder sig altsaa mod Nord og mod Syd. Naar Solen under sit aarlige Løb vender sig fra Æqvator mod Nord, rykke Calmerne ligeledes noget op mod Nord; omvendt i vor Vintertid, naar Solen gaar syd for

Æqvator, rykker Calmernes Bælte noget mod Syd. I det atlantiske Ocean ligger Calmernes Bælte dog ikke paa begge Sider af Æqvator, men nord for samme, mellem 8° og 3° nordl. Bredde; selv ved Vintertid blive Calmerne stadig noget nord for Æqvator. Grunden hertil maa søges i Fastlandenes Beliggenhed, særlig i det vidtstrakte Nordafrika. I det store Ocean, hvor man i vid Udstrækning kun støder paa Smaaøer, ligger Calmernes Bælte mere paa begge Sider af Æqvator.

Den i Højden mod Polen bortstrømmende Luft kaldes Antipassaten. I Æqvatorialegnene ligger Antipassaten ualmindelig højt, thi de højeste Toppe af Andeskjæden naa ikke op i samme; nordligere og sydligere sænker den sig efterhaanden mere og mere ned til Jordens Overflade, strejfer t. Ex. paa Øen Teneriffa Toppen af det 11800 Fod høje Pico de Teyde. Et synligt Bevis paa Antipassatens Existens fik man den 20de Januar 1835 ved Conseguinas frygtelige Udbrud, idet Vulkanen slyngede sine Askemasser saa højt, at de naaede den øvre Passat og bleve førte fra Mellemamerika helt over til Jamaica.

Passatvindene ere ikke ligefremme Norden- og Søndenvinde, men have en sydvestlig Retning paa den nordlige Halvkugle, en nordvestlig Retning paa den sydlige. Aarsagen hertil er Jordens Drejning om sin Axe fra Vest til Øst; Egnene under Æqvator dreje sig hurtigere end de nordligere og sydligere beliggende, hvorimod Vindene beholde den Fart, de engang have faaet; de mod Æqvator søgende Vinde komme saaledes efterhaanden hen over Egne, der have en større og større Fart end de selv, de kunne ikke følge med, skifte lidt efter lidt tilsyneladende Retning og blive mere og mere østlige, paa den nordlige Halvkugle nordøstlige, paa den sydlige Halvkugle sydøstlige*).

Hvis Jorden var helt dækket med Vand, vilde Passatvindene overalt optræde med samme Regelmæssighed; men Jordens Overflade bestaar af Vand og Land, og Erfaringen har godtgjort, at Passaterne kun blæse regelmæssig over de mægtige Oceaner, hvorimod Landmasser øve en mærkelig Indvirkning paa deres Optræden. Under visse Omstændigheder kunne de store Fastlandsmasser fuld-

*) Se nærmere de oven for S. 167—68 udviklede Regler om Havstrømningerne.

stændig forandre Passatens Retning, og et storartet Exempel herpaa have vi i de sydasiatiske Monsuner. I det indiske Ocean træffe vi nemlig syd for Æqvator baade om Vinteren og om Sommeren Sydøstpassaten; men nord for Æqvator træffe vi i den varme Aarstid en uafbrudt Sydvestvind, Sydvest-Monsunen. Over Asiens mægtige Højsletter bliver Luften i Sommertiden saa stærkt opvarmet og fortyndet, at den fugtige, køligere Luft over det indiske Ocean drages ind over Land. Naar Solen om Vinteren staar i Syd, optræder derimod den almindelige Nordøst-Passat under Navnet Nordøst-Monsunen, men paavirkes af de over Avstralien opstigende varme Luftmasser og bliver her til en Nordvestvind. Under Sydvest-Monsunen (April—Oktober) kunne Sejlskibe næsten ikke komme Forindiens Vestkyst nær, medens omvendt Nordøst-Monsunen (Oktober—April) ikke tilsteder nogen Skibsfart paa den sandige og med slette Havne forsynede Østkyst.

Uden for det varme Bælte ere Vindene langt mere uregelmæssige end mellem Troperne, og navnlig ere Vindene i det nordlige tempererede Bælte højst variable, da de paavirkes af den uregelmæssige Fordeling af Land og Hav, af de store Uregelmæssigheder ved Opvarmingen og Udstraalingen, og endelig af de mægtige Strømninger i Oceanerne. Imidlertid ere Vindene dog ogsaa her afhængige af Lufttrykket, og da dette idelig vexler, fremkalder denne Afvexling de skiftende Vindretninger. Det lave Lufttryk danner sig i Regelen over de Steder, hvor der findes den højeste Varmegrad, og omvendt. I vor Sommertid (Juli) ligger f. Ex. det laveste Lufttryk, Minimet, over det indre Asien (Mongoliet), det højeste (Maximumet) over Atlanterhavet ved Azorerne. I vor Vintertid (Januar) er Forholdet det omvendte; nu hviler en knugende Kulde og dermed det højeste Lufttryk over det indre Asien, Minimet findes derimod over den nordlige Del af Atlanterhavet, tæt sydvest for Island*). Rundt om et Maximum blæser Vinden fra alle Kanter udad, rundt om et Minimum derimod indad; men

*) Vinterens Hovedminimum er dog meget variabelt, stundom ligger det i Davisstrædet, undertiden øst eller sydøst for Island; eftersom dette Minimum nu ligger paa det ene eller det andet af disse Steder eller efter dets større eller mindre Grad, faar Vinden en forskjellig Retning over den nordlige Del af Atlanterhavet, og derfor ere Vintrene saa forskjellige i Vestevropa.

denne Vindens oprindelige Retning lider en Afvigelse ved Jordens Drejning om sin Axe, saaledes at Vinden paa den nordlige Halvkugle tvinges mod Højre, paa den sydlige Halvkugle mod Venstre.

Denne Vindens Afhængighed af Jordens Drejning og Sammenhæng med Lufttrykket er først udviklet og nøjere paavist af den berømte hollandske Meteorolog Buijs-Ballot (f. 1817) og danner Hovedhjørnestenen for den moderne Lære om Vejrliget. Den kan praktisk udtrykkes i følgende Regel: „Vender man Ryggen mod

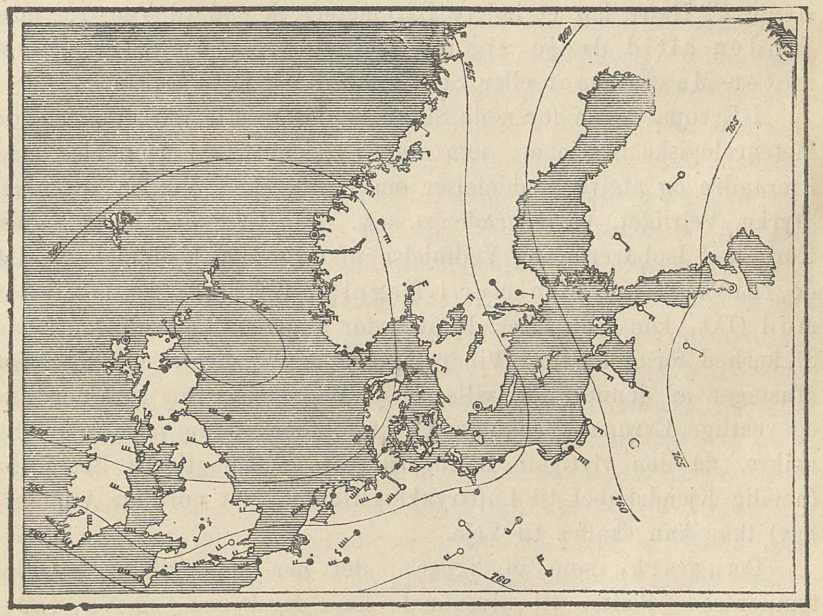


Fig. 168. Isobarerne og Vindene over Nordvest-Evropa den 29de Avgust 1873.

Vinden, har man (paa den nordlige Halvkugle) det højeste Lufttryk til Højre og lidt bagud, det laveste til Venstre og noget forud"; paa den sydlige Halvkugle gjælder den omvendte Regel. Kjender man omvendt det laveste eller højeste Lufttryks Beliggenhed, kan altsaa Vindens Retning med en vis Sandsynlighed forud beregnes. Vinden følger derhos nærmest Isobarernes Retning og har den laveste Barometerstand til Venstre; den blæser desto heftigere, jo nærmere Isobarerne ligge hverandre. Naar nu disse Love skulle slaa til, hvad altid er Tilfældet, er det klart, at Vinden maa

omkredse Barometer-Minimet i en Retning, der er modsat Urviserens Gang. Læserne ville se det tydelig af hosstaaende Kort, der fremstiller Tilstanden i Atmosfæren den 29. Avgust 1873 om Morgenen Kl. 8. Den laveste Barometerstand ligger mellem Skotland og Norge, og Vinden er der ikke meget heftig, da Isobarerne ligge langt fra hinanden. Betragter man Retningen af Isobarerne paa 760 og 765 Millimeter, finder man, at deres Krumninger i Almindelighed ere modsatte Krumningen af de Isobarer, som omgive Minimet. Da nu Vinden stedse næsten følger Isobarerne og stadig til Højre har et højere Barometertryk end til Venstre, maa Vinden altid dreje sig med Urviseren omkring Barometer-Maximumet eller Stedet for det højeste Lufttryk.

I Evropa og de forenede Stater er der oprettet en stor Mængde meteorologiske Stationer, som staa i telegrafisk Forbindelse med hverandre og afgive Meddelelser om Lufttrykket, Vindens Retning, Styrke, Vejrliget, Varmegraden o. s. v. Paa Grundlag heraf tegnes Kort med Isobarerne og Vedføjelse af de øvrige Meddelelser. Da de forskjellige Minimer i Regelen bevæge sig fra Vest mod Øst, kan man efter de oven for angivne Regler med en vis Sikkerhed forud beregne Vindretningen og Vejrliget, som nærmest afhænger af denne; dog ville disse Meddelelser for det nordlige og vestlige Evropas Vedkommende for Tiden endnu være temmelig usikre, da den vigtigste Betingelse for en nøjagtigere Beregning (nemlig Kjendskabet til Lufttrykkets Højde i det nordlige Atlanterhav) ikke kan skaffes til Veje.

Danmark, som jo ligger i det her omhandlede, nordlig tempererede Bælte, vil afvexlende have Sydvest- og Nordøstvinde. Naar Nordenvindene faa Magten, springer Vinden om fra Nordvest til Nord og Nordøst. Nordøstvinden blæser nu i længere Tid, til den atter fortrænges af sydvestlige Vinde, og Overgangen sker gjennem østlige og sydøstlige Vinde. Man har derhos gjort den Erfaring, at Vinden, hvis den springer om i en modsat Retning af den her angivne, sjælden holder sig længe; saaledes vil f. Ex. en Vind, der fra Øst springer om til Nord, snart igjen blive sydlig.

Vi maa endnu kaste et kort Blik paa nogle lokale Vinde, der spille en fremtrædende Rolle ved særlige Ejendommeligheder som Hede, Tørhed, Elektricitet. Meget omtalte ere de varme Vinde i Ørknerne, særlig i Sahara. Den varme Ørkenvind kommer i Nedreægypten fra Sydvest, i Senegambien og paa Guldkysten fra Nordøst. Tyrkerne kalde den Samuel, hos os er den bekjendt som Samum, i Ægypten hedder den Chamsin, hvad der paa Koptisk betyder halvtreds, fordi den især blæser i de 50 Dage efter Jævndøgn; i Senegambien endelig kalder man Ørkenvinden Harmattan. Ældre Rejsende have meget overdrevet denne Vinds Virkninger; den Mening, at den virker dødelig, er aldeles fejlagtig; dens sande Egenskaber ere blot stor Tørhed og ualmindelig høj Temperatur. I Ægypten indfinder Chamsin sig allerede i Marts, men optræder først med Heftighed i Maj. Himlen, som ellers er blaa, mørknes nu og bliver graa. Solen taber sin Glans, Luften er opfyldt med fint Støv, der trænger ind overalt. Selv i Nildeltaet, altsaa i umiddelbar Nærhed af Middelhavets kølende Vande, stiger Temperaturen under den glødende Vinds Paavirkning undertiden pludselig hele 20 ° R., medens samtidig Luftens Fugtighedsgrad formindskes med 12—15 Procent. Burckhardt saae engang i Esneh Thermometret stige til 40 ° i Skyggen, medens Ørkenvinden rasede. Samum blæser i Regelen stødvis; efter Arabernes Udsagn springer og galoperer den og danner Fordybninger i Sandet. Luften, der stiger op i skraa Retning, fejer Sandet bort og løfter det i Vejret, for senere atter at lade det styrte ned som en Hagl af Sand. Den Fortælling, at Karavanerne maa gjøre Holdt under Samums Raseri, at Kamelerne bore Snuden ned i Sandet og Menneskene kaste sig ned for at undgaa Døden, er overdreven. Saa længe Karavanen endnu ser Solen eller skimter et Vartegn i Horizonten, afbryder den ikke sin Gang, tvært imod nøde Kamelernes Tørst og de udtørrede Vandsække de Rejsende til at haste saa hurtig som muligt til den nærmeste Brønd, der let kan udtørres af Samumen, som blæser to, tre Dage i Træk. Efter Burckhardts Fortælling er Atmosfæren, medens Samumen raser, i en glødende Tilstand, Støvet og Sandet hvirvles højt op i Luften, der antager et rødligt, blaaligt eller gulligt Skjær alt efter det Jordsmon, hvor fra Støvet stiger op; den gule Farve er dog mest fremherskende, og man kan danne sig et omtrentligt Billede af Luftens Udseende, naar man

ser gjennem et Glas af lysegul Farve. Harmattanen optræder paa lignende Maade. Græsset visner strax, Træerne tabe deres Blade, og Floderne begynde hurtig at synke. En tyk Dunst, at sammenligne med en Røg, ledsager den hede Vind, og Solen skinner igjennem med en blegrød Farve. Harmattanen er imidlertid ingenlunde usund, Evropæerne i Senegambien glæde sig tvært imod over dens Forekomst, som frier dem for de ellers saa hyppige Feberanfald.

Over Sicilien, Syditalien, stundom ogsaa over Syrien, blæser af og til en sydlig Vind, Sciroccoen, der har sit Udspring i den nordlige Del af Afrika, men, da den blæser over Middelhavet, sædvanligvis er fugtig; den er dernæst ofte trykkende varm, og dens Virkning er derfor meget ubehagelig. Hyppig, men fuldstændig med Urette, betragter man den schweiziske Alpevind, Fønen, som en Fortsættelse af Sciroccoen. Fønen farer hen over Alpedalene, først oppe i Luften, man hører dens Susen i det Fjærne, stødvis kommer den ned, oprører Vandene i Vierwaldstättersøen og fejer gjennem Gaderne i Glarus og Altorf. Forsigtig slukker man nu Ilden i Husene; thi en bitter Erfaring har lært Beboerne, at Fønen ikke tilsteder Slukningen af nogen Ildebrand. Fønen bringer Planterne til at visne og øver en slappende Indflydelse paa Menneskene. Dens Tørke er imidlertid ingenlunde noget Bevis paa Vindens afrikanske Herkomst; den hede Vind, som stiger op over Sahara, naar i det Hele taget slet ikke Evropa, men farer hen over Forasien, hvor den maaske fremkalder Vandfladernes langsomme Sænkning og Udtørring. Vi maa altsaa søge en anden Forklaring. Det er nu en sikker Kjendsgjerning, at der samtidig med Fønen altid syd for Alperne blæser en fugtig Søndenvind, som giver Sne eller Regn, og hvis Varmegrad er betydelig lavere end Fønens, som desuagtet skylder denne kolde og fugtige Vind sit Udspring. Naar nemlig en Vind tvinges til at bevæge sig opad ved at stige over en Bjærgryg, udvider Luften sig, og da denne Udvidelse foregaar under Trykket af den oven for liggende Luft, udføres der herved et Arbejde, der medfører Tabet af en til Arbejdets Størrelse svarende Varmemængde. Man har udfundet, at en Luftmasse paa denne Maade taber saa megen Varme, at den afkøles 1^0 for hver 300 Fod, den stiger. Naar nu Luften har passeret Bjærgkammen, styrter den atter ned i Dalen paa den modsatte Side af Bjærg-

ryggen; under denne nedadgaaende Bevægelse udøver den oven for liggende Luft et Tryk paa den Luftmasse, der daler; der bliver altsaa udført et Arbejde imod Luften, og dennes Varmegrad vil da stige. Var nu Luften fuldkommen tør, vilde det udførte og det modtagne Arbejde hæve hinanden, og Luften vilde da opvarmes lige saa meget under sin nedadgaaende Bevægelse, som den blev afkølet under sin opadgaaende. Den Vind, som Fønen skylder sin Oprindelse, er imidlertid, som vi have hørt, altid fugtig og ledsaget af Nedbør paa Alpernes Sydskraaning; under den opadgaaende Bevægelse frembringer Afkølingen derhos en stadig Fortætning af Vanddampene, og da der herved frigjøres Varme, vil Luften ikke blive afkølet saa stærkt, som Beregningen giver, men kun omtrent $^1/_2{}^0$ for hver 300 Fod, den stiger. Naar Luften har naaet Bjærgryggen, er den altsaa absolut tørrere, end da den begyndte at stige. Begynder den nu at dale, vil Opvarmingen hindre en yderligere Fortætning af dens Vanddampe, og dens Temperatur vil da fjærne sig mere og mere fra Dugpunktet, den vil under Nedstigningen opvarmes 1^0 for hver 300 Fod, den falder. Det vil af denne Forklaring let fremgaa, at jo højere Bjærge, den stiger over, desto højere vil ogsaa dens Varmegrad blive, naar den træffer Dalbunden. Det er da ogsaa kun i Østschweiz, at Fønen er saa tør, at den bringer Sneen paa Bjærgene til at fordampe, hvorfor den her kaldes „den store Snesmelter"; i det vestlige Schweiz er den fugtig og begraver undertiden Passerne i Sne.

Paa Vestsiden af Grønland blæser undertiden en Sydøstvind, som, skjønt den nærmest kommer ned fra Øens evig sneklædte Indre, der gjennemsnitvis hæver sig til 6000 Fods Højde, desuagtet kan bringe Temperaturen, selv i Nordgrønland og midt i Vinteren, til at stige fra mange Graders Kulde til Frysepunktet og derover. Saaledes bragte i Jakobshavn (69^0 n. Br.) denne grønlandske Føn i Februar 1871 Thermometret til at stige fra $\div 20^0$ R. til 1^0 Varme. I Sydøstgrønland kan i December Maaned Temperaturen under en Sydøststorm endogsaa naa op til 12^0 Varme, en Temperatur, som vi over Atlanterhavet i denne Maaned først træffer ved Azorerne. Fønen optræder i Grønland med den samme Tørhed og Voldsomhed som i Schweiz; Sneen fordamper, uden at der viser sig rindende Vand. Stormen begynder først paa Bjærgtoppene, hvor Sneen hvirvles højt i Vejret; stundom begynder den med

overtrukken Himmel, ja endogsaa med Sne- og Regnbyger, men Vejret bliver snart opklarende. Den grønlandske Føn maa forklares paa en lignende Maade som den schweiziske. Det er fugtige Vinde, som fra Atlanterhavet tvinges op over det grønlandske Højland og derpaa som tørre, varme Vinde atter sænke sig ned over Vestkysten. Denne fuldstændig fyldestgjørende Forklaring er given af Hoffmeyer, Bestyreren af det danske meteorologiske Institut, og hans Forklarings Rigtighed er godtgjort ved den Føn, som i November—December 1875 blæste over hele den danske Del af Vestgrønland. Der hvilede ved den Tid et meget lavt Barometer-Minimum over Davisstrædet, medens samtidig Barometerstanden var usædvanlig høj over Island; i Følge Buijs-Ballots Lov maatte denne Fordeling af Lufttrykket netop drive sydøstlige fra Atlanterhavet kommende, altsaa fugtige Vinde ind over Grønlands Østkyst, og den store Forskjel mellem Lufttrykkets Maximum og Minimum maatte give disse Vinde en stormende Karakter.

I det sydlige Evropa blæse undertiden nordlige, kolde og tørre Vinde, der frembringe en i Forhold til disse Egnes sydlige Beliggenhed forholdsvis lav Varmegrad. De fremkomme ved et højt Lufttryk i Nord over Kontinentet og et lavt over Middelhavet. Af saadanne Vinde ere Boraen og Mistralen de mest bekjendte. Boraen styrter sig fra de juliske Alper ud over det adriatiske Hav som en kold, stormende Vind. Mistralen er en ofte temmelig langvarig Vind, der ved Vinter- og Foraarstide styrter ned over Rhône-Saônedalen og ud over Lionerbugten. Bjærgkjædernes Retning bevirker i dette Tilfælde, at Vindretningen afviger noget fra Buijs-Ballots Lov.

5. Fugtighedsforholdene i Luftkredsen.

Atmosfæren indeholder altid Vand under Form af usynlige Vanddampe og i meget foranderlig Mængde. Disse Vanddampe tilføres Luftkredsen ved en uafbrudt Fordampning af Jordens Vandmasser. Vandet fordamper ved enhver Temperaturgrad; men Fordampningens Hastighed voxer med Varmen og er derhos afhængig af den Mængde Vanddampe, som allerede er for Haanden. For hver Temperaturgrad kan Luften kun optage en bestemt Mængde

Vanddampe og beholde dem i usynlig Form; har Luften optaget denne Dampmængde, er den mættet med Damp. Forvandlingen af Vand til de usynlige Vanddampe kræver imidlertid Varme, og denne Varme maa berøves Vandet og dets Omgivelser, hvorfor hver Fordampning ledsages af en Afkøling. Vanddampene udgjøre en Del af Luftkredsen og deltage i dennes Bevægelse; de danne derhos ligesom en Skjærm, der beskytter Jordoverfladen mod en alt for rask Udstraaling af Varmen til Verdensrummet. Hvis f. Ex. alle Vanddampe kunde fjærnes af Atmosfæren over Danmark, vilde en eneste Sommernat være tilstrækkelig til at ødelægge alle Planter, som ikke kunne taale, at Temperaturen synker til Frysepunktet. Luften over de store Sandørkener indeholde overordentlig faa Vanddampe, og dette bliver Aarsagen til en forholdsvis stor Nattekulde; medens Luftkredsen ved Middagstider gløder som en Ovn, kan Temperaturen om Natten meget godt synke til Frysepunktet. Bruce fortæller, at han engang paa én Nat mistede alle sine Kameler ved en slig pludselig Nattefrost. De evropæiske Rejsende lide ikke mindre end de Indfødte ved disse bratte Temperaturvexlinger.

Naar Luften er langt fra sit Mætningspunkt, og Fordampningen gaar rask for sig, kalde vi den tør; er den nær ved sit Mætningspunkt, kalde vi den fugtig. Disse Benævnelser ere imidlertid fuldstændig relative, og man kan ikke herfra drage nogen Slutning til den absolute Mængde af Luftens Vanddampe. Ved en Temperatur af 20° R. kan Luften paa hver Kubikmeter indeholde $22^1/_2$ Gram Vanddampe*); er den virkelige Dampmængde nu i et givet Tilfælde 14 Grammer, er Luften langt fra sit Mætningspunkt og synes tør. En Luftmasse paa 8° kan optage $9,_7$ Gram paa hver Kubikmeter; indeholder den derfor i et givet Tilfælde 8 Grammer Vanddampe, er den nær ved Mætningspunktet og synes meget fugtig, skjønt den virkelige Dampmængde er betydelig ringere end ved det første Tilfælde. Vi maa herefter skjelne mellem den absolute og den relative Fugtighed. Den absolute Fugtighed angives ved den Mængde Vanddampe, der indeholdes i et vist Rumfang Luft; Luftens relative Fugtighed er derimod bestemt ved Forholdet mellem den Mængde Vanddampe, Luften virkelig indeholder (altsaa

*) Et dansk Pund er 500 Grammer.

ved den absolute Fugtighed), og den Mængde, Luften vilde kunne indeholde, hvis den var mættet med Vanddamp. Luftens absolute Fugtighed er langt større om Sommeren end om Vinteren; men paa Grund af den højere Temperatur er Luften i Regelen langt fjærnere fra Mætningspunktet end om Vinteren, med andre Ord, i den varme Aarstid er den relative Fugtighed ringere end i den kolde.

6. Nedbøren.

Afkøles Atmosfæren, maa dens relative Fugtighed stige, og ved en fortsat Afkøling maa sluttelig det Tidspunkt indtræde, da Luften i Forhold til sin ringere Varmegrad er mættet med Fugtighed. Et yderligere Fald i Temperaturen maa nu nødvendigvis medføre en Udskilning af den Vanddamp, som er tilstede ud over Mætningspunktet. Vanddampene maa gaa over fra den usynlige Luftform og forvandles til mikroskopisk smaa Vandblærer, til Dug, Taage og Regn. Er Temperaturen i et Luftlag sunken saa dybt, at der viser sig de første Spor til et fugtigt Nedslag paa de Gjenstande, som findes i samme, siger man, at Luftlaget er afkølet til Dugpunktet.

Vi have alt berørt Jordens Afkøling ved den natlige Udstraaling; ved denne Udstraaling fortættes Dampene i det Luftlag, der kommer i Berøring med Jorden, og de fortættede Dampe afsætte sig paa Græs og Blade som Dug. Udtrykket „Duggen falder“ er saaledes urigtigt og hidrører fra den ældre, fejlagtige Anskuelse, at Dugdraaberne dannedes i Luften, hvor fra de som en Regn faldt ned over Jorden; i Virkeligheden forholder det sig saaledes, at den kolde Jord fortætter Dampene i de varmere Luftlag, der berøre den. Det er kun i stille og klart Vejr, at Jorden om Natten afkøles under Luftens Varmegrad, og det er ogsaa kun i dette Tilfælde, at der danner sig Dug. Naar derfor Vejret i Løbet af Natten slaar om fra at være stille og klart til at blive blæsende og mørkt, hører ikke alene Dugdannelsen op, men den alt dannede Dug forsvinder endogsaa. Rimfrost er ikke andet end frossen Dug, der dannes, naar Dugpunktet ligger under Frysepunktet.

Fortættes Vanddampene i selve Luften, dannes der Taage. Taagen danner sig i de lavere Luftlag, hvis Vanddampe udskilles som smaa, fine Vandblærer. Aarsagen til Taagen er den samme som til enhver anden Fortætning af Vanddampe, nemlig en Afkøling. Saaledes dannes der næsten altid Taage, naar Vejret fra en længere Tids vedholdende Frost gaar over til Tø, navnlig naar de varme Vinde komme fra Havet. Ogsaa hvor fugtige Vinde blæse hen over en stærkere afkølet Havflade, fremkommer der sædvanligvis Taage; dette er saaledes Tilfældet ved New-Foundland, naar de varme sydlige Vinde blæse hen over den kolde Ishavsstrøm, der løber langs med Øens Kyster. Naar omvendt Havet eller andre Vandflader ere varmere end den Luft, der blæser hen over dem, fremkommer der ogsaa Taage. Luften er da i dette Tilfælde ikke tilstrækkelig varm til at optage den Mængde Vanddampe, der udsendes af det varme Vand, og disse udskilles derfor i Form af Taage. Saadanne Taager iagttage vi ofte, navnlig i stille Vejr efter en varm Dag, over Søer, Moser og Enge; de vedblive da at holde sig til om Morgenen og forsvinde først, naar Solen har faaet Luften opvarmet saa stærkt, at den atter under Form af Damp kan optage det Vand, disse Taager indeholde. Til Taager, der dannes paa denne Maade, høre ogsaa de, der fremkomme over en varm Vandflade, naar Vinden slaar over fra en varm til en kold Vind. Paa denne Maade dannes den under Navnet Havgusen bekjendte Taage ved den jyske Vestkyst. Naar Vinden fører denne Taage ind over det af Solen opvarmede Land, opløser den sig og optages af Luften som Damp.

Skyer ere ikke andet end Taage, der danner sig i de højere Luftlag. I Regelen er Luften nærmest Jorden ikke mættet med Vanddampe; men idet disse stige op i Atmosfærens højere Lag, træffe de paa Grund af Temperaturens Aftagen med Højden snart et Luftlag, hvis Varmegrad netop er det til Dampmængden svarende Dugpunkt; de fortættes da til de smaa Vandblærer, der danne Skyerne. Paa denne Maade gaar Skydannelsen imidlertid alene for sig i klart og roligt Vejr; men kun i sjældne Tilfælde er Luften tilnærmelsesvis rolig. Vinde af ulige Varmegrad blande sig ofte med hinanden, og da tvende Luftmasser, der ere mættede med Vanddampe og af ulige Varmegrad, ikke, naar de blande sig med hinanden, kunne indeholde den samme Mængde Vanddampe som

før Blandingen, udskilles en Del af denne under Form af Skyer. Naar en tør og kold Vind begynder at blæse og fortrænge en fugtig og varm, sker det sædvanligvis paa den Maade, at den trænger sig ind under den fugtige Vind og trykker den op til de højere Lag af Luftkredsen. Der indtræder saaledes en hurtig og stærk Fortætning af Dampene, og der danner sig mørke Skyer, som ofte nedsende heftige Regnskyl.

De smaa Vandblærer, hvoraf Skyerne bestaa, ere i og for sig mere vægtfyldige end den Luft, hvori de svære, og var Luften fuldkommen rolig, maatte de derfor nødvendigvis falde ned mod Jorden, om end dette Fald paa Grund af Vandblærens store Overflade i Forhold til dens Vægt kun kunde ske overordentlig langsomt; men denne nedadgaaende Bevægelse kan ikke vedblive længere, end til Vandblærerne naa et Luftlag, der ikke er afkølet til sit Dugpunkt; de ville da her atter fordampe, og Skyen forsvinde. Er Luften, som det sædvanligvis er Tilfældet, ikke rolig, hindre derhos Luftstrømmene Skyernes Fald og fremme deres Opløsning. Ofte ser man et Skydække, der om Morgenen strækker sig over hele Himlen, forsvinde ved Middagstiden. Dette skyldes den opadgaaende Bevægelse af Varmen, der opløser de dannede Taagemasser. En Klaring ved Middagstiden er derfor Tegn paa, at vi kunne vente godt Vejr, da Varmen er stærk nok til at hindre Skydannelser af de fra Jorden opstigende Dampe. Tiltager derimod Skylaget til henimod Middagstiden, og begynder det at regne paa den varmeste Tid af Dagen, vil Vejret rimeligvis ikke klare op for det første.

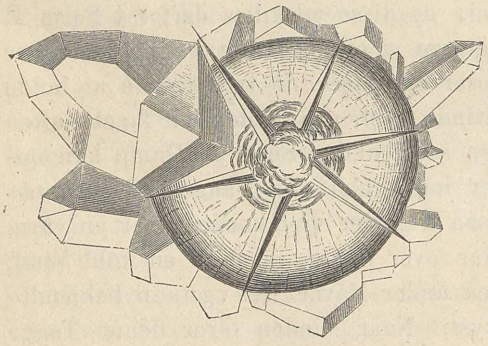


Fig. 169. Iskrystal. (Naturlig Størrelse).

Er Temperaturen i en Sky, fra hvilken Nedbøren falder, under Frysepunktet, sker Nedbøren under Form af Sne eller Hagl. Sneen bestaar af smaa Iskrystaller, der paa mangfoldige Maader kunne være forbundne med hinanden. De smukkeste Former dannes

i stille Vejr, naar Luften kun er lidt over Frysepunktet og nær sit Mætningspunkt. Vanddampene udskilles da paa de enkelte Snefnug som fine Isnaale, der ordne sig i regelmæssige Figurer. Ved en høj Kuldegrad ere Fnuggene derimod smaa og meget usammenhængende i deres Bygning; i Polarlandenes Vinter falder Sneen som en fin Støv.

Hagl ere Isstykker, der falde ned fra Skyerne. De enkelte Haglkorns Form kan være meget forskjellig. I Regelen ere de afrundede, undertiden kantede; skærer man dem itu, vise de sig at bestaa af vexlende Lag af gjennemsigtig og uigjennemsigtig Is. Deres Størrelse kan være meget forskjellig; man har Beretninger om Haglkorn af Størrelse som Strudseæg og paa flere Punds Vægt; i Mellem- og Sydevropa ere de almindelige Hagl saa store

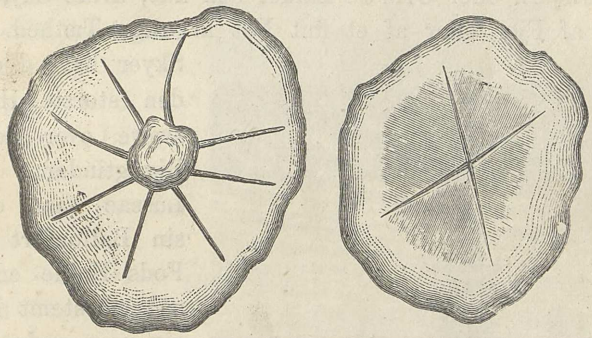


Fig. 170. Hagl. (Naturlig Størrelse).

som Nødder, i de nordlige Dele af Evropa sædvanligvis langt mindre. De Skyer, fra hvilke Haglene falde, udmærke sig ved deres ejendommelige mørke og i Almindelighed skarpt begrænsede Udseende; fra et sammenhængende Skylag, der dækker hele Himlen, falder der næsten aldrig Hagl. Et Haglvejr er i Regelen ledsaget af Tordenvejr; det er aldrig, som en Regn, af lang Varighed; et Haglvejr, der vedvarer et Kvarter, hører til Sjældenhederne. Forklaringen af Haglenes Dannelse henstaar endnu som en uløst Gaade; man antager i Almindelighed, at Haglkornene dannes ved en stærk Afkøling indtil under Frysepunktet af de Vanddraaber, der udskilles af Skyen, og at disse Draaber da ved en eller anden stærk Bevægelse blive forvandlede til smaa Isstykker, paa hvilke der fortættes en Mængde Vanddampe, der paa Grund

af Kulden udskilles som Is. Saa meget synes at staa fast, at Luften i en Haglsky er i en stærk hvirvlende Bevægelse, og man vil da heraf kunne forstaa, at Haglkornene ved at kastes hid og did kunne fortætte en saadan Mængde Damp, at de enkelte Haglkjærner blive omgivne af en mer eller mindre tyk Isskorpe.

Da Skyerne paavirkes af Luftens Fugtighedsgrad, af Vindens Styrke og af Temperaturen i de Luftlag, i hvilke de sveve, kort sagt af alle de Elementer, hvoraf Vejrliget afhænger, afspejler Luftens Tilstand sig mer eller mindre i deres Udseende, og de afgive derfor et vigtigt Middel til Forudbestemmelsen af Vejrliget. Udseendet af Skyerne er højst forskjelligt efter deres Tæthed, Højde og Belysning. Dog lade de sig inddele i visse Hovedformer, mellem hvilke der gives en Mængde Mellemformer.

Fjerskyen eller Cirrus kaldes den fine, hvide Sky, der har Udseende af Fjer eller af et fint Net af ulige Tæthed. Af alle Skyer have Fjerskyerne den største Højde; de sveve over de største Bjærgtinder, og Gay Lussac saae dem paa sin Ballonfart i 22,000 Fods Højde endnu lige saa ubestemt højt over sig som nede paa Jordens Overflade; de kunne derfor kun bestaa af fine Isnaale. Deres Udseende er af Betydning med Hensyn til Bestemmelsen af de øvre Luftstrømmes Retning og Karakter, og de kunne derfor ofte give os Oplysninger om Vejrforandringer. Smaa Grupper af fine og spredte Fjerskyer ere saaledes et Tegn paa Ro i de øvre Luftlag, og vi kunne i dette Tilfælde vente, at det gode Vejrlig vil vedvare i nogen Tid. Vandrette Lag af disse Skyer, der forøges i Tæthed og synke nedad, hvad der fremgaar af deres forandrede Farve, som fra skinnende hvid gaar over i det Graa, er et temmelig sikkert Tegn paa indtrædende Regnvejr. Ere Fjerskyerne ordnede i lange, parallele Baand i den Retning, i hvilken en svag Vind blæser, vil denne Vind sandsynligvis tiltage i Styrke og bibeholde samme



Fig. 171. Fjerskyen (Cirrus).

Retning. Ere de fine, hvide Traade ordnede i en anden Retning end den, i hvilken Vinden blæser ved Jordens Overflade, er dette et Tegn paa, at der i de højere Luftlag hersker en anden Vind end i de lavere, og Vinden vil da i Regelen dreje sig efter den øvre Vinds Retning. Angive Fjerskyerne, at der for oven blæser en Sydvestvind, kan man altsaa med temmelig Sikkerhed vente Blæst og Regn, hvor smukt og stadigt Vejret end ser ud.

Klodeskyen eller Cumulus ser ud som store, kuppelformige Toppe, der hvile paa et vandret Grundlag. Disse Skyer ere sædvanligvis meget tætte og svæve i de Luftlag, der ere nærmest Jorden, og deres Højde kan derfor ikke være meget betydelig. Disse Skyer dannes ved Fortætning af de Vanddampe, der om Dagen stige op i Luften; naar de kun vise sig paa den varmeste Del af Dagen, er dette et Tegn paa vedvarende godt Vejr. Voxe de i Størrelse, idet de synke ned i lavere Luftlag, uden at forsvinde om Aftenen, er dette et Forbud paa Regn.

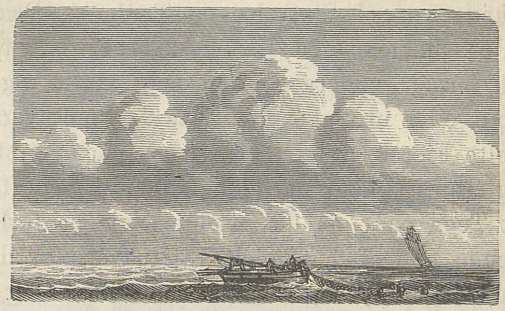


Fig. 172. Klodeskyen (Cumulus).

Lagskyen eller Stratus er et udbredt, sammenhængende, lavtliggende Skylag. Disse Skyer dannes sædvanligvis efter Solnedgang og tiltage i Tæthed i Løbet af Natten, hvorimod de om Dagen ofte forsvinde ved Solens Varme.

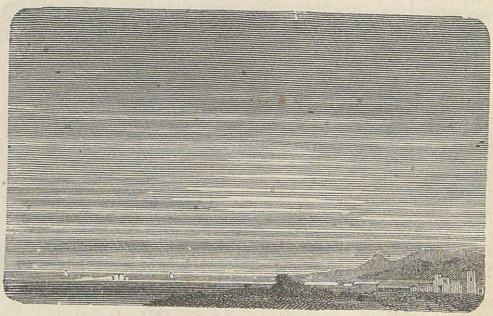


Fig. 173. Lagskyen (Stratus).

Disse Hovedformer fremtræde dog næsten aldrig fuldkommen udprægede, men i mangfoldige Overgange, som det hyppig falder vanskeligt at klassificere. Formerne holde sig ikke længe uforanderlige, ligesom Skyen selv

jo heller ikke fremstiller noget Uforanderligt, men uafbrudt ligesom kæmper en Kamp for Tilværelsen. Makrel- eller Lammeskyen (Cirro-Cumulus) bestaar af smaa, vel begrænsede Skymasser, der sværve meget højt oppe i Luften, og fremgaar af Fjerskyen, hvis fine Traade boltre sig sammen til smaa, runde Skyer, der ligne Bomuldstotter. Denne Skyform forekommer navnlig om Sommeren i smukt og roligt Vejr.

Den fjerlignende Lagsky (Cirro-Stratus) dannes ofte af Fjerskyer, som fortætte sig og dække Himlen som et sammenhængende Slør; de ere ofte et Forbud paa Storm, navnlig naar de hurtig voxe i Størrelse og Tæthed. Denne Skyform forekommer ofte sammen med Lammeskyerne, og af de Forandringer, disse Skyformer undergaa, kan man slutte sig til, om man tør vente godt eller uroligt Vejr. Gaa Lammeskyerne nemlig over i de lagdelte Fjerskyer, kan man med temmelig stor Sikkerhed vente Regn og Storm; naar derimod Lammeskyerne faa Overvægten, er dette et Tegn paa, at det urolige Vejr er forbi. Det er i de højtliggende Lag af de lagdelte Fjerskyer, at de tidligere omtalte Hove omkring Solen og Maanen samt Bisole og Bimaaner danne sig.

Den lagdelte Klodesky (Cumulo-Stratus) dannes, naar Lagskyen eller den lagdelte Fjersky blander sig med Klodeskyerne. Denne meget almindelige Skyform angiver Tilstedeværelsen af meget fugtig Luft. Naar den lagdelte Klodesky efterhaanden forsvinder for Klodeskyen, er det Tegn paa, at Vejret bliver bedre, tiltager derimod den lagdelte Klodesky i Størrelse og Tæthed, er dette i Regelen et Forbud paa Regn, og i saa Tilfælde gaar den lidt efter lidt over i Regnskyen eller Nimbus, der, som Navnet antyder, giver Regn.

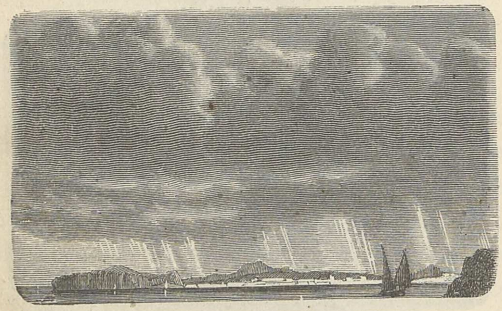


Fig. 174. Regnskyen (Nimbus).

Naar et vedvarende Regnvejr indtræder, danner der sig i de øvre Luftlag sædvanligvis et jævnt Lag af lagdelte Fjerskyer, og under dette ser man sønderrevne, klodelignende Skyer komme drivende

med Vinden, tiltage i Størrelse og Mængde og forene sig med hverandre til et graat Skylag, hvor fra Regnen falder.

Fæste vi nu vor Opmærksomhed paa Regnens Fordeling over Jorden, maa vi atter først rette vort Blik paa de tropiske Egne. Vi finde da, at Calmerne ere et Regnbælte, hvor de med den varme Luft opstigende Vanddampe fortættes i Luftkredsens højere Lag og atter falde ned i uhyre Regnskyl. Denne tropiske Regn er knyttet til Calmernes Bælte og forskydes med dette mod Nord og mod Syd efter Solens Løb. Saa snart en Egn kommer ind i Calmernes Bælte, begynder dens Regntid. Egne, som ligge i umiddelbar Nærhed af Æqvator, have selvfølgelig tvende Regntider, der efter deres ulige Varighed betegnes som den store og den lille; men de fleste tropiske Egne have dog kun én Regntid, der svarer til vor Sommer, og en tør Tid, svarende til vor Vinter. Indianerne ved Orinocofloden bruge Benævnelserne „Skyernes“ og „Solens Tid“. Nord og syd for Calmernes Bælte ligge tvende Bælter med meget klar Luft og Regnfattigdom; her herske Passatvindene, og da disse blæse fra køligere til varmere Egne, og Luften derhos altid er langt fra sit Mætningspunkt, er det naturligt, at Passatvindene ere tørre. I Passatvindenes Bælte kan der derfor i Regelen ikke indtræde nogen Fortætning af Vanddampene, og navnlig fremtræde de tvende regnløse Bælter med største Skarphed over det aabne Hav, hvor Passatvindene naa deres fulde Udvikling. Naar imidlertid Passatvinden støder paa et højt Land, hvorved Vinden tvinges til at stige opad, kan den dog forvandles til en Regnvind. Dette er Tilfældet i Sydamerika, hvor Sydøstpassaten under sin fortsatte Gang ind over Landet lidt efter lidt maa stige til Vejrs og saaledes udtømme sin Fugtighed i mægtige Regnskyl, der fremkalde den yppige Vegetation i Amazonflodens Dal. Hvis derimod den mægtige Andeskjæde hævede sig umiddelbart ved det atlantiske Hav, altsaa Lavlandet laa vest, i Steden for øst for Bjærgene, vilde Brasilien for største Delen være Steppeland eller en fuldstændig Ørken. Saadanne Forhold træffe vi netop i Avstralien, og denne Verdensdels store Tørke hidrører umiddelbart fra de Bjærgmasser, som strække sig langs Øst- og Sydøstkysten. Sydøstvinden, der blæser fra April til Avgust, udtømmer sin Vandfylde i mægtige Regnskyl over dette Hjørne af Landet, medens det Indre ikke modtager nogen Fugtighed. Paa lignende Maade bliver

ogsaa kun den nordlige Kyst vandet af Nordvest-Monsunen; her knejse derfor ogsaa skyggefulde Skove, Platanen og Kokospalmerne trives fortræffelig; men hinsides Torresstrædet er Plantevæxten atter kun tarvelig, fordi Regnen mangler. Indiens betydelige Regnmængde og deraf følgende Frugtbarhed er ligeledes betinget af Landets Bygning og Bjærgmassernes Fordeling. Sydvest-Monsunen, der er fuldstændig mættet med Dampene fra det varme indiske Ocean, preller i Syd mod Ghatesbjærgene og udtømmer under sin Retning mod Nord sin Fugtighed i en vældig Nedbør, medens Dekhans Højslette kun har en middelmaadig Regn. Paa samme Maade udtømme de fra den bengalske Bugt kommende Vinde deres Fugtighed i saa umaadelige Regnskyl, at selv de tropiske Egne her staa tilbage. I Cherrapoonjee, der ligger omtrent 4000 Fod over Havet, er den aarlige Regnmængde 543 danske Tommer og overgaas kun af Kharia-hill i Ghatesbjærgene, hvor Regnmængden endog naar 583 Tommer. For at give en Forestilling om Mægtigheden af de tropiske Regnskyl i disse Egne ville vi anføre, at der i Cherrapoonjee i Juni 1851 faldt ikke mindre end 3738^{mm} Regn, hvilket giver en daglig Regnhøjde af $4^3/_4$ Tomme. I de højere Egne af Himalaja og paa den modsatte Side af Bjærgene, i Tibet, aftager derimod Regnmængden hurtig.

I de tempererede Bælter er Regnmængden langt lavere end i Troperne, og Fordelingen af Regnmængden er langt mere regelmæssig; dog er Regnen ikke ganske ligelig fordelt over Aarets forskjellige Maaneder. I Vinterhalvaaret er Regnmængden paa Evropas Vestkyst større end i Sommerhalvaaret, medens i det indre Evropa Sommeren har en noget rigere Nedbør end Vinteren. Bjærgenes Retning har dernæst ogsaa i vor Verdensdel stor Betydning for Regnmængdens Fordeling; det regner overalt stærkere paa en Bjærgkjædes vestlige end paa dens østlige Side, og dette er navnlig Tilfældet paa de britiske Øer og i Norge, hvor Bjærgene strække sig umiddelbart langs Kysten. Irlands Vestkyst har saaledes en Regnmængde af 38 d. Tommer, medens den i Portree (Øen Skye) naar op til 96 Tommer, ja enkelte Egne af Cumberlands-Bjærgene have endnu større Regnmængde (Borrowdal-Seathwaite 148 Tommer). Regnmængden paa Norges Vestkyst er, som sagt, ligeledes meget betydelig. I Bergen, der er bekjendt for sin store Rigdom paa Regn, er den aarlige Regnmængde saaledes



Fig. 175. Skovbrand.

70 Tommer; men den højeste Regnmængde (76½ Tommer) findes dog i Ladestedet Florø, hvis Beliggenhed med høje, stejle Bjærge mod Øst frembyder en saa særdeles gunstig Betingelse for Dannelsen af Regn. Øst for Bjærgene synker Regnmængden betydelig, i Kristiania er den saaledes 20 Tommer, paa Dovre endog kun 12½ Tomme. Ogsaa med Hensyn til Regnmængdens Fordeling paa de enkelte Aarstider findes nogen Forskjel. I Sydevropa falder den meste Regn som Vinterregn, medens Vestevropa mest har Foraars- og Efteraarsregn, Mellem- og Østevropa endelig mest Sommerregn.

Endnu skulle vi kun omtale Regnforholdene i Danmark lidt nøjere. Regnmængden er i Kjøbenhavn gjennemsnitlig 21 Tommer, men er for øvrigt temmelig ulige i de forskjellige Egne; den er størst (over 27 Tommer) ved Jyllands Vestkyst, i de sydlige Dele af Jylland, Fyn og Sjælland samt paa Bornholm, mindst (19 Tommer) i det nordøstlige Fyn og det vestlige og nordvestlige Sjælland. Foraaret er hos os den tørreste, Efteraaret den fugtigste Aarstid. Antallet af Nedbørsdage er gjennemsnitlig 156 aarlig, hvoraf 34 ere Snedage. Regnmængden kan i øvrigt variere meget stærkt i de forskjellige Aar; i Aaret 1866 steg den til 29 Tommer, medens den det foregaaende Aar dalede til 13 Tommer. Endnu større Afvigelser gjælde for Aarstidernes og Maanedernes Vedkommende. Saaledes havde Sommeren 1864 en Regnhøjde af 12 Tommer, Sommeren 1868 derimod næppe 3 Tommer; i Avgust 1864 var Regnhøjden 6 Tommer, i Avgust 1867 kun ⅔ Tomme.

7. Cykloner, Tornados og Hvirvelvinde.

Naar Luftstrømningernes Fart har naaet en Hastighed af 90 Fod i Sekundet (14 Mil i Timen), er Vinden voxen til Storm. Den stormende Bevægelse fremgaar naturligvis altid ved den store Forskjel i Barometerstanden mellem nærliggende Egne, altsaa ved høje Gradienter. Naar f. Ex. Lufttrykket mellem Vesterhavets Vest- og Østkyst varierer med 15 Millimeter, kan man med Sikkerhed vente stormfuldt Vejrlig over dette Hav. I Almindelighed kan man med Gradienter paa 5 Millimeter vente Storm, og Gradienter, der have mindst denne Størrelse, kaldes Stormgradienter; men i Troperne forekomme endogsaa Orkaner, hvis Gradienter

stige til 45 Millimeter. Ved Stormene i det tempererede Bælte, der, som vi have hørt, optræde som Hvirvelbevægelser omkring et Barometer-Minimum, have i Regelen kun enkelte Dele af denne Hvirvel Stormgradienter; men ved Stormene i det varme Bælte finder man Stormgradienter paa alle Kanter af Minimet, og slige Storme kaldes Cykloner. Fra disse, fra Teifunerne, Hurrikanerne og Tornados til Skypomperne, Sand- og Vandpomperne, Støvsøjlerne og lokale Hvirvelvinde findes successive Overgange; der lader sig paavise et stort Antal Mellemtrin, som Reye har godtgjort med videnskabelig Nøjagtighed.

Heftige Hvirvelvinde indtræde hyppig som Følge af storartede Ildebrande. Olmstedt meddeler et interessant Exempel herpaa. Et Sivkrat med enkelte iblandede Træer — det dækkede en Flade paa omtrent en Snes Tønder Land — blev antændt, og efterat Ilden havde bredt sig, begyndte der at vise sig Hvirvelvinde over de varmeste Dele; i Begyndelsen vare de forholdsvis smaa, deres Højde naaede kun 30—40 Fod, men de fulgtes af andre, som naaede en Højde paa mere end 200 Fod. Flammen og Røgen, der dannede Søjlerne, var fuldstændig forskjellig fra de andre Masser, som stege op fra Baalet, og selv da Ilden for en stor Del var udbrændt, dannede der sig mange Hvirvelvinde over Asken. I Begyndelsen af Branden herskede Nordøstvinden, men snart blæste Luften fra alle Kanter ind mod Midten af Baalet. Røgsøjlerne hævede sig lodret mere end 600 Fod i Vejret, bøjede derpaa pludselig af og viste saaledes nøje, hvor den herskende Nordøstvind fik Overtaget over de Baalet omgivende Luftstrømninger. Endog langt mere storslaaede Hvirvelvinde opstaa lejlighedsvis ved de mægtige Skovbrande, som i enkelte Egne lysne op i Urskovene. Da Dr. Cowles i 1824 ved Amherst en varm, rolig Dag lod antænde 4 Tønder Land med Højskov og Krat, forenede Røgen og Flammerne sig til en stor, kegleformig Hvirvelsøjle, som ledsagedes af en heftig Susen eller Brølen; under en lignende Brand i Stockbridge var Hvirvelvinden saa heftig, at den rev unge Træer paa 6—8 Tommers Tykkelse op af Jorden og førte dem 40—50 Fod bort. Lignende Hvirvelsøjler danne sig undertiden over virksomme Vulkankratere. Prof. v. Seebach iagttog under Santorins Udbrud den 8de April 1866 en slig Askepumpe, der, ledsaget af den sædvanlige Torden, pludselig hævede sig som en vældig Dampskrue til

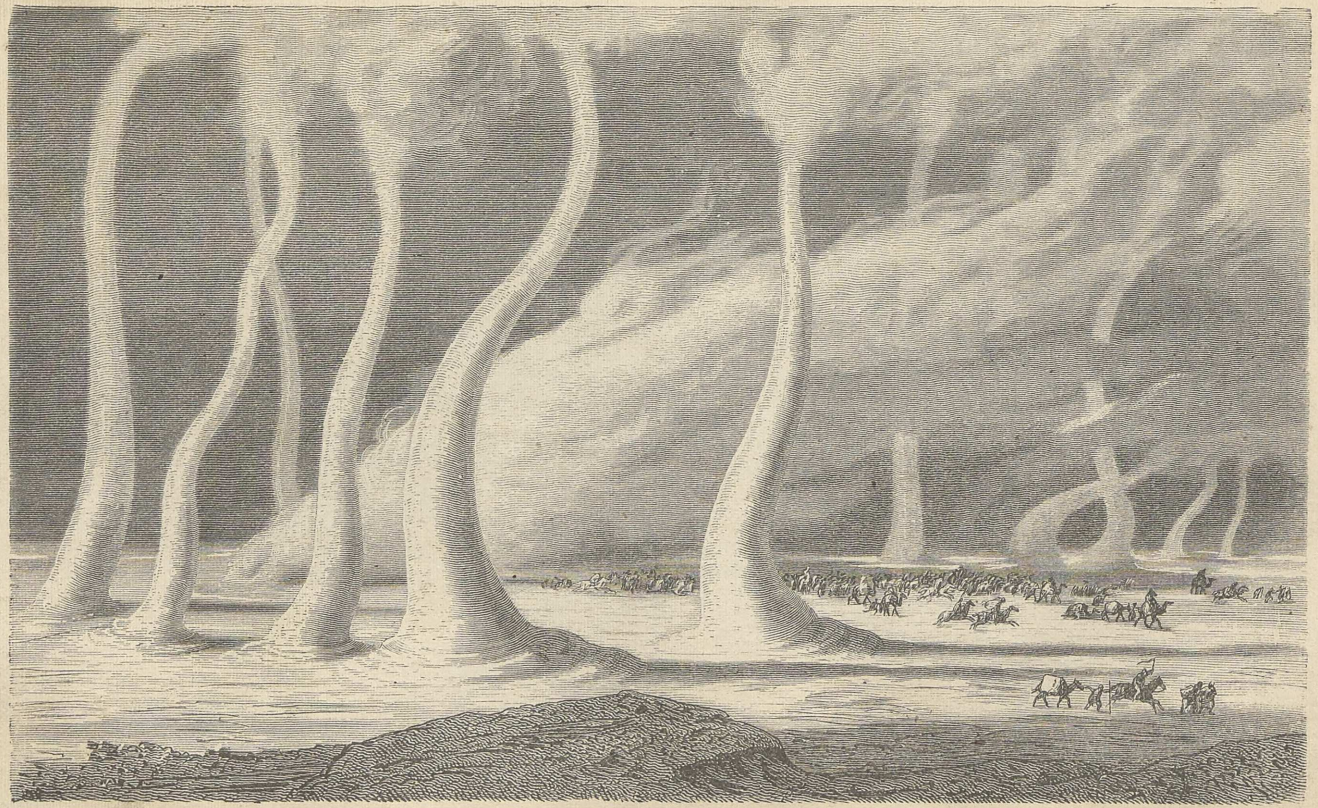


Fig. 176. Sandpumper i Sahara.

en Højde af 18 500 Fod. De Vanddampe, som rives med af slige Hvirvelvinde, fortætte sig undertiden over Røgsøjlen til Regnskyer, der udsende Lynild og Torden.

Gaa vi nu over til de egentlige Hvirvelvinde, kjende vi dem i den simpleste Form som de smaa Hvirvler, der en stille Dag paa større Pladser og Korsveje løfte Sand og Blade i Vejret og sjælden vare længere end en halv Minut. Mere storartede fore-

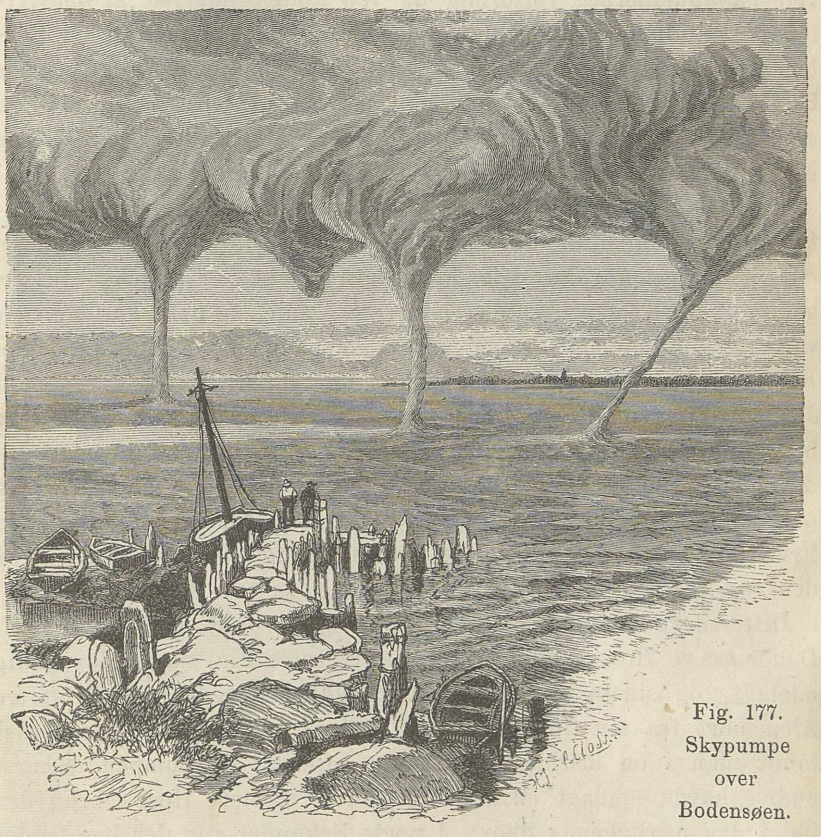


Fig. 177. Skypumpe over Bodensøen.

komme slige Hvirvler i de russiske Stepper; men mest bekjendte ere Saharas høje, bevægelige Sandsøjler, om hvilke man tidligere fantaserede, at de kunde begrave hele Karavaner. Ogsaa i Avstralien kjender man disse roterende Støvsøjler, som særlig hyppig optræde over skyggeløse Sletter. Belt, der nøje har studeret disse avstralske Lufthvirvler, udtaler den Anskuelse, at de ere Kanaler,

som føre den ophedede Luft fra Jordens Overflade op til højere Regioner.

I Regelen gaar en trykkende, lummer Luft forud for Hvirvelsøjlerne; ofte hersker Vindstille; men stadig ere Vejrforholdene af den Art, at man ikke kan bringe dem i nærmere Forbindelse med selve Fremtoningen. Formen for disse Fremtoninger er mangfoldig, snart, fornemmelig ved Sandpumperne, tragtformig, snart, ved Vandpumperne, rørformig og ved Foden omgiven af ophvirvlende Vanddunster og skummende Vand; Gjennemsnittet er ligeledes forskjelligt, og de kunne naa 2000, ja indtil 5—6000 Fods Højde. I mange Tilfælde kan man se af de Ødelæggelser, der ere anrettede i Nærheden af Pumperne, at der ved Foden af Søjlerne har fundet en Tilstrømning af Luft Sted fra alle Kanter.

De Ødelæggelser, Skypumperne anrette, ere ikke sjælden betydelige. Lampadius har givet os en Skildring af en Skypumpe, der i forrige Aarhundrede hjemsøgte Flækken Hainichen i Erzgebirge. Om Dagen blæste foranderlige Vinde, og flere Tordenbyger vare stegne op og dragne forbi; men henimod Eftermiddagen Kl. 4 sænkede et langt, taageagtigt Rør sig fra Skyerne ned mod Jorden, omtrent i en Mils Afstand fra Hainichen. Flere Gange blev det draget op igjen, men sænkedes atter ned, og nu begyndte det med rasende Fart at gjennemløbe og ødelægge en Strækning paa en Mil i mindre end 8 Minutter. Alt, hvad denne frygtelige Fremtoning mødte paa sin Vej, blev ødelagt. I Arensdorf, hvor den tog sin Begyndelse, rev den Tagene, ja selv Husene med sig; i Dittersdorf ødelagde den en hel, nylig opbygget Herregaard. Den massive Hovedbygning blev, paa venstre Fløj nær, fuldstændig ødelagt, og sidstnævnte Fløjbygning løftedes med uhyre Kraft tre Alen bort fra sin tidligere Grund. Taget og de kornfyldte Lader fandt man i en nærliggende Dam. Efter at Skypumpen dernæst endnu havde ødelagt en anden Ejendom og flere Huse, brød den ind i den nærliggende Skov. I nogle Sekunder var der her fældet en hundrede Fod bred Allé; intet Træ, ingen Busk blev skaanet paa dens Vej, Ege- og Lindetræer fandt man knækkede og oprevne med Rode. Sluttelig løftede Pumpen endnu en Karl med tvende Heste op i Luften, slyngede Manden ned i en Hulvej, Dyrene ned i et nærliggende Krat, spredte sig derpaa og forsvandt sporløst, som den var kommen.



Fig. 178. Vindfæld i Skoven.

Reye antager, at disse Hvirvler ere vertikale Luftstrømme, som føre varm, fugtig Luft bort fra Jordens Overflade eller ogsaa sænke kold Luft ned til samme. „Den Pludselighed," siger Reye, „hvormed slige Hvirvler dannes af sig selv i rolig Luft, og Voldsomheden i deres Optræden gjør den Opfattelse sandsynlig, at en ustadig (labil) Ligevægt i Luftkredsen gaar forud for dem, og at de frembringe en voldsom Omvæltning i Luftkredsen, hvorved den faste, stadige Ligevægt igjen bringes til Veje. Under Luftkredsens stabile Ligevægt maa Bevægelsen af en ikke synderlig bred Luftstrøm rask blive lammet ved den passive Modstand fra de rolige Luftlag, som gjennembrydes, saaledes som vi iagttage det ved Røgsøjlerne fra vore Skorstene. Fremkomsten af hin ustadige Ligevægt i den rolige Luftkreds er nu ikke vanskelig at forklare. Fra den opvarmede Jordbund modtage de lavere Luftlag paa stille, solklare Dage lidt efter lidt en højere Temperatur, saa de langsomt udvide sig. Under urolig Luft eller paa et ugunstigt Terrain vilde denne opvarmede Luft hurtig i mindre eller større Masser løsne sig og stige op fra Jorden, som Dampblærerne i det kogende Vand, og koldere Luft vilde paa andre Steder sænke sig ned og brede sig over Jorden; ved denne Slags Bevægelser forklarer man sig Luftens Sitren over Ovne, ophedede Grusveje o. s. v.; men under gunstige Forhold kunne de laveste Luftlag stedvis blive opvarmede saa stærkt, at de, trods det større Lufttryk, som hviler over dem, endog blive mindre vægtfyldige end de Lag, som hvile over dem. Bevis herpaa ere Sandørknernes gjøglende Luftsyn, som ikke sjælden vise sig faa Minutter, før den frygtede Ørkenstorm rejser sig. En tilfældig Forstyrrelse i Ligevægten, maaske fremkaldt af en Rytter eller Skyggen fra en Sky, sætter nu den opsamlede Varmemængde pludselig i Bevægelse, og med en voldsom Opdrift river Luften Hvirvelsøjler af Sand højt op i Vejret med sig."

Vi vende os nu til de Fremtoninger, som amerikanske Meteorologer snart henregne til Pumperne, snart til Orkanerne, nemlig Tornados. I deres ydre Form ligne de ganske vist Vandsøjlerne, men overgaa dem langt i Udstrækning, idet Bredden af deres Bane gaar op til en Fjerdingvej, Længden varierer mellem $^1/_2$ og 50 Mil, og Bevægelseshastigheden er 10 Mil i Timen. Med meget faa Undtagelser bevæge alle Tornadoer sig mod Øst med en ringe nordlig Afvigelse, og ikke sjælden optræde samtidig flere i en Af-

stand af 2—12 Mil og gjennemløbe parallele Baner. Tornadoen hopper op og ned, overspringer ofte lange Strækninger, tager sin Vej over Trætoppe og kommer igjen ned til Jorden.

Ved Tornadoerne er Luftstrømmen overvejende rettet mod Centret, ved de store Cykloner er den derimod spiralformig og gaar paa den nordlige Halvkugle mod Urviserens Gang, paa den sydlige med samme. Stormen i en Cyklon blæser ikke ensformig, men mest i heftige Kast og Stød; den ledsages af tætte Skyer og uhyre Regnskyl, i Regelen ogsaa af Torden og Lyn. Dagen forvandler sig næsten til Nat. For neden opsuger Centret de fugtige Luftmasser i Spiralvindinger, for oven piskes de mørke Stormskyer med rasende Fart fra hverandre. Hundreder af Mile rundt omkring Stormens egentlige Arne er Himlen dækket med tykke Skymasser; Skyerne dække Firmamentet i de øvre Luftlag og sænke sig derpaa næsten ned til Jorden, idet de mere og mere formørke Dagens Lys. Nu begynder det at regne uafbrudt, i sammenhængende Strømme. Dag og Nat strømmer Vandet ned, som om alle Himlens Sluser vare aabnede. Barometret falder mere og mere, jo nærmere Stormens Centrum kommer, med Stormens Heftighed voxer ogsaa Størrelsen af Barometerfaldet, og i det Hele taget er Barometrets Falden det sikreste Tegn paa den sig nærmende Orkan. I Regelen varer det derpaa endnu nogen Tid, før Stormen bryder løs; men undertiden indfinder den sig dog saa rask, at Barometrets Advarsler komme for sent. Under en frygtelig Teifun den 6te Oktober 1831 kom Stormen næsten samtidig med Barometerfaldet, saaledes at Skibene i Macaos Havn ikke kunde træffe nogen som helst Forsigtighedsregler og gik til Grunde i Tusendvis. En saa pludselig Løsbryden er i det Hele ikke sjælden ved Teifunerne i det kinesiske Hav. Dog gives der visse almindelige Tegn, som bebude den sig nærmende Ødelægger. Meget smukt Vejr med overordentlig klar Luft, betydelig Hede og Vindstille, og usædvanlig høj Barometerstand under Sydvest-Monsunen ere mistænkelige Tegn for Sømanden; viser der sig derhos en paafaldende rød Farve paa Himlen, flyve Skystumper afsted i en fra Vinden afvigende Retning, iagttager man en hul Sø, og stiger endelig en mørk Skybanke op i Nordøst eller Sydøst, er en Teifun utvivlsom i Opmarche. W. Wagners Undersøgelser have godtgjort, at Cyklonerne i Regelen danne sig over den bengalske Bugt, naar ingen Luftstrøm blæser hen over samme

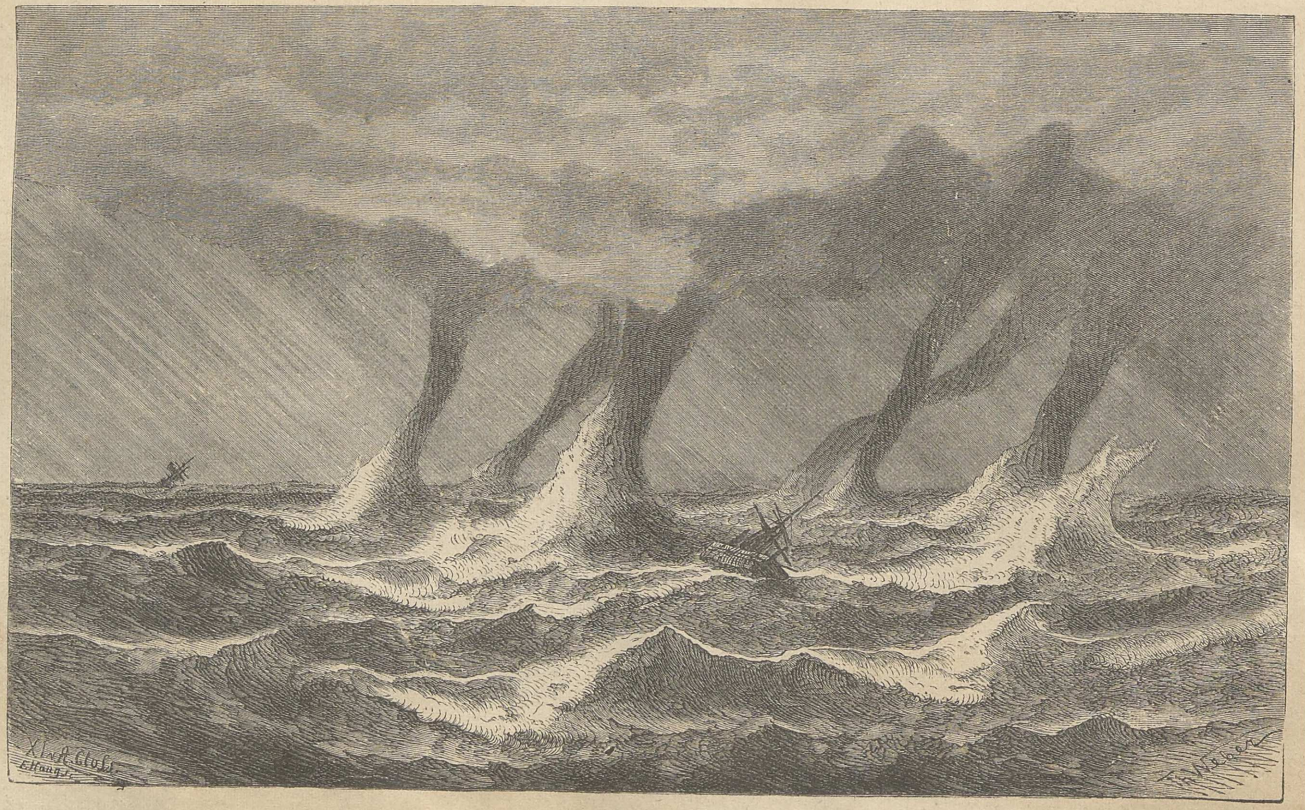


Fig. 179. Skypumper over Havet.

i en fast Retning, naar Atmosfæren er rolig eller kun bevæges af lette og foranderlige Vinde, naar Lufttrykket er ens eller næsten ens ved alle Kyster, og der kun falder liden Regn ved Bugtens østlige og nordlige Kyster og i Bengalen. Omvendt træffe Skibe, der gjennempløje Midten af Bugten, hvor Cyklonerne opstaa, til slige Tider ufravigelig Strømme af Regn og et Barometertryk, der er lavere end rundt omkring Kysterne. Sluttelig hersker en vestlig Kastevind i Nærheden af Æqvator, og naar der har uddannet sig et Minimum over Bugten, blæser denne Vind ind i samme og giver saaledes Stormen sin Hovednæring.

En af de mest rasende Orkaner, man kjender, er den vestindiske Cyklon af 10de Oktb. 1780; den er særlig bekjendt ved Ødelæggelsen af Admiral Sir Rodneys Flaade. Allerede en Uge før den egentlige Hvirvelstorms Løsbryden havde en Orkan paa Jamaica ødelagt Skibene Scarborough, Barbadoes, Victor og Phønix, medens Kronprinsessen, Henry og Austin i Savanna-la-Mar mistede deres Ankere, dreve ind i Sumpene og senere bleve kastede saa højt paa Land, at de tjente til Boliger for de Indbyggere, som overlevede Katastrofen. Centret for Orkanen af den 10de Oktober rykkede over Barbadoes til Santa Lucia, medens de yderste Grænser samtidig naaede Trinidad og Antigua. I St. Lucia ramte Orkanen Admiral Hothams Eskadre, ødelagde derpaa ved Sydkysten af Martinique en fransk Konvoi paa to Fregatter og 50 Transportskibe med 5000 Mand i den Grad, at kun sex eller syv Fartøjer reddedes. Centret skred videre frem over Portorico, hvor Deal Castle strandede, og over Mona til Silver-Keys, hvor Stirling Castle gik under. Den samme Skæbne havde Thunderer, hvor Commodore Walsinghams Flag vajede. Efter at have naaet den 26° n. Br. drejede Orkanen mod Nordøst, traf i Savanna-la-Mar de afmastede Skibe Trident, Ruby, Bristol, Hector og Grafton under Admiral Rowley, vendte sig derpaa mod Bermudas-Øerne og indhentede det allerede tidligere ubrugbart blevne Berwick, som var paa Hjemvejen til England. Stormen rasede med ikke mindre Kraft over de vestindiske Øer. Paa Martinique omkom 9000 Mennesker, 1000 alene i St. Pierre, hvor intet Hus blev staaende, da Havet svulmede 25 Fod og 150 Huse i et eneste Øjeblik skylledes bort ved Stranden. I Port Royal blev Domkirken, 7 Kirker og 1400 Huse kastede omkuld og 1600 Syge, af hvilke kun faa reddedes,

bleve begravne under Hospitalets Ruiner. I Dominica bleve næsten alle Huse ved Stranden revne bort, det kongelige Bageri, Magasinerne og en Del af Kasernen ødelagt. I St. Eustache knuste Stormen 7 Skibe paa Klipperne ved North Point, og af 19 andre, der sprængte deres Ankere og dreve til Søs, kom kun et eneste tilbage. I Santa Lucia, hvor 6000 Mennesker fandt Døden, bleve de stærkeste Bygninger ødelagte til Grunden, Kanonerne drevne mere end 100 Fod bort, og Mennesker og Dyr løftede fra Jorden og slængte flere Skridt bort. Havet gik saa højt, at det ødelagde Fortet, og et Skib strandede mod Marinehospitalet; endog Koralbankerne paa Havbunden bleve ødelagte, og Brudstykker opdyngedes saaledes over hverandre, at de senere vare synlige over Havet. Af 600 Huse i Kingstown paa St. Vincent bleve kun 14 staaende, og Sir Georg Rodney siger i sin Rapport: „Kun mine egne Øjne have kunnet overtyde mig om Muligheden af, at Vinden evner saa fuldstændig at ødelægge en saa blomstrende Ø som Barbadoes.“ Paa Øerne under Vinden, „Leward-Islands“, trak Guvernørens Familie, da Orkanen voxede, sig tilbage til Midten af Huset, der med sine tre Fod tykke Mure lovede tilstrækkelig Beskyttelse; men alligevel brød Stormen sig Vej; man flygtede ned i Kjælderen, men her steg Vandet fire Fod; man reddede sig ud paa Batteriet og søgte Ly under Kanonerne, men nogle Tolvpundingere bleve revne 420 Fod bort. Da Dagen brød frem, lignede hele Egnen et Vinterlandskab, ingen Gren, intet Blad var synligt paa Træerne.

De tropiske Orkaner ere heldigvis langt fra saa hyppige som de udbredte og stærke Hvirvelvinde under højere Bredder; hvis de indfandt sig lige saa talrig som disse, vilde alt Samkvem paa Havet, ja selv i enkelte Egne paa Fastlandet være saa godt som en Umulighed. De fleste Cykloner indtræffe i hver Halvkugles varmeste Maaneder. Teifunerne paa det kinesiske Hav forekomme hyppigst under Sydvest-Monsunen, men ogsaa i de første Maaneder af Nordøst-Monsunen. De farligste Maaneder ere de, hvor Monsunerne vexle, især i September, til Dels ogsaa i Oktober, hvorimod Aarets fire første Maaneder synes ganske fri for disse Storme.

De tropiske Hvirvelstormes Bevægelse er overordentlig mærkelig. Allerede Capper havde ved Aarhundredets Begyndelse fundet, at de Storme, som opstaa i den nordlige Del af det tropiske Bælte, ved Vendekredsen pludselig skifte deres oprindelige, fra Sydøst

mod Nordvest gaaende Retning og nu gaa i Retning fra Sydvest mod Nordøst. Stormene paa den sydlige Halvkugle have i Troperne Retning fra Nordøst mod Sydvest, men bøje ved Overgangen til det sydlig tempererede Bælte i Retning fra Nordvest mod Sydøst. Teifunerne over det kinesiske Hav vise dog en stor Uregelmæssighed i deres Baner, og dette gjælder efter Wagners Undersøgelser navnlig om Teifunerne nord for Formosa og mellem Kina og Japan, hvor de endog hyppig gaa fra Landet over Havet, derpaa bøje om og gaa tilbage over Landet. Derimod blæser Vinden i en Teifun paa den nordlige Halvkugle stadig omkring Stormcentret i en Retning, der er modsat Urviserens Gang.

Cyklonernes egentlige Arne er i det Enkelte aldeles usikker. Reye bemærker, at flere atlantiske Hvirvelstorme øjensynlig ere af afrikansk Oprindelse, saaledes t. Ex. den Orkan, der mod Slutningen af Avgust 1853 fra det grønne Forbjærg gik over Oceanet, bøjede om langs de forenede Staters Kyst, paa den ene Side berørte New-Foundland, paa den anden Britanniens Vestkyst og efter tretten Dages ødelæggende Rasen endelig tabte sig hen imod Ishavet.

8. Luftkredsens elektriske Fremtoninger. — Tordenvejr. — St. Elmsild. — Nordlyset.

Luften er altid elektrisk; ved klar og ved skyfuld Himmel, ved Dag og ved Nat viser Elektroskopet altid en svag Elektricitet, denne Elektricitet er næsten uden Undtagelse positiv, og dette er altid Tilfældet, naar Luften er klar. Naar Himlen er dækket med Skyer, er Luftens Elektricitet svagere end ved klar Himmel, og i øvrigt have alle atmosfæriske Forhold Indvirkning paa Luftelektriciteten; Skyerne, Regnen, Sneen, Vindenes Retning og Styrke udøve saaledes deres Indflydelse; men hvad Kilderne til den atmosfæriske Elektricitet angaar, er det endnu ikke lykkedes Videnskaben bestemt at paavise dem, skjønt der ikke er Mangel paa Theorier og Hypotheser.

Denne Luftens stadige Elektricitet unddrager sig dog den umiddelbare Iagttagelse, som derimod fængsles desto mere af Tordenvejrene, de mest storslaaede elektriske Fremtoninger,

vi kjende. Tordenskyerne, i Regelen tætte Cumulus-Masser, ere allerede langt borte kjendelige ved deres ejendommelige Udseende. Efter Beccaria kan man med Sikkerhed gjøre Regning paa Udbruddet af et Tordenvejr, naar der i stille Vejr paa et eller andet Punkt af Synskredsen hurtig opstiger tætte Skyer, der ere tydelig og skarpt afgrænsede som høje sneklædte Tinder; naar Skyerne synes ligesom at udvikle sig indenfra udad, og Omridsene derhos miste deres Skarphed og Tydelighed; naar der endelig af de tidligere Skysamlinger synes ligesom at danne sig en eneste stor Sky.

I Tordenskyerne findes en uhyre Mængde fri Elektricitet, og trods de betydelige Afstande virker denne paa de omgivende Gjenstande saaledes, at den ensartede Elektricitet bortstødes, den uensartede derimod tiltrækkes. Legemer, der ellers ikke vise Spor af Elektricitet, kunne under en slig Paavirkning blive stærkt elektriske; deres elektriske Ligevægtstilstand forstyrres nemlig, den uligeartede Elektricitet tiltrækkes ved Skyens Elektricitet, den ensartede trænges ned i Jorden. Saaledes opstaar en elektrisk Spænding, en Bestræbelse hos de tvende Arter Elektricitet efter at forene sig, en Bestræbelse, der imidlertid hindres ved Luftlagenes Modstand; bliver denne Modstand imidlertid overvunden, paafølger Foreningen ved en mægtig elektrisk Gnist, Lynet, der fremkalder en heftig Bevægelse i Luften, Tordenen.

Lynet maa vi altsaa opfatte som en elektrisk Gnist enten mellem to, med modsatte Elektriciteter ladede Skyer eller mellem en Sky og Jorden. Hvorledes deres Form end er, synes Lynene altid at have en mærkelig Varighed, hvad der dog kun er en Virkning af Lysindtrykkets Varighed i Øjet; thi selv de hurtigst bevægede Legemer (f. Ex. Regndraaberne) synes, i den Tid de oplyses af et Lyn, at staa fuldkommen stille, og ved forskjellige Experimenter tror man at have udfundet, at Lynet ikke varer $^1/_{20\,000}$ af et Sekund.

Hvad Lynets Udseende angaar, er dette ikke altid det samme, og man kan dele dem i tre Klasser. Til den første høre de Lyn, der have Udseendet af en meget skarpt begrænset, zigzagformet Lysstribe. Slige Lyn kunne have en Længde af 3—4 Mil, uden at man dog af Lynenes Længde kan drage nogen Slutning om den Mængde Elektricitet, der er ophobet i Skyerne. Den anden Art Lyn, der er meget mere hyppig end den først omtalte, viser sig

som en bred, lysende Flade, der oplyser Skyerne enten i deres hele Udstrækning eller stundum blot deres Rande*). Endelig har man ikke saa faa Beretninger om en tredje Slags Lyn, Kuglelyn, der under Form af en stor Ildkugle undertiden komme til Syne under et Tordenvejr, og som i Modsætning til Lynet bevæge sig saa langsomt, at de kunne dvæle flere Sekunder paa samme Sted og pludselig forsvinde, stundum lydløst og stundum under en stærk tordenlignende Larm, udspyende Gnister til alle Sider. Trods de mange Beretninger ere Naturforskerne dog tilbøjelige til at betvivle deres Virkelighed og at henføre de fleste af de formentlige Iagttagelser til en optisk Skuffelse; i det Mindste er en saadan Form af den elektriske Udladning os aldeles uforklarlig efter vort nuværende Kjendskab til Lovene for Elektriciteten, og ingen Fysiker har nogen Sinde i sit Laboratorium kunnet frembringe en lignende Fremtoning. V. Planté.

De voldsomme Svingninger, hvori en saa stærk elektrisk Udladning sætter Luften, fremkalde Tordenen. Lyn og Torden opstaa altsaa samtidig paa samme Sted, og at man først hører Tordenen en kjendelig Tid efter, at man har iagttaget Lynet, skyldes den Omstændighed, at Lyden forplanter sig mangfoldige Gange langsommere end Lynet. Skjønt Lynet viser sig samtidig paa alle Punkter af sin Bane, er Tordenen dog af en forholdsvis lang Varighed; dette hidrører derfra, at vi ikke samtidig kunne høre Lyden af de Explosioner, Lynet foraarsager paa sin Vej; vi opfatte derfor ikke Tordenen som en momentan Lyd, men som en lang, rullende Buldren, der yderligere forstærkes ved de mange Tilbagekastninger.

Lynet frembringer ganske de samme Arter Virkninger som Udladningen af elektriske Batterier, blot i langt større Maalestok. De farligste ere Virkninger paa Mennesker og Dyr, der ofte have Døden til Følge. Paa et Menneske eller Dyr, der er dræbt af Lynet, finder man mærkeligt nok aldrig betydelige ydre Kvætelser, i Regelen kun overfladiske Saar, Striber, underløbne med Blod o. a. l., og i Regelen befinde de Ulykkelige sig i samme Stilling,

*) Til den her omhandlede Art Lyn maa vi ogsaa henregne Kornmod, som man iagttager i Synskredsen, endogsaa naar denne er ganske skyfri; de skyldes fjærne Lyn, der ere saa langt borte, at de kun kunne belyse Randen af Synskredsen.

som de indtoge, da de ramtes. De, som ere dræbte af Lynet, udstaa derfor næppe nogen Lidelse; thi naar et Menneske, der er ramt af Lynet, atter kommer til Bevidsthed, husker han ikke at have set det Lyn, der ramte ham, eller at have hørt Tordenen; de Lyn, man ser, ere altsaa ikke farlige. Lynet kan i øvrigt ogsaa dræbe ved det saakaldte Bagslag uden direkte at ramme; i saa Fald viser det dræbte Legeme ikke Spor af Saar.

Alt, hvad der hæver sig i Vejret, er fortrinsvis udsat for at rammes af Lynet; af den Grund siger man med Rette, at Træerne tiltrække Lynet; man bør derfor ikke søge Ly for Tordenvejr under et Træ, navnlig ikke under et enkeltstaaende. Lynets mekaniske Virkninger ere meget voldsomme, navnlig naar det træffer slette Ledere, og da en elektrisk Gnist fra et Batteri let gaar gjennem et Bræt paa flere Tommers Tykkelse, er det ikke paafaldende, at Lynet kan spalte de tykkeste Træer og splintre de stærkeste Stammer. Lynet er ogsaa ledsaget af Varmevirkninger. At Lynet kan antænde Bygninger, er bekjendt nok; men ofte kan det dog slaa ned paa let fængelige Stoffer som tørt Træ, Straa o. s. v. uden at tænde; Lynet maa for at tænde ikke træffe paa alt for gode Ledere. Ogsaa Metaller kunne smeltes af Lynet; men ligesom ved den elektriske Gnist er det her kun de tynde Steder af Metallerne, der smelte, ligesom ogsaa de daarlig ledende smelte lettere end de, der lede Elektriciteten bedst. Lynet kan ogsaa frembringe magnetiske Virkninger, kan magnetisere Jærnstænger, det møder paa sin Vej, og ommagnetisere Naalen i et Kompas, saaledes at den tidligere Nordende bliver til Sydenden, og omvendt. Endelig skulle vi berøre de saakaldte Lynrør eller Fulguriter, som man undertiden finder i sandige Egne, og som ere fremkomne ved et Nedslag af Lynet. Disse Rør kunne naa en Længde af 30 Fod, udvendig kunne de være nogle Tommer tykke, hvorimod deres indvendige Vidde kun beløber sig til nogle Linjer. De bestaa udvendig af sammensmeltede Sandskorn; indvendig ere de overtrukne med en glaslignende Masse, der tyder paa, at den er dannet ved Sammensmeltning.

Lynets kemiske Virkninger ere for Tiden til Dels endnu indhyllede i Mørke. Ved Lynnedslag fremkommer den samme ejendommelige Lugt, som naar elektriske Gnister slaa gjennem Luften; denne Lugt bemærkes ikke alene paa det Sted, hvor Lynet er

slaaet ned, men i hele den Luftstrækning, det har gjennemløbet, og fremkommer ved Ildens delvise Forandring til Ozon. Ligesom elektriske Gnister kunne bringe Luftens Ilt og Kvælstof til at forene sig til Salpetersyre, saaledes dannes denne Syre ogsaa under et Tordenvejr og kan f. Ex. ogsaa paavises i det Regnvand, der falder fra Tordenskyerne.

Til at beskytte Bygninger mod Lynnedslag tjener, som bekjendt, Lynafledereren, opfunden af Franklin (1752). En Lynafleder bestaar i det Væsentlige af en lang Metalstang, der ender i en Spids, og som er sat i Forbindelse med Jorden ved gode Ledere. Spidsen er af Platin eller Kobber, der er forgyldt for ikke at angribes af Luften. Af stor Vigtighed er det at sørge for, at Stangen er i en saa god ledende Forbindelse med Jorden som muligt; man opnaar dette ved en Kobber- eller Jærnledning, der ender i flere Grene, som ere førte hen til et Sted under Jorden, hvor der er tilstrækkelig Fugtighed, til at Jordbunden her kan være godt ledende. Lynafledererens Virkning er begrundet i, at den bortleder Elektriciteten fra de omliggende Steder, i det den strømmer jævnt ud af Spidsen. Mister Jorden paa denne Maade ikke hurtig nok sin Elektricitet, kan det hænde, at Lynet slaar ned; men det vil da træffe Lynafledereren og følge denne uden at gjøre Skade paa Bygningen.

Tordenvejrenes Hyppighed og deres Fordeling paa de forskjellige Aarstider er meget forskjellig i de forskjellige Egne af Jorden. De optræde hyppigst og mest voldsomt i det hede Bælte, fornemmelig i Regntiden; jo mere man derimod nærmer sig Polerne, desto sjældnere blive de, og nord for 75° n. Br. skulle de aldrig være iagttagne. Derimod mangle de stedvis aldeles i Nordafrika, hvor den hede Chamsin er Elektricitetens Bærer. Hvad Evropa angaar, tiltager Tallet paa Uvejr om Efteraaret og Vinteren fra det Indre og ud mod Kysten, dog ere Tordenvejrene overalt i Almindelighed langt hyppigere om Sommeren end om Vinteren. For øvrigt gjør sig vistnok mangfoldige lokale Forhold gjældende, saa at der kan være betydelige Forskjelligheder til Stede selv paa kortere Afstande og under væsentlig samme klimatologiske Forhold. I Kjøbenhavn har man saaledes t. Ex. gjennemsnitlig 8—9 Tordenvejr om Aaret, medens Sorø kun har mellem 5—6, Øen Als derimod 15.

Tordenvejrenes Forplantning er i det Hele taget den samme som Skyernes, og den skyldes derfor væsentlig Tordenskyernes Drift. Meget hyppig forplanter Tordenvejret sig i Spring med større eller mindre Afbrydelser; Styrken er, alt som det skrider frem, underkastet en stadig Variation, saa at de elektriske Fremtoninger endog fuldstændig kunne ophøre for atter at begynde med fornyet Styrke. Heraf fremgaar det, at man ikke maa tænke sig et Tordenvejrs Forplantelse som fremkommen ved, at en Skymasse, der af Vinden føres hen over Jorden, udlader sin Elektricitet, efterhaanden som den skrider frem; thi i saa Fald maatte Tordenvejret optræde med størst Styrke paa det Sted, hvor det blev dannet, Uvejret maatte da efterhaanden tabe sig jævnt, og Retningen og Hastigheden maatte stedse falde sammen med Vindens; men ingen af disse Betingelser ere til Stede.

Vi maa derfor antage, at under et Tordenvejrs Forplantelse ere de Aarsager stadig virkende, der frembringe dets Dannelse. Den bekjendte norske Meteorolog Mohn har paavist, at disse maa søges i Tilstedeværelsen af kraftige, opadstigende varme Luftstrømme, der ere svangre med Vanddampe. Tordenvejrene optræde derfor ogsaa hyppigst paa Forsiden af de store atmosfæriske Hvirvler; denne Hvirvelbevægelse foraarsager en opadgaaende Bevægelse af Luften, hvilken Bevægelse her næres af de sydvestlige og sydlige Vinde, der komme fra Egne, hvor fra de medbringe en højere Varmegrad og større Mængde af Vanddampe. Paa den modsatte Side af Hvirvlerne optræde derimod de nordlige Vinde, der medbringe lav Temperatur og faa Vanddampe; her kunne stærke opstigende, varme og dampfyldte Luftstrømme ikke komme i Stand, og Tordenvejrene optræde aldrig her. Efterhaanden som en Hvirvel nu skrider frem, underholdes den af ny Luft, der kredser omkring Minimet og tillige paa dettes Forside har en opadgaaende Bevægelse. De opadstigende Luftstrømmes Varmegrad og Fugtighed kan saaledes forandres betydelig efter de Egne, hvor fra de komme. Heraf kunne vi til Dels forklare os det samme Tordenvejrs vexlende Styrke til forskjellige Tider og paa forskjellige Steder; denne Vexel kan derfor gaa lige til Tordenvejrets Ophør og senere Begyndelse paa ny.

Saadanne Tordenvejr, hvis Dannelse altsaa skyldes de store atmosfæriske Hvirvler, kalder Mohn Hvirveltordenvejr; men foruden disse gives der ogsaa saadanne, som opstaa ved de

opadstigende Luftstrømme, der fremkomme om Sommeren. Disse Tordenvejr, der ere af ren lokal Natur, har Mohn givet Navnet Varmetordenvejr. De optræde kun om Sommeren og adskille sig fra de første ved en ringere Vindstyrke, en svagere Skydrift, mindre Lyn, Torden og Regn, men højere Varmegrad.

Til det elektriske Busklys, der viser sig paa smaa Kugler, befæstede til Konduktoren af en Elektricermaskine, svarer den saakaldte St. Elmsild, som undertiden, naar Jorden eller Luften er stærkt ladet med Elektricitet, kommer til Syne paa Master, Spidser af Taarnspir og andre fremragende Gjenstande. I Oldtiden blev denne Fremtoning anset for et gunstigt Varsel, naar det viste sig paa Skibsmasterne som en dobbelt Flamme; det blev da kaldet Kastor og Pollux; kom det derimod kun til Syne som en enkelt Lysbusk, betragtedes det som et uheldigt Varsel og førte da Navnet Helena, efter den for Trojanerne saa fordærvelige skjønne Kvinde.

St. Elmsilden viser sig ofte som meget talrige Lysbuske. Forbin fortæller, at da han engang i Aaret 1696 i en stormfuld, uvejrssvanger Nat krydsede paa Højden af Baleærerne, saae han pludselig omtrent 30 St. Elmsild paa forskjellige Dele af sit Skib; han gav en af Matroserne Ordre til at hente en af disse Flammer ned, der sad paa Fløjen af Stormasten og havde en Længde af over $1^1/_2$ Fod. Matrosen hørte, da han var klatret til Vejrs, en Lyd som den, der fremkommer, naar vaadt Krudt antændes; da han tog Fløjen af Masten, sprang Flammen over paa Mastens Spids og holdt sig der i nogen Tid. Saadanne Flammer vise sig undertiden ogsaa paa mindre fremragende Gjenstande, saaledes paa Spidsen af Lanser; allerede Cæsar fortæller, at engang under en stormfuld Nat med Haglvejr saae man pludselig den femte Legions Kastespyd funkle, og Plinius iagttog om Natten den samme Fremtoning paa den vagthavende Lejrvagts Lansespidser. Navnlig under Troperne ere slige Fremtoninger temmelig hyppige; ogsaa hos os vise de sig, men dog kun sjældnere.

Nordlyset er en Lysfremtoning, der ofte indtræder i Polarlandene og kan have et meget forskjelligt Udseende. Paa vore Breddegrader begynder Nordlyset i Regelen med en ejendommelig tæt, mørk Taage, der danner sig i Nærheden af Synskredsen, men dog er saa gjennemsigtig, at Stjærnerne skinne igjennem. Taagen spiller efterhaanden over i det Brune eller Violette og antager

Formen af et Cirkelsegment, hvis højeste Del omtrent ligger i den magnetiske Meridian. Segmentet begrænses lidt efter lidt af en klart lysende Bue, der først er hvid, dernæst gul, og er Fremtoningen stærkt udpræget, skyde sig nu Straalebundter helt op



Fig. 180 Nordlys i Amerikas Polaregne.

mod Zenith og forene sig i et Punkt, Nordlysets Krone, der ligger paa det Sted, hvor Inklinationsnaalens Retning skærer Himmelkuglen. Nordlyset varer i Almindelighed flere Timer og er hele Tiden i en livlig Bevægelse. Straalerne forsvinde og nye opstaa i