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*

K. RØRDAM
GEOLOGI OG JORDBUNDS LÆRE

K. RØRDAM
GEOLOGI OG JORDBUNDS LÆRE
I



GYLDENDALSKE BOGHANDEL
NORDISK FORLAG

1908
+ 55(48)

55(48)



55(489)

K. RØRDAM

GEOLOGI OG JORDBUNDSLÆRE

GEOLOGI
OG JORDBUNDSLÆRE

FØRSTE BIND

DEN ALMINDELIGE GEOLOGI

AF

K. RØRDAM

GYLDENDALSKE BOGHANDEL
NORDISK FORLAG

MDCCCCVIII

1908

KØBENHAVN — FORLAGSTRYKKERIET

ANLEDNINGEN til Fremkomsten af denne Bog er nærmest den korte Tid, som i Følge Undervisningsplanen er beregnet til Undervisningen i Geologi paa Landbohøjskolen. Tiden tillader kun at omtale Hovedtrækkene i denne Videnskab, men mange — ogsaa udenfor Højskolen — har vist stor Interesse for at trænge nærmere ind i Enkelthederne. Der findes ikke noget dansk Værk, hvortil der kan henvises, og da tillige de hidtil ved Undervisningen benyttede trykte Vejledninger var udsolgt, greb jeg Lejligheden til Udarbejdelsen af „Geologien". Den vil saa snart som muligt blive efterfulgt af II. Del, som vil omfatte en Oversigt over Danmarks Geologi samt den egentlige Jordbundslære.

I mange Aar har jeg haft Lyst til at skrive en saadan geologisk *Læsebog*, men har først nu faaet Lejlighed til det. Jeg haaber, at Bogen vil finde Læsere.

Marts 1908.

K. RØRDAM.

INDHOLDSFORTEGNELSE

Indledning og historisk Oversigt.

Side

Geologiens Oprindelse ... 1
Oldtidens Anskuelser om Jorden ... 5
Middelalderens og den senere Tids Opfattelse ... 6
Den *Kant-Laplace'ske* Kosmogoni ... 8
A. G. Werners Betydning for Mineralogi og Geologi ... 12
Cuviers Katastrofeteori ... 13
Ch. Lyells og *Ch. Darwins* Betydning for Geologien ... 14
Den nyere Geologis Udvikling ... 15

Mineralogi.

Mineralers Egenskaber ... 18
— Vægtfylde ... 19
— Haardhed ... 19
— Farve og Glans ... 20
— Forhold overfor Lys, Varme, Magnetisme og Elektricitet ... 21
— Brud og Gennemgange ... 22
— kemiske Sammensætning ... 23

Krystallografi.

I. Regulære System ... 25
II. A. Tetragonale System ... 27
B. Hexagonale — ... 29
III. A. Rhombiske — ... 32
B. Monokliniske — ... 33
C. Trikliniske — ... 34
Tvillingdannelse ... 35
Pseudomorfose ... 35
Krystalmaaling ... 36

Mineralsystemet.

Inddelingsprincipper ... 37
1ste Klasse: Grundstoffer. 1ste Orden: Metalloider ... 41
2den — Uædle Metaller ... 44
3die — Ædle — ... 45
2den Klasse: Ilter. 1ste Orden: Anhydrider ... 46
2den — Hydroxyder ... 53

Side

3die Klasse: Sulfider. 1ste Orden: Enkeltsulfider 53
2den — Dobbeltsulfider 55
4de — Haloidforbindelser. 1ste Orden: Enkeltsalte 55
2den — Dobbeltsalte 56
5te — Karbonater. 1ste Orden: Neutrale Karbonater 57
2den — Basiske — 59
3die — Vandholdige — 59
6te — Sulfater. 1ste Orden: Vandfri Sulfater 59
2den — Vandholdige — 60
7de — Nitrater 61
8de — Fosfater 61
9de — Silikater. Enkeltsilikater 62
Dobbeltsilikater 63
10de — Organiske Forbindelser. Kulbrinter 67
Iltholdige Forbindelser 68

Petrografi.

Stenarternes Inddeling 71
I. Eruptive Stenarter. Granitgruppen 75
Syenitgruppen 77
Dioritgruppen 78
Gabbro- og Diabasgruppen 79
II. Krystallinske Skifere. Gneisgruppen 83
Glimmerskifer 83
Hornblendeskifer 84
III. Neptuniske Stenarter. Mekaniske Sedimenter 86
Kemiske — 89
IV. Organogene Stenarter. Kalkstengruppen 91
Kiselaflejringer 92
Fosfataflejringer 93
Koprogene Aflejringer 93
Kulgruppen 94
Kulturlag 96
V. Æoliske Dannelser. Flyvesand 96
Løss 97
VI. Kosmiske Aflejringer. Jernmeteoriter 97
Stenmeteoriter 98
Meteorstøv 99
Mineralers og Stenarters Anvendelse 99
Værdien af Produkter fra Mineralriget 104

Den dynamiske Geologi.

I. Indre Kræfters Virkninger 106
Foldningsprocessen 107
Spring 108
Gange 111
Laccoliter 112
Vulkaner:
De kegleformige Vulkaner 115
De kuppelformige — 117

Side

Vulkanrækkerne ... 117
Vesuvs Udbrud ... 119
Kilauea og Mauna Loa ... 126
Krakatau ... 129
Islands Vulkaner ... 130
Vulkanske Forvarsler ... 135
— Eftervirkninger ... 136
Varmens Tiltagen med Dybden. Det geotermiske Maal ... 141
Jordskælv ... 146
Strandlinjens Forskydning ... 153

II. Ydre Kræfters Virkninger ... 156
Forvitring:
Vejrsmuldring ... 157
Egl. kemisk Forvitring ... 158
Dannelse af Vejrskal ... 160
Vands Virkninger paa Jordoverfladen:
Denudation ... 161
Erosion ... 163
Canons ... 164
Slangebugtninger ... 165
Vandfalds Tilbagerykning ... 165
Jættegryder ... 167
Jordpyramider ... 168
Flodaflejringer og Deltadannelser ... 169
Grundvand og Kilder ... 173
Kildevands Sammensætning ... 177
Huler og Drypsten ... 179
Havets Virkninger:
Havstokke og Terrasser ... 180
Lagunedannelser ... 184
Marskdannelser ... 185
Isens Virkninger:
Snelinjen ... 186
Laviner ... 187
Firn ... 187
Gletschere ... 187
Gletscheres Afsmeltning ... 189
Døde Bræer ... 191
Moræner ... 192
Skurstriber ... 193
Flytblokke ... 195
Isbjerges Stentransport ... 197
Aase ... 201
Sandsletter og Hedeflader ... 203
Isdæmmede Søer ... 205
Hulker ... 205
Vindens Virkninger:
Klitter ... 208
Stensletter ... 211

Organismernes Virksomhed: Side
Ferskvands og Havvands Sammensætning ... 215
Koralrev ... 216
Dybhavsslam ... 219
Stentransport ved Tang og Drivtømmer ... 223
Aflejringer i Indsøer: Tørvedannelse ... 224
Kuldannelse ... 225

Historisk Geologi.

Inddelingsprinciper ... 228
Arkæiske Dannelser:
Urgneisformationen ... 234
Glimmerskiferformationen ... 236
Proterozoiske Dannelser:
Algonkium ... 237
De første Spor af Organismer ... 238
Palæozoiske Dannelser:
Inddeling ... 245
Kambrisk Formation ... 246
Silurisk — ... 251
Devonisk — ... 260
Kul — ... 268
Permisk — ... 279
Mesozoiske Dannelser:
Inddeling ... 282
Trias-Formation ... 286
Jura- — ... 292
Kridt- — ... 308
Kænozoiske Dannelser:
Inddeling ... 322
Tertiær Formation ... 323
Eocæn ... 329
Oligocæn ... 341
Miocæn ... 349
Pliocæn ... 355
Kvartær Formation ... 362
Præglacial ... 363
Istiden: Istidsstudiernes historiske Udvikling ... 365
Aarsagerne til Istiden ... 373
Istider og Interglacialtider ... 379
Istidens Slutning ... 380
Postglacial ... 382
Plante- og Dyrelivet i Kvartærtidens forskellige Afsnit ... 384
Menneskets Optræden i Kvartærtiden ... 391
Henvisninger ... 398
Register ... 402
Rettelser ... 415

DEN ALMINDELIGE GEOLOGI

Betragter vi Forholdene i Naturen, kan vi mange Gange have Lejlighed til at iagttage Ting, der gør det indlysende, at Jordens Udseende gennem Tidernes Løb maa have undergaaet store Forandringer. Den Jordbund, som Ploven nu furer, bærer maaske i sig ved et Indhold af Muslingeskaller Vidnesbyrd om, at den i tidligere Tid var sænket dybt under Havet. Andre Steder finder vi Oldtidens Byer skjulte under de fra en Vulkan udspyede Askemasser eller udflydte Lavastrømme, og øde Sandørkner dækker maaske nu Strækninger, hvor før frodige Skove stod. Det er netop saadanne Naturiagttagelser, som har givet Anledning til, at den geologiske Videnskab er opstaaet. Som selvstændig anerkendt Videnskab er Geologien kun lidt over hundrede Aar gammel, men man kan føre Behandlingen af adskillige geologiske Problemer langt tilbage i Tiden. Naar vi derfor vil søge efter Begyndelsen til det geologiske Studium, maa vi gaa helt tilbage til den graa Oldtid. Man havde i Oldtiden, gennem Middelalderen og helt ned til den nyere Tid to jævnsides, men i helt forskellige Lejer løbende Strømme, der virkede til Berigelse af den geologiske Viden, men først sent er disse Strømme flydt sammen.

Den ene Strøm kom fra de lærdes Tankeverden og behandlede særlig saadanne Spørgsmaal som Jordens Form, dens indre Forhold („Underverdenen") og de vidtløftige Spekulationer over Forsteningernes i lang Tid uløste Gaade. Denne Strøm modtog desuden meget væsentlige Bidrag gennem de fra ældgammel Tid drevne virkelige Naturiagttagelser, som Dyrkerne af Astronomiens ærværdige Videnskab anstillede over Jordklodens Forhold til de andre Himmellegemer og Verdensrummet. Mange Gange søgte man fra visse Sider at inddæmme og „regulere" denne Strøm, men den brød før eller senere gennem alle Forhindringer og blev aldrig stoppet, selv om den tidt slog mærkelige Bugter. Fra tidligere Tiders Dæmninger driver endnu adskilligt i Strømmen. Et saadant kuriøst Stykke Vraggods er f. Eks. Attesten i den autoriserede Almanak for 1907, hvori Københavns Observatorium bekræfter, at Aaret 1907 er 5874 Aar efter „Verdens Skabelse".

Den anden Strøm var den Sum af praktisk Kendskab til Stenbearbejdning, Stenbrydning, Metaludvinding, Bjergværksarbejde og lignende, som Livets praktiske Krav tvang Menneskene til at fremskaffe. Meget af de vundne Erfaringer gik til Tider tabt og maatte vindes paany, og noget er maaske endnu ikke genvundet. Saaledes kan man næppe nok med Nutidens fortrinlige Stenbearbejdningsredskaber udføre saa gode Arbejder i den haarde ægyptiske Grønsten, som Ægypterne udførte med deres primitive Redskaber paa Faraonernes Tid, og næppe mange har nu Haandelag til af dansk Flint med en Rullesten eller Hjortetak at slaa en sextommers Flintflække, som vi kan finde dem blandt Stenalderfolkets Redskaber. Summen af de ad teknisk Vej indvundne Erfaringer om mineralogiske og geologiske Forhold er dog i Tidernes Løb stedse blevet rigere og rigere og er, om end forholdsvis sent, kommet den geologiske Videnskab tilgode.

Fra gamle Dage har man ment at kunne henføre alt, hvad der fandtes paa Jorden, ja overhovedet alt stofligt i Verden til tre store Grupper, de tre Riger som man kaldte dem, nemlig Dyreriget, Planteriget og Mineralriget. Det er en Inddeling*), som man meget vel kan benytte endnu, selv om der kan være enkelte Grænsetilfælde, hvor det undertiden kan være vanskeligt at træffe en Afgørelse, om den eller den Naturting hørte til det ene eller andet Rige.

Det, vi her fortrinsvis skal beskæftige os med, er Mineralriget, det er hele den store livløse Natur, hvorfra alt levende er udgaaet, hvad det stoflige angaar, og hvortil Stofferne i alle levende Væsener gaar tilbage igen ved Dyrets eller Plantens Død. Geologien rækker dog langt ud over Mineralrigets stivnede Verden, ret beseet spænder den over alt, hvad der findes og har levet og virket indenfor Jordens vide Kreds, ikke alene alt hvad der røres og har rørt sig paa Jordens Overflade, men vi maa ogsaa tage Hensyn til Forholdene i Jordens Indre, i Havet og i Atmosfæren. Geologien maa derfor virke sammen med og søge Hjælp hos alle Naturhistoriens forskellige Grene, desuden hos Meteorologien og Fysiken, hos Krystallografien og ikke mindst hos Kemien.

Baade den levende og den døde Natur bliver bevæget ved de kemiske og fysiske Kræfters Sammenspil, og disse Kræfter beherskes af de kemiske og fysiske Love, men i den levende Verden hos Dyr og Planter ser vi dog, at disse Love selvfølgelig ikke paa nogen Maade er forandrede, thi det vilde være en absolut Umulighed, men de er paa en særegen Maade tagne i Brug og benyttede som Virkemidler under

*) Dette Indledningsprincip kan føres langt tilbage, men *Linné* er den første der gav det videnskabelig Gyldighed (1735).

Biologiens Lov under den vidunderlige Form for Kræfternes Virken, som vi kalder for Liv og Livsvirksomhed, hvori der er en bestemt tydelig udtalt Villen, en Bestræbelse efter at forme noget i en bestemt Hensigt. Indenfor den uorganiske Natur kan man paa enkelte Omraader, særlig under Krystaldannelsen, spore Molekulbevægelser, der foregaa, tilsyneladende styrede ogsaa af en vis Villen, en Bestræbelse, der gaar ud paa at frembringe en Form, der aldrig naar Fuldkommenheden, men dog en Tilnærmelse, saa at man gennem de tusinde forskellige Variationer i de enkelte Fladers Begrænsning, som skyldes de tilfældige Omstændigheder (Varmeforhold, Trykforhold osv.) under Krystallens Fødsel, tydelig kan spore den Model eller det Ideal, hvorefter Molekulbevægelsen er bleven styret og som lovmæssig har ordnet Konstruktionen af Krystallens Massesammenhæng. Der er en Lighed mellem en voksende Krystal i sin Moderlud og en voksende Celle i sin Næringsvæske, men Molekulbevægelserne, der opbygger de levende Celler, er af højere Orden end Molekulbevægelserne, der opbygger Krystallerne, ligesom en Kurve i Rummet er af højere Orden end en Kurve i Planet. En Krystal hører ikke op med at besidde alle et krystalliseret Stofs indre Egenskaber, saa længe de kemiske Forbindelser, hvoraf den bestaar, ikke adskilles, men saa snart den mærkelige Virksomhed, som vi kalder Liv, har forladt en Organisme, hører Biologiens Love op med at virke, saa paavirkes Stoffet kun af de fysiske og kemiske Kræfter og kommer nu ganske ind under den ikke levende Naturs Herredømme. For alt levende gælder paa en mærkelig Maade Ordene:

Af Jord er du kommen,
til Jord skal du blive.
(1ste Mosebog).

Et vigtigt Afsnit af Geologien, hele Formationslæren, kan siges udelukkende at gaa ud paa at studere og nærmere at undersøge de to Processer, som er omtalte i hint gamle Udsagn.

Spørgsmaalet om selve Livets Oprindelse kan ikke besvares af Geologerne med de Midler og den Studiemaade, der bruges indenfor Geologien. Dette Spørgsmaal maa henvises til Biologiens Dyrkere. Men det er et Spørgsmaal, som ogsaa paatrænger sig Geologerne, ikke alene naar vi ser tilbage paa de fjerne Tidsrum, som hentydes til i *Vóluspå*'s fjerde Vers, hvor for første Gang:

Solen fra Sønden paa Stenbund skinned,
da groede af Grund grønne Urter!

Det vil sige, paa hint Tidspunkt i Jordens Morgengry, da den første levende grønne Celle blev sat paa sin Plads paa Jordens hidtil livløse

Overflade og ved Sollysets Magt spaltede Luftens Kulsyre og i sit Indre opbyggede de organiske Stoffer, saa at den voksede og udviklede sig og skabte nye Livscentrer ved Formering; men Spørgsmaalet om Livets Oprindelse paatrænger sig ogsaa med ligesaa stor Magt i Nutiden, naar vi ser den ene Række levende Væsener give Liv til en ny Række levende Væsener, opbyggede af det døde Stof fra Omgivelserne og den ringe Mængde levende Stof, Stammeorganismerne afgive. Geologien kan, som anført, ikke løse dette Spørgsmaal, men vi ved dog i Følge de geologiske Undersøgelser, at der har været en Tid i Jordens Historie, hvor der ikke fandtes og ikke kunde være Liv paa Jorden. Vi kan yderligere paavise, at der derefter fulgte en Tid, da Betingelserne for levende Væseners Tilstedeværelse blev gunstige, og at der paa dette Tidspunkt indfandt sig Organismer, hvoraf vi dog endnu ikke kender de allerførste, men kun saadanne, der stammer fra noget senere Tidsrum, da de allerede havde naaet en forholdsvis høj Udviklingsgrad. Selve Livets Begyndelse er altsaa skjult for os.

Hvis vi som Geologer i Ordets strængeste Forstand vil holde os til vor egen Jordklode, kan vi ret vel danne os Forestillinger om den livløse Naturs Oprindelse, om Jordens Fødsel som planetarisk Enkeltvæsen og dens senere Skæbne lige til vore Dage og maaske endda gøre et lille Kig ud i Fremtiden.

Hvad Jordens ydre Form angaar, ved vi, at den er, hvad man kalder en Omdrejningsellipsoide, den har næsten Kugleform, men er lidt fladtrykt ved Polerne og udbuget ved Ækvator. Forskellen mellem Ækvatorradien og Polarradien er dog ikke stor, da hin er 6377 Kilometer, denne 6356 Km. Jorden bevæger sig hastigt rundt om sin egen Akse og fuldfører Omløbet i et Døgn, saa at et Punkt paa Jordens Overflade ved Ækvator følgelig bevæger sig 471 Meter i Sekundet. Med umaadelig Fart (295000 Meter i Sekundet) svæver den rundt i en noget aflang, men dog næsten cirkelrund Bane (Excentriciteten er ca. $^1/_{60}$) i et bestemt Plan omkring den om sig selv ligeledes drejende Sol. Rundt om Jorden drejer dens Drabant Maanen sig med bunden Rotation, saa at den stadig vender samme Halvdel mod Jorden. Vi ser ogsaa, at der i større eller mindre Afstand fra Solen findes andre Planeter, saasom Jupiter, Saturn, Venus, Mars o. fl. Alle har de paa lignende Maade som Jorden travlt med stadig snurrende rundt om sig selv at cirkle rundt om Solen. Den hele Familie danner, hvad vi kalder „vort Solsystem“ med Solen (eller rettere Systemets Tyngdepunkt) som Midtpunkt. Betragter man Himmelrummet med et kyndigt Øje, anes Tilstedeværelsen af andre lignende Solsystemer i Rummets umaalelige Dyb. Enhver Stjerne, ethvert System har sin nøje begrænsede Virksom-

hed og synes at have været beskæftiget saadan fra „Evighed og til Evighed". Kun engang imellem kommer der en Komet farende „fra det yderste Thule" og „gør Astronomerne Kludder i Regnskabet", men selv Kometerne, disse Løsgængere med saa excentrisk Livsførelse, viser sig, naar deres Færden kommer under Astronomernes kyndige Betragtning, ogsaa at lystre de samme Love for Bevægelse og Omdrejning, om end deres Baner kan have andre Former af Keglesnit end Ellipserne og ligger i andre Planer end Banerne for Planeterne, der sammen med deres „Paahæng" Drabanterne er at ligne ved Familier med alt paa det tørre i bestemte borgerlige Beskæftigelser fri for Kometernes udsvævende Lyster.

Den kølige Klarhed og regelbundne Ro, der hersker over Astronomien som Videnskab, er dog kun erhvervet ved fortsatte Anstrengelser og indgaaende Undersøgelser af den grublende Menneskeaand gennem Aartusinder. Astronomien er en af de allerældste og ærværdigste Grene paa Naturvidenskabens Træ. Saalangt vi kan gaa tilbage i Historien, ser vi, at Menneskene har haft deres Opmærksomhed fæstet paa Stjernehimlen og har med Ærefrygt iagttaget, hvad der foregik der, men Betingelserne for og om man vil Begavelsen til at anstille nøjere Iagttagelser paa dette Omraade har været højst forskellig hos de forskellige Folkeslag.

I vor nordiske Oldtid gjorde man mange astronomiske Iagttagelser[1]), men udelukkende i praktiske Øjemed. Man havde ikke Sans for Spekulationerne over Tingene paa Himlen og var mere materielt anlagt. Kampen for Tilværelsen nødte desuden til en stærk Opmærksomhed paa de jordiske Ting, men vi ved dog, at vore gamle nordiske Forfædre, da de begyndte at fare til Søs, meget vel kendte de enkelte Stjerners og Stjernebilleders Stilling og forstod at indrette deres Sejlads derefter. De kunde uden Kompas udføre en regelmæssig Befaring baade paa Island og paa Grønland, hvortil det fra Danmark og Norge ikke var muligt at „sejle paa Landkending", som man ellers mest yndede; Stjernerne og Vinden viste dem Veien.

Vi gaar Syd paa til de ældgamle Kulturcentrer „i Østerland" og kan her gaa langt længere tilbage i Tiden og træffer hos Kaldæerne de første Vidnesbyrd om en egentlig videnskabelig Astronomi[2]) Mesopotamiens og Assyriens rene og tørre Luft paa de flade Sletter maa have været særlig egnet til astronomiske Iagttagelser, og Folkeslagene her havde en særegen Natursans sammen med en stor mathematisk Begavelse og Evne til at sysle med Ting i Tankens Rige. Fra Kaldæerne og Assyrerne gik de astronomiske Kundskaber over til Fønicierne og Ægypterne for atter at tages i Arv af Grækerne. De græske Filosofer paavirkede i senere Tidsrum de Lærdes Kreds ved Skolen i Alexandria, og

herfra gik endelig langt senere Kundskaberne over til Araberne i Kairo og Cordova i Spanien. Gennem dem paavirkes de middelalderlige Lærde i Europa, fra hvilke Forskningerne direkte blev fortsatte af Mænd med saa store Navne indenfor Astronomien som *Kopernikus*, *Tycho Brahe* og *Kepler*. Alle disse var beskæftigede med at iagttage Himellegemernes Bane og med at beregne Lovene for deres Bevægelse. Hvad Jorden selv angaar, saa lærte allerede *Thales* fra Milet (600 f. Chr.), at Jorden var en Kugle i Verdensrummets Centrum, og *Pythagoras* (580—530 f. Chr.) og *Aristoteles* (384—322 f. Chr.) var af samme Mening. Athenienseren *Eratosthenes*, der var ansat ved det store Bibliothek i Alexandria, foranstaltede (200 Aar f. Chr.) en Gradmaaling, der, naar man tager de ufuldkomne Instrumenter i Betragtning, maa siges at være kommen Sandheden paafaldende nær. *Cicero* (106—43 f. Chr.) og *Plutark* (46—120 e. Chr.), der gennem deres Skrifter fik stor Indflydelse paa Eftertiden, havde ligeledes meget rigtige Anskuelser om Verdensbygningen og forplantede disse Anskuelser videre, men en grundig Bom blev slaaet for al sund naturvidenskabelig Tænkning af Kirkefædrene anførte af *Augustinus* (353—430 e. Chr.), der stillede Fortolkningen af det gamle Testamente op som Rettesnor for, hvad den fri Forskning maatte lære. Deres mægtige Indflydelse bandt Tankerne helt ned til det 16de Aarhundrede og delvis endnu langt længere ned i Tiden. Det egentlige haandgribelige og uimodsigelige Bevis for, at Jorden var rund, blev dog givet ved *Magelhaens* Jordomsejling (1519—21), selv om man længe havde set, at det var Jordens runde Skygge, som man saa paa Maanen under Maaneformørkelserne.

Ved praktiske Arbejder i Naturen kunde man ikke undgaaa at blive opmærksom paa, at visse Stenlag indeholdt Dyre- og Planteforsteninger, men det varede længe, inden man blev klar paa deres rette Natur. Den berømte arabiske Lærde *Avicenna*, der levede i det 11te Aarhundrede, skal have udtalt den Mening, at Forsteningerne var Naturspil fremkomne ved et tilfældig Lune af Naturen. Andre ansaa dem for de første ufuldkomne Forsøg, der under Skabelsen var gjort paa at lave Dyr og Planter, en Anskuelse, som ikke er helt urigtig, set under Evolutionslærens Synspunkt. Den italienske Kunstner og Ingeniør *Lionardo da Vinci* (1452—1519) var en af de første, som havde en rigtig Opfattelse af Forsteningernes Natur. Ogsaa den danskfødte *Niels Stensen* (1638—86), der levede en Tidlang i Florents, bidrog noget til at klare Spørgsmaalet om Forsteningernes Herkomst, men i omtrent hundrede Aar holdt endnu største Parten af de lærde fast paa de gamle Anskuelser om Naturspil. Det maa her siges, at den mosaiske Skabelsesteori, som man fra Genesis' storstilede Epos udpindede i spidsfindige

maaske bogstavtro, men ganske aandsforladte teologiske Kommentarer, som en Nattemare med Inkvisitionens Pinebænk i truende Nærhed og Helvede i Baggrunden lang Tid stillede sig hindrende i Vejen for al fri Meningsytring paa disse Omraader. *Galilei* maatte den 22de Juni 1633 afsværge sin Tro paa, at Jorden gik rundt, efter at man i 3 Uger havde holdt den 70aarige Mand indespærret i „Inkvisitionens Palads". Den slaviske bogstavrette Opfattelse af „Verdens Skabelse" i 6 Dage tillod heller ingen Anskuelser om tidligere Jordperioder at komme frem. Syndfloden, som Bibelen beretter om fra Østerlandene, blev ved Misforstaaelse udstrakt til at have fundet Sted over hele Verden. Selve „Syndfloden" er imidlertid ikke nogen apokryf Legende, men upaatvivlelig en historisk Begivenhed, som har fundet Sted i Eufratlandene, og *Noah* er sikkert nok en historisk Personlighed. Foruden i 1ste Mosebogs 7de Kapitel har man troværdige historiske Efterretninger i 11te Bog af den med Kileskrift skrevne assyriske Krønike om Helten *Iztubar* eller *Gilgames*, hvilken Krønike er tydet af den engelske Asyriolog *George Smith* (1873). Ogsaa andre Steder i Østerlandene findes Efterretninger om den store Vandflod, men i noget forvandskede Skikkelser. Bibelens Fortælling og Historien i Gilgames' Krønike stemmer paa mange Punkter saa mærkelig overens, at det er sandsynligt, at begge stammer fra samme endnu langt ældre Kilde. Men Troen paa „Syndfloden", der havde oversvømmet hele Jorden, var længe et Dogme, det var meget farligt at rokke ved. Det var dog altid et vist Fremskridt, at *Scheuchzer* (1672—1733) med fuld Bestemthed hævdede, at de Fiskeforsteninger, der fandtes i Kalkstenen ved Stenbruddet ved Oeningen, var Levninger af virkelige Fiske, der var omkomne ved Syndfloden. I en latinsk Sang „Fiskenes Klagemaal" lader han deres Anfører beklage sig over den haarde Lod, de maatte lide, først uden Skyld at dræbes ved Syndfloden og bagefter endog frakendes Ret til nogensinde at have været Fiske, men reduceres til at være „Naturspil". Det var dog altid paa Vandring hen mod Sandhedens Erkendelse, selv om han i Skelettet af en stor tertiær Fiskepadde (en salamanderagtig Form af kæmpemæssige Dimensioner) troede at have Skelettet af et Menneske, som han kaldte *Andrias Scheuchzeri*, og som han gav en drastisk Beskrivelse af. Han mente at have truffet den sidste Efterkommer af den syndige Slægt, der var druknet i den store Vandflod, og antog, at paagældende just ikke havde været noget Pragtexemplar i moralsk Henseende, der nok havde fortjent Druknedøden, andre til Skræk og Advarsel. 1811 viste *Cuvier*, at det var Skelettet af en salamanderlignende Fiskepadde, som man næppe tør tro har været særlig lastefuld.

Det egentlig faste Grundlag kunde Geologien dog ikke faa, førend

Spørgsmaalet om Jordens Oprindelse var klaret. Grundlaget herfor var fremkommet ved Opdagelser og Arbejder allerede i Slutningen af det 17de og i Begyndelsen af det 18de Aarhundrede, men det varede mere end $^1/_2$ Aarhundrede, inden disse Opdagelser blev frugtbargjorte i geologisk Henseende. Blandt Kulturstaterne i Europa er der et Land — England — som ikke rummer nogen særlig stor eller veltrænet Hær af de myreflittige Aandsarbejdere, som findes i andre Lande, og man kan derfor sige, at England ikke deltager synderligt virksomt i Videnskabens daglige Arbejde, men ikke desto mindre er det netop England (og Skotland), der alle Dage har frembragt Mænd, som paa snart sagt alle Kulturens Omraader rager højt op over deres Samtid ved Begavelse og Klarsyn. I Reglen har det derfor været disse fremragende Mænds Opdagelser, som ryddede den Ager og satte Ploven i Jorden paa netop det Sted, hvor Videnskabens almindelige Arbejdere senere kunde høste Afgrøden med største Udbytte. I det her omhandlede Spørgsmaal var det ikke specialgeologiske, men mathematiske, fysiske og astronomiske Opdagelser som en Englænder udførte, men som i Tidens Løb fik den største Betydning ogsaa for Geologernes Opfattelse af Jordens Tilblivelse. Manden var *Isaac Newton*, der blev født 1642 i Woolsthorpe i Øst-England og døde 1727 i London. Hans glimrende mathematiske Opdagelser (Differentialregning o. m. a.) og fremfor alt hans Klarlæggelse af Tyngdekraftens Virkninger reformerede hele Astronomien. Han viste, hvorledes Jorden og alle Planeterne i Solsystemet vandrede i den almindelige Tiltrænings stærke Ledebaand. Herved blev Grundlaget lagt til den senere fremkomne „Kant-Laplaceske“ Verdensanskuelse, som kastede Lys over Jordklodens første Dage. Newtons Undersøgelser over Lyset kan siges at have givet Oprindelsen til den saa betydningsfulde senere Opdagelse af Spektralanalysen, der ogsaa har haft den største Betydning for Geologien. Det varede dog et halvt Aarhundrede, inden Rækkevidden af Newtons Undersøgelser gik op for Geologerne. Paa Scheuchzers Tid og i det efterfølgende Tidsrum beskæftigede Forsteningerne og andre geologiske Problemer ganske vist mange Videnskabsmænd med ansete Navne, men karakteristisk for de fleste af dem og for Tiden var Tilbøjeligheden til at se Forholdene ud fra spekulativ-filosofiske Synspunkter og til ikke at anstille Iagttagelser i Naturen, i hvert Fald til uden tilstrækkelige Specialundersøgelser at gøre altfor vidtrækkende Slutninger, som derfor maatte blive betydningsløse som de Hjernespind, de var.

Blandt de ovennævnte teoretiske Spekulationer, som i Reglen intet førte til, er der dog en meget mærkelig Undtagelse. I 1754 udkom der i Königsberg en lille Bog uden Forfatternavn med en mægtig lang

Titel*). Boghandleren, der forhandlede Bogen, gik kort efter fallit, og ingen læste Bogen, saa at den gik i Forglemmelse og først 90 Aar senere blev fremdraget paany af *Alexander v. Humboldt*. Bogens Forfatter viste sig at være den senere saa berømte Filosof *Immanuel Kant* (1724—1804). Uden at kende Kants Bog fremsatte 40 Aar efter den franske Astronom *P. Laplace* i sin „Mécanique céleste" en Teori, som i det hele og store faldt sammen med Kants tidligere udviklede Anskuelser. Den Kant-Laplaceske Teori eller Kosmogoni gaar ud paa følgende: Hele vort Solsystem har en Gang i Tidernes Morgen været opløst i en taageformet Tilstand som en Urtaage. Vi kan endnu rundt i Verdensrummet se Nebuloser eller lignende Stjernetaager. To af de mest karakteristiske er den ringformige Taage i Stjernebilledet „Lyren" og den spiralsnoede Taage i „Pegasus".

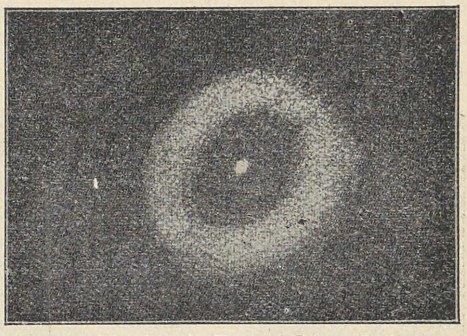


Fig. 1. Ringformig Taage i Stjernebilledet „Lyren".

Disse Taagemasser synes ved deres Form at tilkendegive, at de er i omdrejende Bevægelse, og Spektralanalysen viser, at de bestaar af hvidglødende Dampe, der fortrinsvis synes at bestaa af Brint og Kvælstof. Vi kan ikke med Sikkerhed sige, hvorledes Stoffernes Tilstandsform har været i Urtaagen, hvoraf vort Solsystem er opstaaet, og Anskuelserne herom er noget forskellige. Det rimeligste er, at Tilstandsformen har været forskellig til forskellige Tider. Paa et tidligt Tidspunkt, da Taageskyen kom glidende som en glødende Røg gennem Verdensrummet, fra det ubekendte Fjærne, har Temperaturen været saa høj, at alle kemiske Forbindelser, som vi kender i den nuværende Verden, har været adskilte (dissocierede) i enkelte Grundstofatomer, ja disse maaske endda yderligere spaltede i



Fig. 2. Spiralsnoet Taage i Stjernebilledet „Pegasus".

*) Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebaudes nach Newtonschen Grundsätzen abgehandelt.

Korpuskler, saa at det hele var en til højeste Hvidglødhede opildnet Dampsky. Denne glødende Sky havde en uhyre Udstrækning og har sikkert strakt sig ud over Grænserne for de nuværende yderste Planeters Bane. Massen var i Bevægelse eller kom i Bevægelse omkring sit Tyngdepunkt i Retningen fra Vest mod Øst. Verdensrummet har efter alt at dømme en meget lav Temperatur meget nær eller faldende sammen med „det absolute Nulpunkt" og var næppe den Gang varmere uden for den omdrejende glødende Taage. Der maatte altsaa ske et stort Varmetab ved Udstraaling til Verdensrummet, og Taagen blev derved efterhaanden koldere paa Overfladen og trak sig sammen i Klodeform til et mindre Rumfang. Den omdrejende Bevægelse blev derved hurtigere, og Centrifugalkraften bragte Stoffet til at forme sig som en Omdrejningsellipsoide. Den stadige Sammentrækning øgede Hastigheden, og den snurrende Fart bragte en roterende Taagering til at bulne ud omkring Klodens Ækvator. Fra Fysiken ved vi gennem Plateaus Forsøg, at en saadan Ringdannelse finder Sted, naar en homogen Masse, hvori Massedelene er indbyrdes let forskydelige, drejer sig om sin egen Akse, og Hastigheden bliver saa stor, at Centrifugalkraften bliver stærk nok til at bryde Sammenhængskraften og Smaadelenes indbyrdes Tiltrækning. I Verdensrummet gaar Planeten Saturn med sin lysende Ring som et synligt Vidnesbyrd om, at det samme Fænomen kan foregaa i det store (Fig. 3).

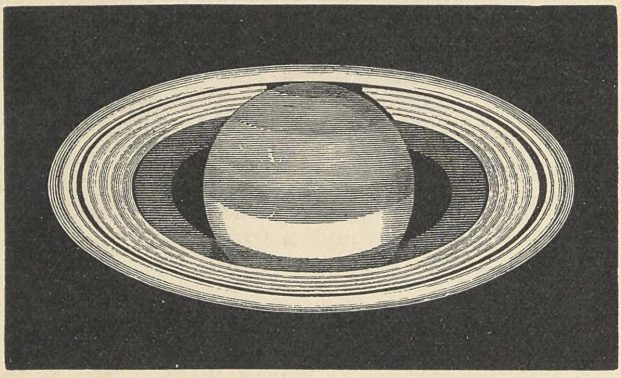


Fig. 3. Saturn med Ringen.

Ved Plateaus Forsøg ser vi endvidere, at Ringen brister, naar Hastigheden forøges ud over en vis Størrelse, og den brudte Ring vil samle sig til Smaakloder, der svæver rundt om Moderkloden som Planeterne om Solen og Drabanterne om Planeterne.

Ifølge Kant-Laplace's Teori har der altsaa fra Planetsystemets Midtklode, d. v. s. Solen, fra Tid til anden løsnet sig Taageringe, der er blevne til Kloder, til Planeter, hvoraf altsaa de yderste maa være de ældste. Planeterne har igen affødt Taageringe, der har samlet sig til Drabanter om paagældende Planet. Kun Saturn har endnu Taageringen bevaret,

men man har iagttaget, at denne Ring i Virkeligheden bestaar af forskellige indbyrdes let forskydelige ringformige Masser, hvori der stadig foregaar Forandringer. Vore Efterkommere vil maaske se Ringen briste og af den brudte Ring se opstaa en eller flere Maaner om Saturn, som fra tidligere Tid allerede har nogle Stykker af saadanne Drabanter.

Hvad Jorden angaar, har den paa et forholdsvis sent Tidspunkt i Solsystemets Tilværelse skilt sig fra Solen som en hvidglødende Dampmasse og har atter igen fra sin Lænd ladet Maanen slippe løs, om den end endnu stadig holder sit Barn i den gensidige Tiltrænings mægtige Ledebaand.

Gennem denne Vandring paa Solsystemets Bane er vi naaet derhen, hvor vi stræbte, nemlig til Kundskaben om Jordens første Dage, til dens første Optræden som planetarisk Enkeltvæsen, til Jordens Skabelse. Det er et stort og tankevækkende Tilbageblik i Tidernes Morgengry, man er i Stand til at foretage ved den Kant-Laplace'ske Kosmogoni, og det er ikke blot et løst Tankeexperiment, som lyser op idag og imorgen sejler ned ad Glemsels brede Flod, der har slugt saa mange Fantasifostre. Teorien er bedre begrundet end de fleste andre indenfor Naturvidenskaben. Den støttes af mangfoldige astronomiske, fysiske, kemiske og geologiske Iagttagelser, der er fremkomne ved de dygtigste og mest samvittighedsfulde Forskeres Arbejder i de sidst forløbne 150 Aar, og næppe en eneste Iagttagelse taler imod Teorien, saa at den maa anses for et fast Grundlag, hvorpaa man tør bygge videre [3]).

Forsaavidt kan vi altsaa være tilfredse over at være naaede hertil, og af Geologerne kan man i alt Fald ikke fordre mere, end at der kan gøres Rede for Jordens Fødsel og senere Livsforhold; naar man paa den Maade har klaret Hovedlinjerne i Levnetsløbet, bliver det Detajlstudierne af de enkelte Jordlag, der maa komplettere og udfylde Billedet.

Ved nærmere Betragtning viser det sig dog, at skønt vi ved den Kant-Laplace'ske Kosmogoni kan naa at skue langt tilbage, saa er det oprindelige Grundspørgsmaal ikke løst. Vi har ført Jordens Slægtshistorie op til Bedstemoderen, til Urtaagen, hvis Datter vi træffer i Solen og senere Efterkommere i tredie Led i Planeterne og Jorden og hvis fjerde Led udgøres af Planeternes Drabanter, men fra hvilken Egn i Verdensrummet Bedstemoder Urtaage kom sejlende, før den indtog vort Solsystems Plads og traadte sin hvirvlende Brudevals, ved vi intet nærmere om. Nogen Formodning kan man dog nære om, at Urtaagen har været en løsreven lille Part af en langt større Masse, der har fyldt Verdensrummet og affødt vort og andre Solsystemer. Spektralanalysen af Fixstjernerne viser nemlig, at de bestaar af de samme Stoffer som Solen og

Jorden. Ved denne langskaftede Søger er vi i Stand til at tage Prøver af fjerne Stjerners Stofmasser og undersøge dem med samme Sikkerhed som om vi havde dem i et Reagensglas i vort Laboratorium.

Ved den Kant-Laplace'ske Teori blev der kastet et Lys tilbage over Jordens første Dage og skabt en solid Basis, hvorpaa der kunde bygges videre. Studiet af Forholdene paa Jorden var dog endnu meget langt tilbage, og hvad man vidste var uden synderlig Orden og Sammenhæng. Men i Slutningen af det 18de Aarhundrede skete heri et mægtigt Fremskridt ved en enkelt Mands Virksomhed. Manden var *A. G. Werner*, der fra 1775—1817 virkede som Lærer ved Bjergværksskolen i Freiberg i Sachsen. Han kaldes Geologiens Fader og er den egentlige videnskabelige Geologis Skaber og Grundlægger. Med sin i bedste Forstand ægte germaniske systematiske Sans tog han fat ved den rigtige Ende, ved de enkelte Mineralier. Werner opstillede nemlig først et mineralogisk System, hvori han bragte Orden i tidligere Tiders mere tilfældigt sammenbragte Navne og Betegnelser paa de enkelte Mineralier. Dernæst vendte han sig til Bjergartslæren og bragte her ogsaa systematisk Klarhed til Veje, saa at de tidligere temmelig vilkaarligt anvendte Bjergartsnavne som Granit, Gneis, Graavakke, Basalt osv. nu fik ganske bestemte Betydninger og kom til at sigte paa bestemte Bjergarter, dannede af visse bestemte Mineralier, hvorved det blev muligt videnskabeligt at sammenligne forskellige Egnes geologiske Forhold. Han kastede sig dernæst over Bjergarternes Forekomst i Naturen og søgte at inddele dem i Formationer. Selve dette Navn laante han fra den nogle Aartier tidligere levende thüringske Geolog Füchsels Arbejder. Werner opstillede tre Hovedformationer: Urbjerge, Overgangsbjerge og Fløtsbjerge, hvortil der senere føjedes en fjerde Formation: opskyllet Land. Næsten alle dalevende Geologer antog Werners Inddelingsmaader, skønt han selv var meget lidt skrivende og kun udgav faa Bøger. Men hans Systematik spredtes i Afskrifter af hans Forelæsninger ved hans Tilhørere over hele Datidens videnskabelige Verden. Hans for sin Tid udmærkede System blev antaget af næsten alle hans Samtidige, men hans Hypotheser, om hvorledes Bjergene var opstaaet, fremkaldte megen Strid. Han fremsatte nemlig sin neptuniske Teori, hvorefter alle Bjergarter, selv saa karakteristiske Eruptiver som Basalt, var opstaaet i Vand. Som Modsætning hertil optraadte den dygtige skotske Geolog *James Hutton* (1726—97) med en plutonisk Teori, hvorefter Stenarterne var opstaaede ad vulkansk Vej. Der dannede sig nu to Partier, Neptunister og Plutonister, der ikke var hinanden ret velsindede. Løsningen af den opstaaede Strid kom dog til Slut ude fra selve Naturen, ved yderligere Naturstudium, hvorved det viste sig, at

det ikke kunde nytte i sit Studerekammer at sidde og udspekulere noget fastsat Skema, hvorefter Stenarterne var opstaaede, men at man i hvert enkelt Tilfælde maatte studere Naturforholdene og tage de Lærdomme, man der kan hente, til Rettesnor.

Werner ofrede ikke Forsteningerne synderlig Opmærksomhed, og for Hutton spillede de, som naturlig var fra det plutoniske Synspunkt, heller ingen Rolle. Det var en praktisk Mand, Ingeniøren *William Smith* (1769—1839), der ved en lang Række Naturiagttagelser af de lagdelte Dannelser i England og de i disse Lag værende Forsteninger fik Klarhed over Sammenhængen mellem Formationerne og Forsteningerne i Lagene. Han var ikke selv Fagmand paa Dyre- og Plantelærens Omraade, men blev støttet af de bedste Fagmænd i England, og samtidig opstod der rundt om i andre Lande Forskere, som med Begejstring kastede sig over Studiet af de døde Organismer og skabte en hel ny Videnskab *Palæontologien*. Det var særlig *Alexander Brogniart* og *Cuvier* i Frankrig, men mange andre kunde ogsaa fortjene at nævnes. Særlig Cuvier (1769—1832) kan siges at have haft meget indgribende Betydning for Geologien ved sine palæontologiske Undersøgelser. Han bestemte med overlegen Dygtighed den store Mængde Forsteninger og Levninger særlig af højere Dyr, som blev indsamlede navnlig i de tertiære Lag i Stenbruddene omkring Paris. Cuvier viste, at Dyrene fra de forskellige Jordperioder hørte til forskellige Familier. De var paa mange Punkter nærstaaende ved de nulevende, men afveg dog fra dem i andre Dele af deres Bygning. Han kom derved til den Anskuelse, at hver Jordperiode for sig dannede et afsluttet Hele uden Sammenhæng med den foregaaende og efterfølgende Tid. Ved hver Periodes Slutning var der sket en stor Naturomvæltning, en *Katastrofe*, som var foraarsaget af vældige Naturkræfter. Kræfter af den Art virkede ikke mere paa Jorden, i alt Fald ikke til daglig. Ved disse Katastrofer ødelagdes det organiske Liv paa Jorden, og i den ny Periode maatte der saa at sige begyndes paa et nyt Blad af Skabelsens Bog! Det kom der ud af, at Cuvier sad i sit Museum og paa genial Maade klarede Forholdene ved Skeletdelene, han havde mellem Hænder, men søgte at tænke sig til og udspekulere, hvorledes Forholdene havde været i Naturen ved Jordlagenes Dannelse. Denne Katastrofeteori var en Tid lang den herskende, og den gav Anledning til mange skønne Tanker og filosofiske Spekulationer, der havde grumme lidt med de virkelige Forhold at gøre.

Det var Englænderen *Charles Lyell* (1797—1875) forbeholdt atter at bringe Geologiens Fartøj paa ret Køl, efter at det ved Cuviers Undersøgelser ganske vist havde faaet indladet en værdifuld Last, men tillige faaet en slem „Slagside“. Lyell viste i sit store Værk „Principles

of Geology", at Naturkræfterne i tidligere Jordperioder højst sandsynlig har virket paa samme Maade som nu. Jordens ydre Beskaffenhed har paa de forskellige Steder undergaaet store Forandringer gennem de rullende Tider; Fastlande er blevet sænkede i Havet og ny er opstaaede. Hele Grupper af Organismer er døde ud og nye har taget deres Plads, men Naturkræfternes Virkemaade har været den samme gennem de geologiske Tidsrum. Ved at studere Tilstanden i Nutiden vinder man altsaa Klarhed over Forholdene i Fortiden. Efter at Jordkloden ved Urtidens Slutning var blevet afkølet, saa at den blev beboelig for Organismerne, har der i den uorganiske Natur foregaaet en stadig Omformen af den engang tilstedeværende Stofmasse, og blandt Organismerne har der været en jævn naturlig Omformen og Udvikling. I den Henseende havde det ogsaa for Geologien den allerstørste Betydning, at en anden berømt Englænder *Charles Darwin* (1809—82) i 1858 fremsatte sin Udviklingslære, der paa det organiske Livs Omraade faldt i Traad med Lyell's Anskuelser om Jordlagenes Udvikling, saa at det maa siges, at den nyere Geologi i Hovedsagen hviler paa disse to Forskeres Arbejder, Der er dog under Videnskabens mægtige Udvikling i den sidste Halvdel af forrige Aarhundrede kommet en uendelig Fylde af Kendsgerninger og Betragtninger til. Geologien og dens Hjælpevidenskaber Mineralogi, Petrografi og Palæontologi er derfor udvidet langt ud over de Grænser, der fandtes paa Lyell's og Darwin's Tid. Desuden er der opstaaet helt nye Felter, som ikke beherskedes for et halvt Aarhundrede siden. Saaledes hele Mikropetrografien, d. v. s. den mikroskopiske Side af Stenartslæren, ikke at tale om hele Videnskaben om Istiden: Glacialgeologien. I den nyeste Tid er navnlig ved Hollænderen *van't Hoff's* og hans Elevers Undersøgelser den moderne fysikalske Kemis Grundsætninger blevet forsøgt anvendt paa Stenartslæren og synes helt at skulle reformere og bringe Klarhed i Dannelsesforholdene hos de krystallinske Stenarter. Nu dyrkes Geologien hele Verden over, paa Island saa godt som i Kaplandet, i Japan som i England og navnlig hos de i alle Naturvidenskabens Grene saa mærkelig fremragende Videnskabsmænd i de forenede Stater i Nordamerika. Det lader sig ikke længere gøre at nævne Navne. Hvorledes Udviklingsgangen har været for den for Nordeuropa saa vigtige Glacialgeologi skal senere meddeles, og under Danmarks Geologi skal blive anført, hvad der er at bide Mærke i ved Videnskabens Udvikling her i Landet.

Det var altsaa *Charles Lyell's* Fortjeneste at have klarlagt, at de samme Naturkræfter, som virker nu, har virket gennem de umaalelig lange Tidsrum, fra den første Regndraabe faldt paa den afkølede Jordoverflade ved den prækambriske Tids Begyndelse, og fra den første

grønne Celle kom frem til Liv og begyndte ved Sollysets Hjælp at dekomponere det indsugede Vand, at spalte Luftens Kulsyre og fastbinde Luftens Kvælstof, saa at der kunde opstaa de organiske Stoffers Mangfoldighed af de faa døde uorganiske Bestanddele, som deltager i Organismernes Kredsløb. Herved skabtes det materielle Grundlag for Organismernes videre Formering og Udvikling. Fra den Tid har det hele været en uafbrudt, vekslende Udvikling. Vi ser, at en eller anden Gruppe af Organismer (f. Eks. Trilobiterne i Silurtiden, de store Krybdyr i den mesozoiske Tid o. m.) i Løbet af en vis Tid tager Têten i Udviklingsgangen paa Grund af, at netop disse Organismer er særlig skikkede til at trives under de forhaandenværende Forhold, og fordi de maaske tilfældig var først paa Pladsen, da Udviklingslovene kommanderede deres „Fremad marsch". De paagældende Organismer bliver herved for en Tid Herskere indenfor deres specielle Omraade og naar op til det højeste, netop disse Organismer kan præstere. Men Naturen staar aldrig stille, selv om Herredømmet er naaet af paagældende Organisme, og Kampen med Omgivelserne er forbi, fortsættes Udviklingen af de karakteristiske Egenskaber maaske ud i en ren Ensidighed, som har Dødspiren eller Stagnationen i sig*). Den ledige Førerplads indtages straks af en ny Gruppe, der tidt ganske pludselig synes at dukke op af Naturens Skød. Fra Moderstammen, som frembragte den nu visnede Gren, som en Tid lang var Topskud, er der i Stilhed og Ubemærkethed skudt en Knop ud, som nu i sin tildelte Livstid vokser og udfolder sig og bidrager til Moderstammens Trivsel. Det organiske Liv er aldrig blevet udslukket fra den Tid, det først begyndte paa Jorden. Det er skredet frem gennem en mangesidet stedse bredere Udviklingsgang til mere og mere komplicerede og, om man vil, fuldkomnere Væsner.

Klarlæggelsen af, at i Naturen har de samme Kræfter virket i fordums Dage som nu, er utvivlsomt den største Sejr, Geologien har

*) En Dyreform, f. Eks. Bløddyr, har en svag Skal og bliver derfor meget efterstræbt af Fjender, der søger at fortære dem. Under Kampen for Tilværelsen og paa Grund af Naturens Udvalg af de stærkeste Individer vokser Skallernes Tykkelse gennem Generationerne stærkt, saa at Dyret tilsidst kan føle sig fuldstændig tryg for sine Fjenders Efterstræbelser indenfor sin tykke Skal. Men den under Kampen udviklede Ævne til at afsondre Kalk fortsætter sin Virksomhed. Dyrene bliver herved saa tunge og ubevægelige, at de, naar en Forandring i de ydre Forhold, f. Ex. koldere Vand, gør en Pladsforandring nødvendig, ikke længere kan udføre denne, men forkrøbles eller dør helt ud. Den samme Betragtning kan gøres gældende overfor den mærkelige Forsvinden af de store Krybdyr i Jordens Middeltid, og ser man nøjere til, gælder ganske de samme Love for Udvikling, fuld Opblomstring, Ensidighed, Død eller Stagnation for Folkeslagene og de enkelte Slægter blandt Menneskene. Kamp og Krig er de bedste Livsfornyere ogsaa for Menneskeslægten.

vundet i det forløbne Aarhundredes sidste Halvdel. Det er dog endnu langt fra trængt ind i alles Bevidsthed, selv indenfor Naturvidenskabsmændenes Kreds, hvilken uhyre grundlæggende Betydning Lyells Opdagelse har. Men det simpleste og naturligste har i Reglen størst Vanskelighed med at trænge igennem. Det er tiltrækkende nok at læse de Æventyr om fjerne Tider, som fantasifulde Forskere i Midten af forrige Aarhundrede søgte at bringe frem for et efter Knaldeffekter længselsfuldt Publikum. Det er ikke saa „spændende" at gøre sig fortrolig med, at „Nutiden" idag er „Fortid" imorgen, og at det, der passerede for Tusinder af Aar siden, netop gik for sig paa selv samme Maade som de „dagligdags" Ting i Øjeblikket. Vinden tudede, og Regnen skyllede ned i „Tidernes Morgen" i den kambriske Tid ligesom nu, der var Bjerglande og Sletter, Floder og Søer som nu. Havet væltede sine Bølger langs Klippekysterne som nu, Rullestenene sang den samme Vise i Havstokken, Flyvesandet optaarnede sine Klitter og sleb Stenene i Facetter, mens det hvislede hen over Marken i den kambriske Tid ganske som nu. Den drivende Tang i Havet og Græsset paa Marken var sikkert nok andre Arter, men Dyr og Planter udførte deres Gerning i Naturens Husholdning i de længst henfarne Dage paa samme Maade som i Nutiden. Tænker vi os tilbage i Stenkultidens Skove, vilde man nok se andre Planter og andre Dyr, end man nu kender, men Naturbilledet vilde være det samme som i en fugtig tropisk Skov i Nutiden. Tænker vi os tilbage i Triastidens Saltstepper, vilde vi faa ganske samme Billede som nu ved Ægyptens Saltsøer eller Saltsumpene i Asiens tørre Egne. Store Forandringer er der foregaaet paa de enkelte Steder, og Udviklingen hos Organismerne er skredet frem, men Helhedsbilledet af Jordens Overflade har i al sin Mangfoldighed sikkert været det samme, lige siden Jorden blev beboelig for Organismerne. Det er Hovedtrækkene i disse Forandringer og i denne Udvikling, vi skal gennemgaa i det efterfølgende.

Som det foreløbig sidste Produkt i Udviklingsgangen er Mennesket fremtraadt. Man tør altsaa formode, at det er Udviklingens midlertidige Toppunkt, men det vilde være uden Støtte i Geologien, hvis man troede, at Mennesket var Endemaalet. Udviklingen kan til Tider tilsyneladende sagtnes, men gaar aldrig i Staa. Hvorledes Menneskeslægtens Udviklingsgang har været, efter hvad man hidtil har erfaret, kommer ganske vist ikke udenfor Geologiens Rammer, men behandles paa Grund af sin særegne Betydning i Reglen som Specialvidenskab indenfor Antropologiens og den forhistoriske Arkæologis Omraader.

For at studere Geologien vil vi følge Werners Principer og begynde med en Oversigt over Mineralerne: Mineralogien, og vender os derefter til Stenartslæren: Petrografien. Naar vi herved har faaet den nødvendige Materialkundskab og fast Fod at bygge paa ved Kendskabet til Stofferne og deres Væreformer i Naturen, gaar vi over til nærmere at undersøge de geologiske Kræfter, der virker i Naturen: den dynamiske Geologi. Naar vi saaledes har faaet Kendskab baade til Stofferne og Kræfterne, gaar vi over til at betragte Jordens Udviklingshistorie gennem Tiderne: Formationslæren, for endelig tilsidst mere i Detailler at behandle: Danmarks Geologi.

Mineralogi.

De Grundstoffer eller kemiske Forbindelser, der i fast Tilstandsform forekommer i Naturen, kaldes Mineraler. De luftformige og flydende Grundstoffer (Kvægsølv dog undtaget) eller luftformige og flydende kemiske Forbindelser plejer man ikke at henregne til Mineralerne, skønt f. Ex. Kulsyre eller Vand med ligesaa stor Ret kan og maa behandles i geologisk Henseende som f. Ex. Kvarts.

Man kender over 1000 forskellige Mineralarter, men det er kun forholdsvis faa af disse, der spiller nogen synderlig Rolle som væsentlig Opbygningsmateriale for Jordskorpen.

Et Mineral er i Reglen i Besiddelse af visse karakteristiske ydre Egenskaber, der kan bruges som foreløbige Kendetegn paa Mineralet. Hyppig er disse Kendetegn saa tydelige hos paagældende Mineral, at der ikke er nogen Tvivl om Mineralets Art, men den fulde Sikkerhed ved Mineralets Bestemmelse faas dog i mange Tilfælde først ved kemisk Analyse. Endogsaa dette sikre Middel kan i nogle Tilfælde ikke være fuldt tilstrækkelig, da et og samme Grundstof eller den kemiske Forbindelse af samme Grundstoffer i samme indbyrdes Mængdeforhold kan forekomme i forskellige *allotrope Former*, f. Ex. Kalkspat og Aragonit, som begge er kulsur Kalk ($CaCO_3$), men har forskellig Vægtfylde, Haardhed, Krystalform og Spaltelighed. Omvendt kan hele Rækker af Stoffer være hinanden meget nærstaaende med Hensyn til Krystalform, Spaltelighed, Lysbrydning, Varmeledningsævne, kemisk Sammensætning m. m. De siges i saa Fald at være *isomorfe*, f. Ex. Kalkspat ($CaCO_3$), Jernspat ($FeCO_3$), Manganspat ($MnCO_3$), Magnesit ($MgCO_3$) o. fl.

Blandt de Egenskaber hos Mineralerne, som kan bruges som foreløbige Kendetegn, kan vi nævne Vægtfylde, Haardhed, Farve, Glans, endelig Krystalformen i Forbindelse med Spalteligheden, eller Maaden, hvorpaa Mineralet forholder sig overfor Tryk eller Slag. Maaske har

Mineralet visse fremtrædende elektriske eller magnetiske Egenskaber, som man kan prøve ved simple Midler. Mineralets Smag og undertiden dets Lugt kan ogsaa være vejledende. Endelig er der den kemiske Analyse af Mineralet og maaske Undersøgelsen af dets optiske Egenskaber, der kun kan fastsættes ved mere indgaaende videnskabelig Undersøgelse.

Mineralernes Vægtfylde kan være meget forskellig fra 1 (Rav 1,1) til over 20 (de tunge Metaller af Platingruppen). Langt de fleste Mineraler har dog en Vægtfylde af lidt under 3, hvad der kaldes almindelig Stenvægt. Saaledes har Feldspat Vægtfld. 2,6, Kvarts 2,7, Kalkspat 2,7, Dolomit 2,8, Smergel 2,7, Smaragd 2,7, Fedtsten og Talk 2,6—2,8. De jernholdige Mineraler er dog noget tungere: Hornblende saaledes 3,1, Augit 3,3, Jernspat 3,8, Svovlkis 4,9, Jernglans 5,2, og Vægtfylden af Malmene, der indeholder Forbindelser af tunge Metaller, endnu større, saasom Blyglans 7,5, Zinnober 8,2.

En foreløbig, men meget praktisk Bestemmelsesmaade af et Minerals Vægtfylde kan udføres ved at løfte et Stykke af Mineralet: „veje det i Haanden", i Særdeleshed naar man til Sammenligning har ligesaa store Stykker af andre Stoffer, hvis Vægtfylde kendes.

Iøvrigt kan Vægtfylden af Mineralerne bestemmes paa de forskellige fra Fysiken kendte Metoder, fx. ved Hjælp af en Rumfangsmaaler (Volumenometer), ved Hjælp af en Flydevægt, ved et Pyknometer, eller paa andre Maader. Princippet i disse Metoder er, som det vil vides, at finde Legemets Vægt og Vægten af det samme Rumfang Vand, da Vægtfylden er Legemets Vægt divideret med Vægten af det samme Rmf. Vand. Vægtfylden er afhængig af Temperaturen, da baade Legemet og Vandet forandrer deres Rmf., naar Temperaturen forandres.

En meget bekvem og tillige nøjagtig Maade, hvorved selv ganske smaa Mineralbrudstykkers Vægtfylde kan bestemmes, er at benytte de saakaldte tunge Vædsker. Den mest benyttede er den *Thoulet'ske Vædske*. Den fremstilles ved at opløse 539 Vægtdele Kvægsølvjodid og 435 Dele Jodkalium i 100 Vægtdele Vand. Vægtfylden af denne Opløsning er 3,19 ved 15°. Man kan herved bestemme alle faste Stoffers Vægtfylde mellem 1 og 3,19, idet man anbringer dem i Vædsken og ved forsigtig Tilsætning af Vand bringer dem til netop at sveve i Vædsken. Dennes Vægtfylde bestemmes derefter, i Almindelighed ved *Westphal's Sænkevægt*. Er Mineralet opløseligt i Vand, kan man benytte *Methylenjodid* H_2CJ_2, hvis Vægtfylde er 3,33. Det kan fortyndes med Benzol.

Mineralernes Haardhed er et meget vigtigt Kendetegn. I Almindelighed benytter man den *Mohs'ske Skala*. Herved deles Mineralerne efter Haardheden i 10 forskellige Afdelinger, i hvilke et Led kan ridse det foregaaende, men selv lader sig ridse af det efterfølgende. Som

Typer er valgt Mineraler, mellem hvis indbyrdes Haardhed der er tydelig Forskel. Leddene er følgende:

Talk	Haardhed 1	Feldspat	Haardhed 6
Gibs	— 2	Kvarts	— 7
Kalkspat	— 3	Topas	— 8
Flusspat	— 4	Korund	— 9
Apatit	— 5	Diamant	— 10

Stoffer med Haardheden 1 er fedtede at føle paa og lader sig let ridse af Neglen. H. 2 kan ogsaa ridses af Neglen, men noget vanskeligere. H. 3 kan ridses af en Broncemynt. H. 4—6 kan ridses af en Kniv, H. 6 dog kun af godt Staal og er omtrent saa haardt som almindeligt Rudeglas. Leddene fra H. 7 og opefter ridses ikke af Staal*), men giver Gnister med Staal. Et Mineral, hvis Haardhed er saaledes, at det f. Ex. ridses af Flusspat, men selv kan ridse Kalkspat, gives H. $3{,}5$ o. s. v. Skalaen er praktisk og let at benytte, men er i teoretisk Henseende ikke helt tilfredsstillende, der er meget ulige Forskel mellem de enkelte Haardhedsgrader indbyrdes. Krystaller kan have noget forskellig Haardhed i forskellige Retninger paa Fladerne.

Mineralernes Farve og Glans har fra ældgammel Tid henledet Opmærksomheden paa dem. Man har skattet og beundret Ædelstenenes klare og pragtfulde Farve, stærke Lysbrydning og straalende Glans, og endnu kan et Diamant-Collier eller et Smykke med Rubiner eller Smaragder udøve en mærkelig næsten magisk Virkning paa Kvindens letbevægelige Sind. Endnu sætter man ogsaa i høj Grad Pris paa de blanke Metaller og paa Ravets gule Lysen eller Ildopalens mystiske dunkle Gløden.

Efter Glansens Art kan de ikke metalagtige Stoffer siges at have Diamantglans, Glasglans, Perlemoderglans, Silkeglans, Fedtglans, og endelig kan de være uden Glans, d. v. s. have et jordagtig Udseende som Kaolin, Jernokker o. s. v. Ved metalglinsende Malme, gediegne Metaller og andre metalagtigt udseende Stoffer kan Farven ogsaa være forskellig, saa at man kan tale om hvid, gul, rød o. s. v. Metalglans.

Stregens Farve (Pulverets Farve) er for metalglinsende Malmes Vedkommende i Reglen mørkere end Malmens Yderflade, hvorimod næsten alle andre Mineraler har en lysere Streg end Overfladens Farve. Ex.: Messinggul, metalglinsende Svovlkis har en sort Streg, Hornblende med sort metalglinsende Overflade har en graahvid Streg.

Stregens Farve kan bedst prøves ved at skrive med Mineralet paa

*) Nu tildags er visse Staalsorter saa haarde, at de endogsaa overgaar Korund, H. 9, i Haardhed.

en Tavle af uglasseret Porcellæn. Et Minerals Farve kan være væsentlig og være et Kendetegn paa dets kemiske Sammensætning. Malakit (basisk kulsurt Kobberilte) er grøn paa Grund af sit Kobberindhold, Rødjernsten (Fe_2O_3) er rød paa Gr. af Jernilteindholdet o. s. v. Farven er dog ofte uvæsentlig og skyldes smaa tilfældige Indblandinger. Flusspat bestaar ganske overvejende af CaF_2, der er farveløs, men Mineralet har hyppig meget pragtfulde, grønne, blaa eller gule Farver, paa Grund af maaske uvejelig smaa Mængder af indblandede Stoffer (faste Opløsninger), det samme kan gælde Stensalt, Kalkspat, Kvarts og de fleste Ædelsten. De saakaldte uvæsentlige Farver er oftest af den allerstørste Betydning med Hensyn til Mineralets Pris og Anvendelse som Smykkesten eller i dekorativt Øjemed, og Farverne søges derfor ofte bibragt Stenene ad kunstig Vej. De fleste uvæsentlige Farver lider en Forandring ved Ophedning af Mineralet eller ved, at det henligger i Sollyset, hvorved Farven i Reglen bliver svagere og mere graalig.

Nogle Mineraler, særlig Ædelstene, men ogsaa Flusspat og enkelte andre besidder den fra Oldtiden kendte Egenskab at kunne lyse i Mørke: fosforescere, naar de en Tid lang har været udsat for Sollys. Man er næppe klar paa, hvad der egentlig foregaar under Fosforescensen, ligesaa lidt som det med Sikkerhed vides, hvorfor mange Mineraler, efter at være udsatte for Røntgen Straaler, lyser i Mørke. Opvarmning i større eller mindre Grad eller Udsættelse for elektrisk Udladning kan fremme Fosforescensen hos mange Mineraler og fremkalde denne Egenskab hos nogle, der ellers ikke viser den. Ved mekanisk Vold, Gnidning, Kradsning, Knusning o. s. v. kommer mange Mineraler og enkelte andre Stoffer (fx. Sukker) til at lyse i Mørke.

Nogle Mineraler har forskellig Farve i Sollys og i kunstigt Lys, andre har forskellige Farver i paafaldende Lys og i gennemfaldende Lys, er pleochoistiske.

Gennemsigtige Mineralers Lysbrydning hænger nøje sammen med deres Krystalform. Alle amorfe Stoffer og Mineraler, der krystalliserer i det regulære System, er enkeltbrydende, naar ikke ydre Tryk eller indre Spændinger i Stoffet foraarsager Uregelmæssigheder. Stoffer, der krystalliserer i andre Systemer end det regulære, er dobbeltbrydende paa forskellig Vis.

Mineralers Udvidelse ved Opvarmning er temmelig forskellig, men altid meget mindre end Væskers Udvidelse. Medens Vand ved at opvarmes fra 0^0—100^0 udvider sig $^1/_{23}$ af sit Rmf., udvides Kvægsølv $^1/_{55}$, men Stensalt kun $^1/_{247}$ og Diamant $^1/_{8840}$.

Hos amorfe og hos regulært krystalliserende Stoffer er Udvidelsen

ved Varme lige stor i alle Retninger, medens Mineraler, der krystalliserer i andre Systemer, udvider sig ulige meget i forskellige Retninger, saaledes at en og samme Krystal ved forskellige Temperaturer har forskellige Kantvinkler.

Mineralers Varmeledningsævne varierer meget. De metalliske Stoffer har den største. Sættes Sølvs Varmeledningsævne = 100, bliver Kobbers = 74, Gulds = 53, Jerns = 12, Vismuts = 1.8 og umetalliske Stoffers som Kalkspats endnu ringere. Visse Stoffer af organisk Oprindelse som f. Ex. Rav kan siges slet ikke at være varmeledende.

Nogle amorfe Stoffer bliver ved Opvarmning krystallinske, og flere krystallinske Stoffer, f. Ex. Svovl og Aragonit, gaar over til et andet Krystalsystem ved Opvarmning og bliver altsaa i Virkeligheden til et andet Mineral.

Mange Mineraler er pyroelektriske, saa at de ved Opvarmning bliver elektrisk ladede, idet den ene Ende af Krystallen bliver positiv, den anden negativ elektrisk.

Jernholdige Mineraler kan i større eller mindre Grad blive magnetiske og tiltrækkes af en Magnetpol. Denne Egenskab har i den nyere Tid faaet teknisk Betydning ved magnetiske Malmseparationer i det store*). Enkelte Mineraler, særlig Magnetjernsten Fe_3O_4, kan ved magnetisk Paavirkning eller blot ved at henligge paa Jordens Overflade blive polærmagnetiske og faar selvstændig Magnetisme med tydelig udviklede Poler, og bliver altsaa i Stand til at tiltrække Jern**).

Mineralers Forhold overfor Slag eller Tryk er tidt et vigtigt Kendetegn. Kun faa (navnlig Metallerne) er plastiske, de fleste gaar i Stykker ved Slag. Bruddet kan være uregelmæssig haget, takket eller splintret, men kan ogsaa være mere regelmæssig muslet. Mineralet kan endelig spaltes i plane Flader efter bestemte Vinkelforhold. Mineralet siges i saa Fald at have tydelige Gennemgange og Spaltefladerne staar i saa Fald i nøje Forhold til Mineralets Krystalform og er et vigtigt Kendetegn for Mineralet.

Med Hensyn til Mineralernes kemiske Sammensætning kan man kun faa fuldstændig Oplysning ved kvantitativ kemisk Analyse paa kendt Vis i et Laboratorium. Der er dog en ikke ringe Mængde vigtige kemiske Kendetegn, man kan faa fat paa ved forskellige kemiske Operationer, som kan udføres hvorsomhelst. Hertil kræves en Flaske Salt-

*) Den pulveriserede Malm føres paa et endeløst Transportbaand forbi Polerne af en kraftig Elektromagnet, som tiltrækker og fastholder Malmens jernholdige Bestanddele.

**) Om Stoffers Ævne til at blive diamagnetiske maa henvises til Lærebøger i Fysik.

syre, et Lys, et Blæserør, et Stykke Trækul, Platintraad og lidt Platinblik, samt faa simple Kemikalier saasom vandfrit kulsurt Natron, Borax og Fosforsalt[4]). Flere af disse Reaktioner vil blive omtalt i det følgende under Beskrivelsen at de enkelte Mineraler.

Krystallografi.

En Krystal er et Grundstof eller en kemisk Forbindelse, der er udskilt i fast Form og begrænset af plane Flader, der er fremkommet „af sig selv" under Stoffets Overgang fra luftformig eller draabeflydende Tilstand til fast Tilstandsform. Uden at der dog er nogen Væsensforskel, kan man skelne mellem krystallinske Masser og egentlige Krystaller. Et krystallinsk Stof er fremkommet paa samme Maade som en Krystal, men de enkelte Krystaller, hvoraf Stoffet bestaar, er saa tæt sammenvoksede, at man ikke længere kan skelne mellem Krystalindividerne.

De enkelte Led i Begrænsningen af Begrebet: Krystal efter ovenstaaende Definition maa opfattes med visse Forbehold. Naar det saaledes fastsættes, at en Krystal er et Grundstof eller en kemisk Forbindelse, saa er herunder ogsaa indbefattet Blandinger af isomorfe Stoffer, det vil sige Stoffer, der har analog kemisk Sammensætning og hver for sig krystalliserer paa samme Maade som Blandingen. Fx. Elektrum, en regulært krystalliserende Blanding af Guld og Sølv, der begge krystalliserer regulært. Ligeledes Dolomit, en hexagonalt krystalliserende Blanding af $xCaCO_3 + yMgCO_3$, der hver for sig krystalliserer hexagonalt som henholdsvis Kalkspat og Magnesit.

Naar det yderligere fastsættes, at Krystallen skal være begrænset af plane Flader, kan man derunder ogsaa indbefatte Former, der har krumme Flader, fx. Diamant, der hyppig i Naturen findes krystalliseret i Oktaedere med krumme Flader. Hos saadanne Former antager man, at Fladerne oprindelig var plane, men senere „har slaaet sig" paa Grund af Forandringer fx. i Temperatur eller Trykforhold. Og endelig naar det fastsættes, at Krystallens plane Begrænsningsflader skal være fremkommet „af sig selv", menes derved, at Stoffet fx. ikke er støbt ud i en forud givet Form eller senere tildannet ved Tryk eller Slid, men at Fladerne er frivillig fremkomne under Stoffets Overgang fra bevægelig Tilstandsform til fast Form. Men det maa dog bemærkes, at der i Naturen forekommer Stoffer begrænsede af „plane Flader, der er fremkommet af sig selv", uden at disse Stoffer paa nogen Maade maa opfattes som Krystaller. Det er „Afsondringsformer", fremkommet ved Stoffets

Sammentrækning under Indtørring eller under Afkøling. Ex.: Søjleformig afsondret Basalt.

Krystallerne er, som omtalt, begrænsede af plane Flader: Krystalfladerne. Naar to Flader skærer hinanden, fremkommer en Kant, Hvor tre eller flere Kanter med tilhørende Flader skærer hinanden, fremkommer et Hjørne, som altsaa er en begrænset Del af Rummet. Med Hensyn til Fladers (*F*), Hjørners (*H*) og Kanters (*K*) indbyrdes Forhold i Krystallerne findes en almengyldig Regel, som udtrykkes i Ligningen

$$F + H = K + 2.$$

Lægger man Snit gennem de modstaaende Kanter i en Krystal, vil disse Planers Skæringslinjer inde i Krystallen være rette Linjer, der skærer hinanden i Krystallens Midte. Saadanne tænkte Skæringslinjer kaldes Krystallens Akser. Krystalfladernes Stilling til Akserne angives ved de relative Afstande (Parametere), som Fladerne afskære af Akserne, regnet fra Krystallens Midtpunkt til Skæringspunktet.

Et Symmetriplan i en Krystal er et Plan, der tænkes lagt gennem Midtpunktet af Krystallen, saaledes at denne deles i to symmetriske Halvdele. Disse forholder sig til hinanden som højre Haand til venstre, som en Genstand til sit Spejlbillede og Symmetriplanet svarer til Spejlfladen.

Man kender flere tusinde forskellige Krystalformer hos Mineraler og hos de ad kemisk Vej fremstillede Krystaller, men alle de mangfoldige Former kan efter Krystalaksernes Stilling og relative Længde indordnes i tre Hovedsystemer, der igen ialt omfatter 6 Underafdelinger.

I det efterfølgende vil vi i de groveste Hovedtræk gennemgaa de vigtigste Former indenfor de enkelte Systemer. Under Inddelingen kan man benytte forskellige Betegnelser for Aksernes Forhold og Fladernes Stilling. De i det efterfølgende brugte er først udtænkte af den berømte Mineralog *C. F. Naumann*. I alle Systemerne kan findes hemiedriske Former, det vil sige Former, hvori hveranden af de til Grundformen hørende Flader paa symmetrisk Maade er kommet til Udvikling, men hveranden Flade slet ikke er fremkommet. De fuldstændige Former kaldes i Modsætning hertil holoedriske. De ejendommelige hemiedriske Forhold er ikke blot ydre Tilfældigheder ved Krystallernes Udvikling, men bunder dybt i deres indre Opbygning og viser sig f. Ex. ogsaa ved deres Gennemgange og optiske Forhold.

I. Regulære System.

Med tre lige store Akser, der skærer hinanden under rette Vinkler. Gennem to og to af Akserne kan lægges ialt 3 Hovedsymmetriplaner, som staar vinkelret paa den tredie Akse. Desuden findes 6 andre Symmetriplaner, der hver gaar gennem en Akse og halverer Vinkelen mellem de to andre. I Fig. 4 er antydet Symmetriplanernes Beliggenhed ved punkterede Linjer.

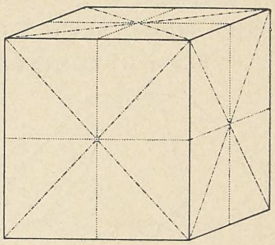


Fig. 4. Symmetriplanerne i det regulære System.

De vigtigste Former i det regulære System er:

Oktaederet (Fig. 5) Systemets Grundform. En dobbelt firsidet Pyramide, begrænset af 8 ligesidede Trekanter. Hver Flade skærer Akserne i lige stor Afstand fra Krystallens Midtpunkt. Akseforholdet er 1 : 1 : 1. Betegnelsen efter Naumann **O**.

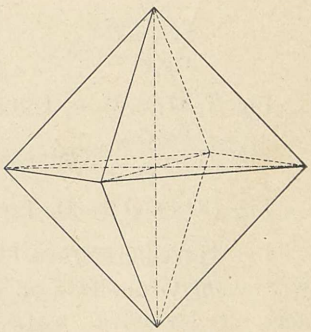


Fig. 5. Oktaederet.

Exempler paa Mineraler, der krystalliserer i Oktaedere, er: Diamant, Guld, Sølv, Svovlkis, Magnetjern, Flusspat, Aluner.

Hexaederet eller Terningen (Fig. 6) begrænses af 6 Kvadrater. Akserne forbinde i denne Form Fladernes Midtpunkter, saa at hver Flade skærer en Akse og er parallel med de to andre. Akseforholdet er følgelig $\infty : 1 : \infty$. Betegnelsen af Fladerne ∞**O**∞.

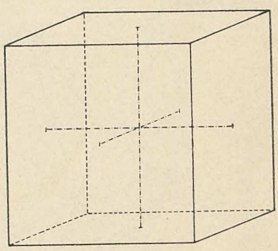


Fig. 6. Terningen.

Ex.: Svovlkis, Stensalt, Flusspat.

Rhombedodekaederet (Fig. 7) ogsaa kaldet Granatoederet (efter Mineralet Granat) begrænses af 12 Rhomber (hvis Diametere forholde sig som $1 : \sqrt{2}$). Hver Flade skærer to af Akserne i lige store Stykker, regnet fra Midtpunktet til Skæringspunkterne og er parallel med den tredie Akse. Akseforholdet er følgelig $\infty : 1 : 1$. Betegnelsen ∞ **O**.

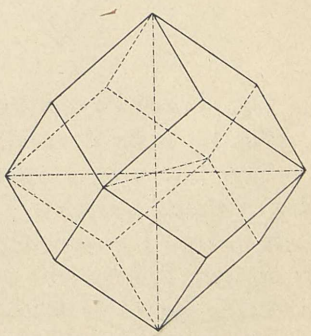


Fig. 7. Rhombedodekaederet.

Ex.: Granat.

Disse Former kan forekomme: i Kombination, d. v. s. samtidig hos samme

Krystal, og Betegnelsen for Krystallen er derfor sammensat af Betegnelsen for de enkelte Former. Som Exempler er Fig. 8—10 fremstillede; de er alle Kubeoktaedere (Terning + Oktaeder).

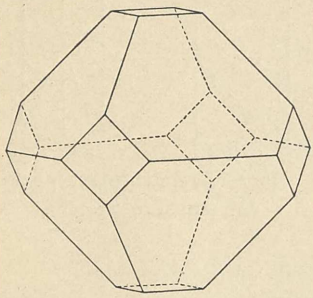


Fig. 8.

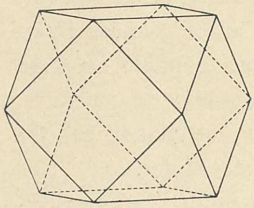


Fig. 9.

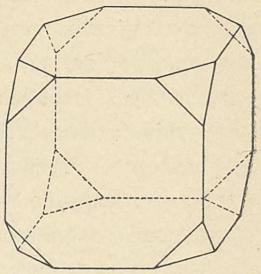


Fig. 10.

Fig. 8: $\mathbf{O}.\infty\mathbf{O}\infty$. Oktaederet herskende.

Fig. 9: $\frac{\infty\mathbf{O}\infty}{\mathbf{O}}$. Oktaeder og Terning i Ligevægt.

Fig. 10: $\infty\mathbf{O}\infty.\mathbf{O}$. Terningen herskende.

Paa Hovedformernes Flader kan der vokse Pyramider ud med Fladerne som Grundflade og vekslende Højder, der dog aldrig bliver saa store, at der bliver hule Vinkler paa Krystallen. Der kan anføres nogle Exempler, Fig. 11—12, som tillige viser Hovedformernes nære Slægtskab:

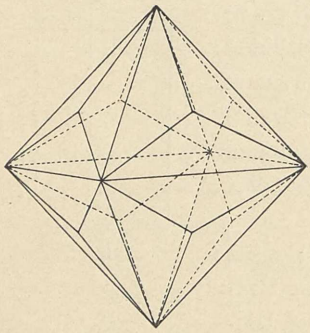


Fig. 11.

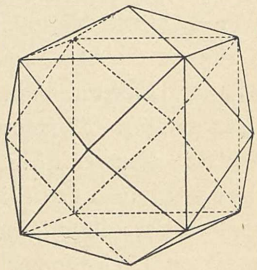


Fig. 12.

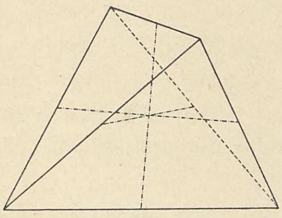
Fig. 11: $m\mathbf{O}$ Pyramideoktaeder.

Fig. 12: $\infty\mathbf{O}n$ Pyramideterning.

Heri kan m og n være hele Tal eller Brøker større end 1, og i Reglen simple Størrelser $\frac{3}{2}$, 2, 3. Jo fladere Pyramiderne bliver, desto mere nærmer Formerne sig til henholdsvis et Oktaeder og en Terning. Jo spidsere Pyramiderne paa Fladerne er, desto mere nærmer begge Formerne sig til et Rhombedodekaeder, som naas, naar henholdsvis $m = \infty$ og $n = 0$.

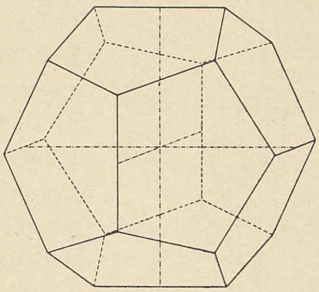
Som Exempel paa hemiedriske Former i det regulære System kan anføres:

Fig. 13.



$\frac{O}{2}$

Fig. 14.



$\frac{\infty On}{2}$

Fig. 13: Tetraeder. Oktaederets hemiedriske Form, begrænset af 3 ligesidede Trekanter.

Fig. 14: Pentagonaldodekaeder. Pyramideterningens Halvform begrænset af 12 Femkanter.

II. Med en Hovedakse, der staar vinkelret paa Biakserne. Disse er lige store og skærer hinanden under samme Vinkler.

A. Tetragonale eller kvadratiske System.

En Hovedakse, der staar vinkelret paa de to Biakser, der ogsaa skærer hinanden under en ret Vinkel og er lige store. Gennem to og to af Akserne kan lægges ialt 3 Hovedsymmetriplaner, som staar vinkelret paa den 3die Akse. Desuden findes 2 andre Symmetriplaner, der gaar gennem Hovedaksen og halverer Vinklerne mellem Biakserne. I Fig. 15 er antydet Symmetriplanernes Beliggenhed ved punkterede Linjer.

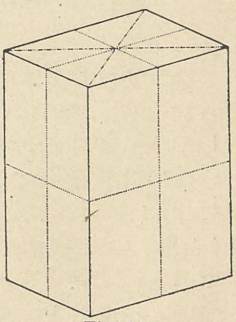


Fig. 15.
Symmetriplanerne i det kvadratiske System.

De vigtigste Former i det tetragonale System er:

Pyramiden (Fig. 16) Systemets Grundform. En dobbelt firsidet Pyramide begrænset af 8 ligebenede Trekanter. Hver Flade skærer Biakserne i lige store Afstande fra Midtpunktet, men Hovedaksen i en dermed forskellig Afstand. Akseforholdet er følgelig $c:1:1$. Er c*) større end 1, bliver Pyramiden spids, er c mindre

*) c er at henføre til Hovedaksen.

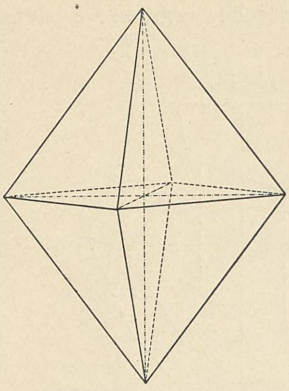


Fig. 16. Pyramiden.

end 1, derimod stump. *c* er altid et irrationalt Tal. Betegnelsen for Grundpyramiden er **P**.

Desuden kan forekomme andre Pyramider, hvor den lange Akse er et Multiplum af Grundpyramidens Akselængde. Akseforholdet er altsaa $mc : 1 : 1$, hvor *m* altid er et rationalt Tal (helt eller bruddent). I Reglen er Forholdet mellem *c* og *mc* et simpelt Talforhold saasom $\frac{1}{2}$, 2, 3. Disse afledede Pyramiders Betegnelser bliver følgelig $\frac{1}{2}$**P**, 2**P**, 3**P**, i Almindelighed *m***P**.

Prismet (Fig. 17) begrænses af fire Planer, der gaar parallele med Hovedaksen og skærer Biakserne i lige lange Afstande fra Midtpunktet. Akseforholdet er følgelig $\infty : 1 : 1$. Betegnelsen for Prismet **P**∞*).

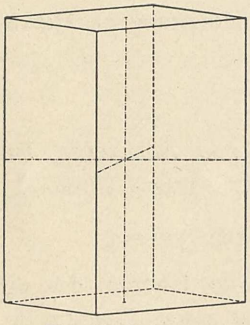


Fig. 17. Prismet.

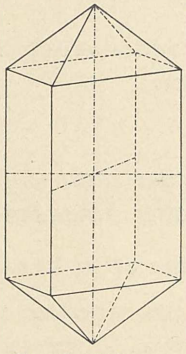


Fig. 18. Prisme og Pyramide.

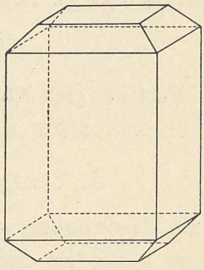


Fig. 19. Prisme, Pyramide og basisk Flade.

Denne Form er, som man vil se, ikke nogen lukket Form, men bliver det, naar den kommer i Kombination med „den basiske Flade“, der skærer Hovedaksen og er $\neq$ med Biakserne. Akselforholdet er følgelig $1 : \infty : \infty$. Betegnelsen er 0**P****). I Fig. 17 er fremstillet Kombinationen af 0**P** og ∞**P**. I Fig. 18 Kombination af **P** og ∞**P**. I Fig. 19 **P**, ∞**P**, 0**P**.

Desuden forekommer baade Pyramider og Prismer af 2den Orden, som kan tænkes frembragt af de til-

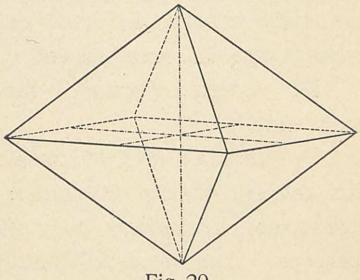


Fig. 20.

*) Kan altsaa tænkes at være *mP*, hvor $m = \infty$ d. v. s. Pyramiden uendelig spids.

**) Kan altsaa tænkes at være *mP*, hvor $m = 0$, d. v. s. Pyramiden stump.

svarende Former af 1ste Orden ved en Drejning paa 45° om Hovedaksen. Akseforholdene for Pyramiden bliver følgelig $1 : \infty : c$. Betegnelsen for Pyramiden af 2den Orden (Fig. 20) **P**∞.

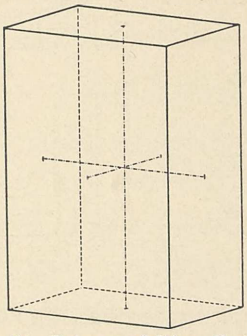


Fig. 21. Prisme af 2den Orden, basisk Flade.

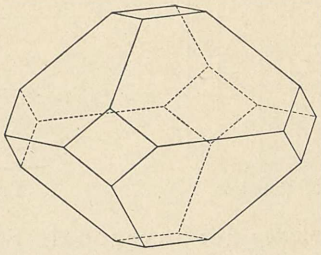


Fig. 22. Pyramide, basisk Flade, Prisme af 2den Orden.

Paa tilsvarende Maade bliver Akseforholdet hos Prismet $\infty 1 \infty$. Betegnelsen for Prismet af 2den Orden (Fig. 21) er ∞**P**∞.

I Fig. 22 er vist en jævnlig forekommende Kombination af Pyramide (**P**), basisk Flade (**OP**) samt Prisme af 2den Orden ∞**P**∞.

Ex.: Kobberkis, Tinsten, Zirkon, Rutil.

B. Hexagonale System.

En Hovedakse, der staar vinkelret paa tre Biakser, der skærer hinanden under en Vinkel paa 60° og er lige store. Hovedsymmetriplaner kan lægges gennem alle tre Biakser tilsammen (et Plan) samt gennem Hovedaksen og hver en Biakse (3 Planer), desuden 3 andre Planer gennem Hovedaksen og Halveringslinjen gennem Biakserne (Fig. 23).

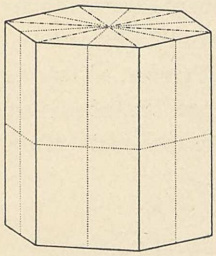


Fig. 23. Symmetriplaner i det hexagonale System.

Pyramiden (Fig. 24). Systemets Grundform er en dobbelt sexsidet Pyramide begrænset af 12 ligebenede Trekanter. Hver Flade skærer de to Biakser i lige stor Afstand fra Midtpunktet og Hovedaksen i en anden Afstand, men er parallele med den 3die Biakse. Akseforholdet er $c : 1 : 1 : \infty$. Betegnelsen **P**.

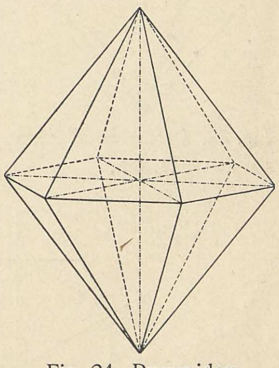


Fig. 24. Pyramiden.

Paa lignende Maade som i det tetragonale System forekommer Pyramider afledet af Grundformen, altsaa f. Ex. $\frac{1}{2}$**P**, 2**P**, 3**P** o. s. v., i Almindelighed *m***P**.

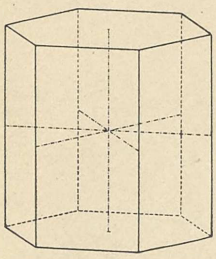


Fig. 25. Prismet.

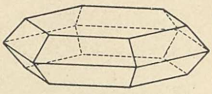


Fig. 26.

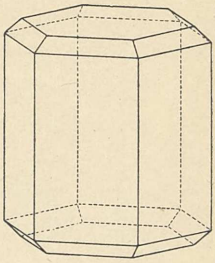


Fig. 27.

Ligeledes det hexagonale Prisme ∞**P** og den basiske Flade 0**P**. (Fig. 25).

Kombinationer er hyppige Fig. 26: 0**P**, **P**.

Fig. 27: 0**P**, **P**. ∞**P**.

Ex.: Apatit.

Paa analog Maade findes ved en Omdrejning om Hovedaksen paa 30°:

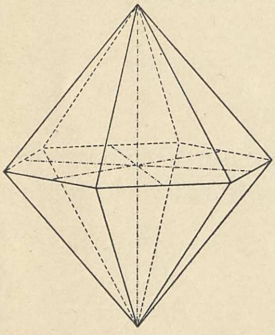


Fig. 28. Pyramide af 2den Orden.

Hexagonal Pyramide af 2den Orden (Fig. 28). En Pyramideflade skærer Hovedaksen og den ene Biakse i den sædvanlige Længde, men de to andre Biakser i de dobbelte Længder. I Fig. 29 er fremstillet et Tværsnit af Pyramiden eller Prismet af 2den Orden lagt gennem Biaksernes Plan. I Fig. 30 et Prisme af 2den Orden. Betegnelserne bliver henholdsvis **P**2 (Pyramide), ∞**P**2 (Prisme).

Optræder Pyramider og Prismer af 1ste og 2den Orden i Kombination med hinanden, faas 12sidede Pyramider eller Prismer samt Kombinationer af disse.

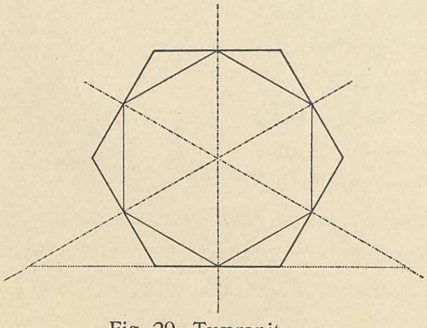


Fig. 29. Tværsnit.

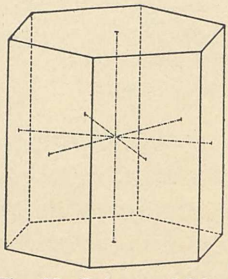


Fig. 30. Prisme af 2den Orden.

Hemiedriske Former er særlig i det hexagonale System almindelige, saa at man endogsaa undertiden opstiller dem i et særligt System, der kaldes det trigonale System.

Af den hexagonale Pyramide fremkommer den dobbelte tresidede Pyramide $\frac{P}{2}$ ved, at hveranden af de tilsvarende Pyramideflader ved hver Pol*) udvikles. I Fig. 31 er Pyramiden vist i Kombination med det tilsvarende trigonale Prisme $\frac{\infty P}{2}$.

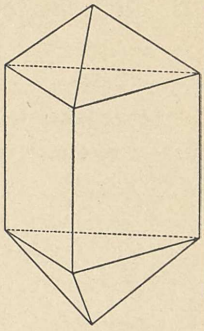


Fig. 31.
Trigonal Prisme og Pyramide.

Ex.: Visse Turmalinarter menes at krystallisere i trigonal Hemiedri.

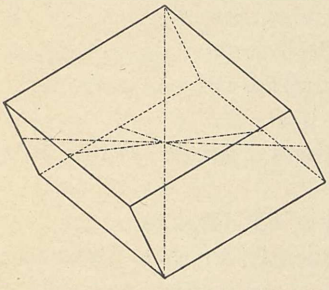


Fig. 32. Rhomboederet.

Langt hyppigere end trigonal Hemiedri er dog den rhomboedriske Hemiedri. De vigtigste Former er:

Rhomboederet (Fig. 32) begrænset af 6 Rhomber. Det kan tænkes fremkommet af den hexagonale Pyramide ved, at kun hveranden af Fladerne ved hver Pol er blevet udviklet, saaledes at det ved den ene Pol er Nabofladerne, der er udviklede, og ikke som ved den trigonale Pyramide de tilsvarende Flader, der er udviklede ved den anden Pol. Betegnes ved **R**. Eftersom Hovedaksen i Grundrhomboederet varierer i Længde, faas fladere eller spidsere afledede Rhomboedere f. Ex. $\frac{1}{2}$**R**, 2**R**, 3**R**, i Almindelighed *m***R**.

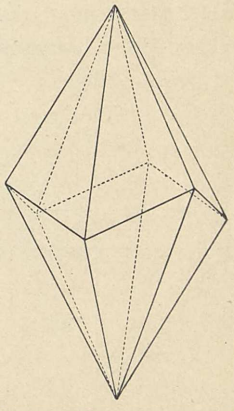


Fig. 33.
Skalenoederet.

Af den tolvsidede Pyramide fremkommer paa tilsvarende Maade et:

Skalenoeder (Fig. 33) med 6 Polkanter som en hexagonal Pyramide, men med zigzaggaaende Sidekanter.

Ex.: Kalkspatfamilien, Jernglans.

*) Hovedaksens Skæringspunkter („Krystallens Ender") kaldes for Polerne, de fra dem udgaaende Kanter for Polkanterne.

III. Med en Hovedakse og 2 Biakser af forskellige Længder og med forskellige Skæringsvinkler.

A. Rhombiske System.

Hovedaksen staar vinkelret paa Biaksen; disse er ulige lange, men staar vinkelrette paa hinanden. Ved Betragtningen af Formerne stilles Hovedaksen *c* lodret, den korteste Biakse bliver følgelig vandret og stilles paa langs ud mod Beskueren; den kaldes Langsaksen (*b*), den længste Biakse bliver vandret paa tværs og kaldes Tværaksen (*a*). 3 Symmetriplaner hver gennem to af Akserne.

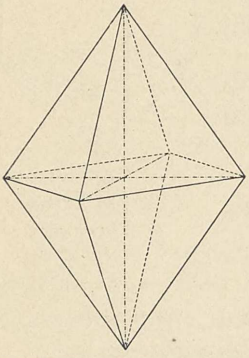


Fig. 34. Pyramiden.

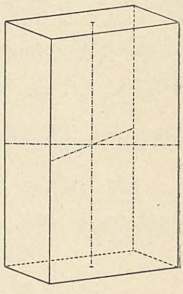


Fig. 35. Prismet og basisk Flade.

Formerne ligne iøvrigt Formerne fra det tetragonale System:

Rhombisk Pyramide **P**. (Fig. 34).

Afledede Pyramider stumpere eller spidsere, f. Ex. $\frac{1}{2}$**P**, 2**P**, 3**P**, i Almindelighed *m***P**.

Rhombisk Prisme ∞**P**. Basisk Flade **OP**. (Fig. 35).

Yderligere: Pyramider og Prismer af 2den Orden, hvis Flader faar Betegnelserne $\breve{}$ (kort), $\bar{}$ (lang), eftersom de er parallele med Tværaksen eller Langaksen.

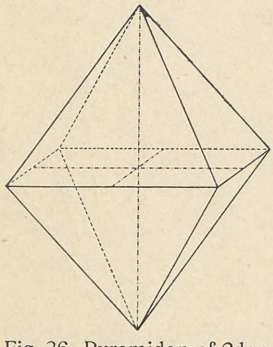


Fig. 36. Pyramiden af 2den Orden.

Pyramide af 2den Orden (Fig. 36). $\breve{\mathbf{P}}\infty$, $\bar{\mathbf{P}}\infty$ (tilsammen **P**∞). Optræder $\breve{\mathbf{P}}\infty$ eller $\bar{\mathbf{P}}\infty$ alene i en Form, kaldes de Domeflader (af latinsk *domus:* et Hus, da det ligner en Tagryg).

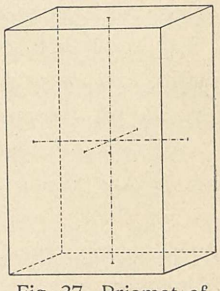


Fig. 37. Prismet af 2den Orden.

Prisme af 2den Orden (Fig. 37) analog med Pyramiden $\infty\breve{\mathbf{P}}\infty$, $\infty\bar{\mathbf{P}}\infty$.

Optræder $\infty\breve{\mathbf{P}}\infty$ eller $\infty\bar{\mathbf{P}}\infty$ (eller **OP**) alene i en Form, kaldes de for Pinakoidflader eller Tavleflader (det græske Ord *pinakos* = en Tavle). Forekommer **OP**, $\infty\breve{\mathbf{P}}\infty$, $\infty\bar{\mathbf{P}}\infty$ sammen hos samme Krystalform eller Spalteform, faas en fuldstændig tærninglignende Form frem, hos hvilken man kun ad optisk Vej (Lysbrydningen) kan opdage den rhombiske Karakter.

Ex.: Anhydrit, Aragonit.

B. Monokliniske System.

Hovedaksen vinkelret paa den ene Biakse, men staar skævt paa den anden, disse staar vinkelrette paa hinanden, men er ulige store.

Hovedaksen stilles lodret, den paa denne vinkelrette Biakse vandret paa tværs, den skæve Biakse vendes følgelig ud mod Beskueren og drejes saaledes, at Biaksernes Plan hælder udad. Den vandrette Tværakse: Orthoaksen betegnes med —, den hældende Langsakse: Klinoaksen med /. Der findes kun et Symmetriplan i Former, der hører til dette System. Det kan tænkes lagt gennem den skæve Akse og Hovedaksen.

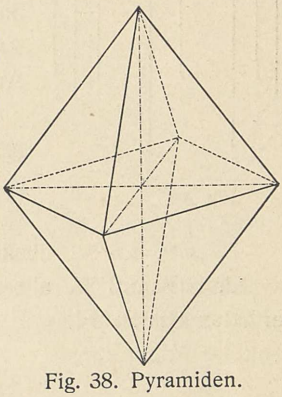


Fig. 38. Pyramiden.

Formerne, der forekommer i det monokline System, er iøvrigt af samme Art som de, der er beskrevet under det rhombiske System, altsaa:

Grundpyramiden **P** (Fig. 38), de afledede Pyramider *m***P**, den basiske Flade 0**P**, Prismet ∞**P** (Fig. 39).

Ved Betragtning af Pyramiden (Fig. 38) ser man imidlertid, at medens Pyramidens Sideflader i de foregaaende Systemer er ganske ens indbyrdes — er kongruente —, er der derimod hos den monokliniske Pyramide to forskellige Grupper af Trekanter. Til to ved Siden af hinanden værende Flader i den øverste Pyramide svarer to med dem ensartede og parallele i den nederste Pyramide. Krystalformen, den monokline Pyramide **P**, begrænses altsaa af 4 ensartede Trekanter af en Art + 4 ensartede Trekanter af en anden Art. Det Pyramidefladepar (ogsaa kaldet en Halvpyramide eller Hemipyramide), der ligger over den spidse Vinkel mellem Hovedaksen og Klinoaksen, gives Betegnelsen + **P**, det Fladepar, der ligger over den tilsvarende stumpe Vinkel, faar Betegnelsen ÷ **P**. I den monokline Pyramide ligger foroven + **P** bagud, ÷ **P** forud; forneden ligger derimod ÷ **P** bagud, + **P** forud.

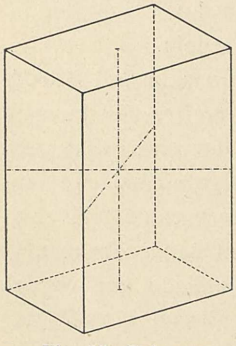


Fig. 39. Prismet.

Paa samme Maade gaar det med de afledede Pyramider + *m***P**, ÷ *m***P**. Yderligere kan der optræde ligesom i det rhombiske System:

Pyramiden af 2den Orden ₱∞, P∞ (tilsammen **P**∞) og afledede Pyramider *m*₱∞, *m*P∞. Optræder Fladerne ₱∞ eller P∞ alene, faas ogsaa her Domer, tagryglignende Former, hvor Ryggen, d. v. s. Skærings-

linjen mellem de to Flader, er parallel henholdsvis med Klinoaksen eller med Tværaksen.

Prismer af 2den Orden $\infty P\infty$ sammensat af Fladeparrene $\infty \breve{P}\infty$, $\infty \bar{P}\infty$, der, naar de optræder alene, kaldes Tavleflader (Pinakoidflader) som i det rhombiske System.

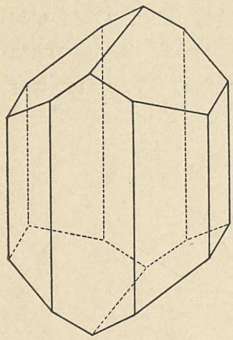


Fig. 40. Augit.

Findes i en Krystal alene Fladerne $\infty P\infty$, 0**P**, faas rhomboederlignende Form, som dog ved sine indre optiske Forhold kan skælnes fra det hexagonale Rhomboeder. Ogsaa hemiedriske Former findes i det monokline System.

Ex.: Gibs, Feldspat (Ortoklas), Hornblende, Augit.

I Fig. 40 er fremstillet en hyppigt forekommende Kombination af Former hos krystalliseret Augit. Man ser let, at her findes Fladerne:

— **P**, $\infty \breve{P}$, ∞P, $\infty \bar{P}\infty$, $\infty P\infty$ eller simplere skrevet:

— **P**, ∞P, $\infty P\infty$, altsaa Halvpyramide, Prisme af 1ste samt Prisme af 2den Orden. Flere Exempler vil blive anført i det følgende under de enkelte Mineraler.

C. Trikliniske System.

Alle Akser er ulige lange og danner mere eller mindre skæve Vinkler med hinanden. Der kan ikke lægges noget Symmetriplan gennem Former hørende til dette System, derimod kan de siges at have et Symmetricentrum, idet to og to Flader paa hver sin Side af Aksernes Skæringspunkter (Symmetricentret) er parallele.

Man kan vælge, hvilken af de tre Akser man foretrækker, til Hovedakse, som derefter stilles lodret. I Reglen vælges herefter den længste Akse til Tværakse, og den korteste stilles paa langs bort fra Beskueren.

Grundpyramiden **P** begrænses af fire forskellige uligesidede Trekanter foroven og fire dermed kongruente Trekanter forneden. Hver to Flader har sine Betegnelser. Højre Pyramideflade, der vender frem efter **P**', venstre, der vender fremefter '**P**. Højre Pyramideflade, der vender bagud, **P**,, venstre, der vender bagud, ,**P**. Afledede Pyramider *m***P** faar tilsvarende Index ', naar det gøres fornødent.

Prismet ∞P bestaar af fire ulige store Flader, som altsaa har Betegnelserne $\infty P'$, $\infty' P$, $\infty P,$, ∞ ,P.

Pyramiden af 2den Orden $P\infty$ bestaar altsaa af Fladeparrene $\breve{P}\infty$ $\bar{P}\infty$, der hver for sig bestaar af to skævtstillede Domeflader.

Prismet af 2den Orden $\infty P\infty$ kan opløses i to og to parallele

Tavleflader $\infty\breve{P}\infty$, $\infty\bar{P}\infty$, der er parallele indbyrdes og med Hovedaksen og henholdsvis med den korte eller den lange Biakse.

Desuden findes basisk Flade 0**P** skærende Hovedaksen og parallel med Biaksernes Plan.

Ogsaa i dette System findes en hemiedrisk Afdeling, den asymmetriske Afdeling, hvori ethvert Spor af Symmetri mangler.

I alle Systemer kan mellem Krystaller af samme Art og Stof fremkomme mærkelige lovbundne Sammenvoksninger, den saakaldte Tvillingdannelse. Sammenvoksningsfladen: Tvillingfladen svarer altid til en eller anden Krystalflade i paagældende System.

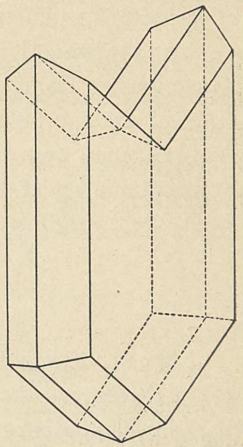


Fig. 41. Gibskrystaller. (Tvillinger).

Man kan skælne mellem Berøringstvillinger (Kontakttvillinger) og Gennemtrængningstvillinger (Penetrationstvillinger). I Fig. 41 er givet et Eksempel paa en hyppigt forekommende Tvillingdannelse hos Gibs. Det er en Berøringstvilling, der kan tænkes frembragt ved Omdrejning (180°) af Krystallens Halvdel omkring en Akse lodret paa Tværfladen.

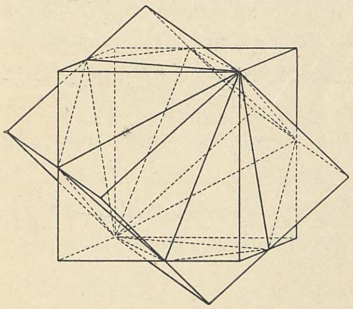


Fig. 42. Flusspatkrystaller. (Tvillinger).

I Fig. 42 er vist et Eksempel paa Gennemtrængningstvillinger, nemlig to Flusspatterninger, der krydsvis er sammenvoksede saaledes, at Tvillingfladen er en Oktaederflade.

Endnu maa vi ved Krystaller omtale et ejendommeligt Fænomen, hvorved et Mineral kan forekomme med et helt andet Minerals Udseende og ydre Form og endog tilsyneladende have det andet Minerals Gennemgange. Nærmere Undersøgelse viser dog, at der ikke i Virkeligheden har fundet en Krystallisation Sted af paagældende Mineral, men at det kun optræder i laante Klæder. Denne Form at optræde paa menes at være fremkommet ved en Pseudomorfose efter det oprindelige Mineral, der er efterlignet i det ydre, og som utvivlsomt oprindelig har været tilstede i sin egen Form. Saaledes kan f. Ex. Brunjernsten (Fe_2O_3, H_2O) optræde som Pseudomorfose efter Jernspat ($FeCO_3$), Kaolin (Al_2O_3, $2SiO_2$, $2H_2O$), efter Orthoklas (Al_2O_3, K_2O, $6SiO_2$) m. m. I disse Tilfælde sidder hyppigt en Kærne af det oprindelige Mineral indenfor det senere tilkomne andet Mineral. Man maa derfor tænke sig, at For-

vitringsprodukterne udefra indad langsomt har indtaget det oprindelige Minerals Plads ved kemisk Omdannelse. Men det er langt fra altid mulig at forklare Pseudomorfose ved en simpel Forvitring.

Krystalmaaling. Al Maaling af Krystallerne er Vinkelmaaling af Krystallernes Kantvinkler, og derefter følgende trigonometriske Beregning af Akseforholdet i Krystallen. Vinkelmaalerne kaldes Goniometere, men den nærmere Beskrivelse af disse Apparaters forskellige Konstruktion og af Maalingernes Udførelse og Beregning maa henvises til Fysiken, Trigonometrien og Stereometrien.

Efter at vi saaledes har omtalt Mineralernes almindelige Egenskaber og de Kendetegn, der kan benyttes ved deres Adskillelse, gaar vi over til at beskrive dem i det enkelte. Som allerede tidligere nævnt, kender man over 1000 forskellige Mineralarter, men vi vil i det efterfølgende nøjes med at stifte Bekendtskab med forholdsvis faa af disse.

Det er dog ikke noget tilfældigt Udvalg af den store Mængde, der her er gjort, men de Mineraler, der bliver omhandlede, er væsentlig kun de Arter, der optræde som Bjergarter eller i Bjergarterne, altsaa i det store. Desuden medtages nogle andre Mineraler, som har systematisk Betydning eller er særlig vigtige i kemisk eller rent teknisk Henseende.

Hvad Inddelingsprinciperne for Mineralerne angaa, kan man vælge helt forskellige Synspunkter at gaa ud fra.

Ud fra et praktisk Synspunkt, som tillige har Historiens Hævd, kan man dele Mineralerne i:

1) Ædelsten: Gennemsigtige, klare Farver, stor Haardhed; benyttes som Smykkesten og til Slibemidler, f. Ex. Diamant, Rubin, Smaragd, Topas o. s. v.

2) Halvædelsten: Gennemsigtige, indtil gennemskinnende mere eller mindre klare Farver, ringere Haardhed. Benyttes som Smykkesten eller i Dekorationsøjemed. F. Ex.: Granat, Røgtopas, Ametyst, Turkis, Opal, Labrador, Amazonsten, Aventurin o. s. v.

3) Malme, som indbefatter baade de gediegne Metaller, der forekommer i Naturen, og de Forbindelser, hvori de findes, og hvoraf de udsmeltes. Kvarts, der indeholder gediegent Guld, maaske i helt usynlig smaa Partikler, kan saaledes kaldes for en Guldmalm, Blyglans (PbS) er en Blymalm og hyppigt ogsaa en Sølvmalm paa Grund af et lille Sølvindhold. Malmene, der har metallisk eller halvmetallisk Udseende, har fra gammel Tid i Reglen et Navn, der ender paa -glans, -kis, -blende. F. Ex. Jernglans (Fe_2O_3), Kobberkis ($CuFeS_2$), Zinkblende (ZnS).

4) Saltarter, saasom Stensalt, Gibs, Aluner, Vitrioler m. fl. De er i Reglen mere eller mindre let opløselige i Vand og smager saltagtig, sammensnerpende eller blækagtig (metallisk).

5) Andre Mineraler. Naar de har gode Gennemgange, bære de fra gammel Tid hyppigt et Navn, der ender paa -spat, f. Ex. Kalkspat, Feldspat, Tungspat o. s. v.

Ved denne Inddelingsmaade faar man et ret brugeligt Skema til praktisk Brug, men helt forskellige Stoffer — kemisk og mineralogisk set — kommer herved ind under samme Gruppe, og Slægtskabet mellem de forskellige Mineraler kommer slet ikke til Syne.

Man har ogsaa undertiden forsøgt udelukkende at anvende kemiske Synspunkter ved Mineralernes Inddeling og samstillet dem i Grupper efter de Grundstoffer, de indeholder, paa samme Maade som man i Kemien under Svovl omtaler Svovlforbindelser, under Kalcium Kalkforbindelser o. s. v. Denne Inddelingsmaade er dog fra et mineralogisk Synspunkt utilfredsstillende og tillige upraktisk, da den foranlediger idelige Gentagelser. Det samme Mineral maa efter dette Inddelingsprincip omtales paa helt forskellige Steder. Tager vi f. Ex. den vigtigste Kobbermalm Kobberkis ($CuFeS_2$), maatte den omtales baade under Svovl, Kobber og Jern. Eller hvis det f. Ex. drejede sig om det udbredte Mineral Dolomit ($CaCO_3 + MgCO_3$), vilde det blive at omtale under Kulstof, Ilt, Kalcium og Magnium o. s. fr.

Ud af Mineralernes egen Naturbeskaffenhed er derimod fremkommen en Inddelingsmaade, hvor hvert Mineral har sin nøje bestemte Plads, men hvor der tillige er taget fuldt Hensyn til Krystallografien og den kemiske Sammensætning. Inddelingsprincipet er iøvrigt ogsaa meget nær overensstemmende med den almindelige Systematik, der bruges i de andre naturhistoriske Videnskaber Zoologi og Botanik. Inddelingen er følgende:*)

Mineralsystemet.

1ste Klasse: Grundstoffer.

1ste Orden: Metalloider.

Kulstofgruppen (C).
Svovlgruppen (S).
Arsengruppen (As).

*) Nogle Mineraloger, f. Ex. *C. F. Naumann*, giver Klasseinddelingen et betydeligt større Omfang end i efterfølgende Systematik, saa at f. Ex. alle Salte af iltholdige Syrer regnes ind under samme Klasse.

2den Orden: Uædle Metaller.

Vismut (Bi).
Jern (Fe).
Kobber (Cu).

3die Orden: Ædle Metaller.

Kvægsølv (Hg).
Sølv (Ag).
Guld (Au).
Platingruppens Metaller (Pt. Ir, Rh, Os, Pd m. fl.).

2den Klasse: Oxyder (Ilter).

1ste Orden: Anhydrider.

Kvartsgruppen (SiO_2).

Tinstengruppen ($\overset{II}{R}O$, $\overset{VI}{R}O_3$).

Tinsten (SnO_2).
Rutil (TiO_2).
Zirkon (ZrO, SiO_3).
Polianit (MnO, MnO_3).

Spinellgruppen ($\overset{II}{R}O$, $\overset{III}{R}_2O_3$).

Magnetit (Fe_3O_4).
Kromit (FeO, Cr_2O_3).
Franklinit (ZnO, Fe_2O_3).
Spinell (MgO, Al_2O_3).

Jernglansgruppen (R_2O_3 eller $\overset{II}{R}O\ \overset{IV}{R}O_2$).

Jernglans (Fe_2O_3).
Korund (Al_2O_3).
Titanjern (FeO, TiO_2).

Andre Ilter.

Cuprit (Cu_2O).
Is (H_2O).

2den Orden: Hydroxyder (Iltehydrater).

Opal (SiO_2, H_2O).
Brunjernsten (Fe_2O_3, H_2O).
Manganit (Mn_2O_3, H_2O).
Borsyre (Sassolin B_2O_3. $3H_2O$).

3die Klasse: Sulfider.

Blyglans (PbS).
Zinkblende (ZnS).
Zinnober (HgS).

Sølvglans (Ag_2S).
Kobberglans (Cu_2S).
Spydglans (Antimonglans Sb_2S_3).
Auripigment (As_2S_3).
Realgar (AsS).
Svovlkis (FeS_2).
Kobberkis ($CuFeS_2$).
Broget Kobbermalm (Cu_3FeS_3).

4de Klasse: Haloidforbindelser.

1ste Orden: Enkeltsalte.

Stensalt (NaCl).
Sylvin (KCl).
Salmiak (NH_4Cl).
Hornsølv (AgCl).
Jodsølv (AgJ).
Flusspat (CaF_2).

2den Orden: Forskellige Dobbeltsalte.

Kryolit ($AlNa_3F_6$).
Carnallit
Carnalit ($MgKCl_3 + 6H_2O$).
Atacamit ($CuCl_2, 3Cu(OH)_2$).

5te Klasse: Karbonater.

1ste Orden: Neutrale Karbonater.

Kalkspatgruppen.

Kalkspat ($CaCO_3$).
Magnesit ($MgCO_3$).
Dolomit ($CaCO_3, MgCO_3$).
Jernspat ($FeCO_3$).
Brunspat ($FeCO_3 + MgCO_3$).
Manganspat ($MnCO_3$).
Zinkspat ($ZnCO_3$).

Aragonitgruppen.

Aragonit ($CaCO_3$).
Witherit ($BaCO_3$).
Strontianit ($SrCO_3$).
Cerussit ($PbCO_3$).

2den Orden: Basiske Karbonater.

Malakit ($CaCO_3, Cu(OH)_2$).
Kobberlazur ($2CuCO_3, Cu(OH)_2$).

3die Orden: Vandholdige Karbonater.

Trona ($Na_3H(CO_3)_2, 2H_2O$).

6te Klasse: Sulfater.

1ste Orden: Neutrale vandfri Sulfater.

Anhydritgruppen.

Anhydrit ($CaSO_4$).

Tungspat ($BaSO_4$).

Cölestin ($SrSO_4$).

Anglesit ($PbSO_4$).

2den Orden: Vandholdige Sulfater.

Vitriolgruppen ($RSO_4 + 7H_2O(5H_2O)$).

Grøn Vitriol ($FeSO_4 + 7H_2O$).

Blaa Vitriol ($CuSO_4 + 5H_2O$).

[Rød Vitriol ($MnSO_4 + 7H_2O$).]

Hvid Vitriol ($ZnSO_4 + 7H_2O$).

Bittersalt ($MgSO_4 + 7H_2O$).

Alungruppen ($\overset{III}{R_2}(SO_4)_3, R_2SO_4 + 24H_2O$).

Forskellige vandholdige Sulfater.

Gibs ($CaSO_4 + 2H_2O$).

Glaubersalt ($Na_2SO_4 + 10H_2O$).

Kieserit ($MgSO_4 + H_2O$).

Kainit ($MgSO_4KCl + 3H_2O$).

7de Klasse: Nitrater.

Chilisalpeter ($NaNO_3$).

Ostindisk Salpeter (KNO_3).

[Kalksalpeter $Ca(NO_3)_2$].

[Magnesiasalpeter $Mg(NO_3)_2$].

8de Klasse: Fosfater.

Apatitgruppen ($3R_3(PO_4)_2 + RF_2(Cl, H)$).

Apatit ($3Ca_3(PO_4)_2 + CaF_2$).

Andre Fosfater.

Vivianit ($Fe_3(PO_4)_2 + xaqv$).

Struvit ($NH_4, MgPO_4 + 6H_2O$).

9de Klasse: Silikater.

Enkeltsilikater.

Olivin ($Mg_2(Fe_2)SiO_4$).

Serpentin ($Mg_3Si_2O_7(H_2O)_2$).

Galmei ($ZnSiO_4, H_2O$).

Kaolin ($Al_2Si_2O_7, (H_2O)_2$).

Talk ($Mg_3Si_4O_{11}, H_2O$).

Dobbeltsilikater.

Feldspatgruppen.

Orthoklasfamilien.

Plagioklasfamilien.

Glimmergruppen.

Muskovit.

Biotit.

Lepidolit.

Hornblendegruppen.

Hornblende.

Straalsten.

Asbest.

Augitgruppen.

Augit.

Diallag.

Granatgruppen.

Granat.

Kloritgruppen.

Klorit.

Zeolitgruppen.

10de Klasse: Organiske Forbindelser.

Kulbrinter.

Ozokerit.

Petroleum.

Iltholdige Forbindelser.

Asfalt.

Rav.

Kaurigum.

Copal.

1ste Klasse: Grundstoffer.

1ste Orden: Metalloider.

Kulstofgruppen.

Kulstof forekommer i Naturen i flere forskellige *allotrope Former.*

Diamant er krystalliseret Kulstof i kemisk ren Tilstand, men indeholder ofte mekanisk indesluttede Urenheder, desuden opløste farvegivende Stoffer i smaa Mængder samt Luft- og Vædskeindeslutninger. Krystalliserer regulært, hyppig i Kombinationer af Oktaeder med

Tetraeder, Terning og Rhombedodekaeder, saaledes at det oktaedriske Udseende er mest fremtrædende. Fire tydelige Gennemgange efter Oktaederet. H = 10, V = 3,52*), naar Diamanten er ren. Diamanten er enkeltbrydende med stærk Lysbrydning og kan efter at være belyst en Tidlang lyse i Mørke. Har Diamantglans og navnlig i sleben Tilstand prægtigt Farvespil. Farven er varierende, i Reglen farveløs og vandklar, men undertiden gullig, grønlig, blaalig, rødlig, men sjældnere mørkfarvet eller helt sort. Den leder ikke Elektriciteten, men bliver positiv elektrisk ved Gnidning. Ved stærk Opvarming i Særdeleshed i Ilt forbrænder Diamant til Kulsyre. Bliver ikke angrebet af Syrer eller Alkalier, men iltes langsomt ved Behandling med Kaliumkromat og Svovlsyre. Findes hyppigst paa sekundært Lejested i Flodgrus og sedimentære Lag sammen med andre Ædelsten i Ostindien, Borneo, Sumatra, Australien og Brasilien. I 1867 begyndte Udvindingen i Transvaal, hvor Diamanten forekommer særlig ved Kimberley, maaske paa primært Lejested i en blaalig, tufagtig, serpentinholdig Masse, Kimberlit, der synes at danne Eruptivgange i den omgivende Kvartsit. I Brasilien findes D. i en Sandsten, Itacolumit, som i tynde Lag er bøjelig, men denne Fremkomst er sikkert sekundært Lejested. D. er fra Oldtiden skattet som Smykkesten, men har desuden paa Grund af sin overordentlig store Haardhed megen teknisk Anvendelse. Diamants Haardhed (10) er saa stor, at det angives, at hvis f. Ex. en Safirkrystal (H 9) af en vis Størrelse kan slibes og poleres i Løbet af en Uge, vil det tage 52 Uger at slibe og polere en Diamant af samme Størrelse. D. benyttes til Stenskæring, Stenboring og Stenslibning i Ædelstensliberierne og ved Fremstilling af „Gemmer". Desuden i det store til Diamantsave, Diamantdrejestaal og lignende Værktøj ved Bearbejdelsen af haarde Stenarter, saasom Granit og Porfyr. Desuden til Jordbor. Til saadan teknisk Anvendelse benyttedes tidligere mest de sorte Diamanter Carbonado, men nutildags er Begæret efter D. til teknisk Brug langt større end Produktionen af Carbonado, saa at man ogsaa benytter andre Diamanter, der har en eller anden Fejl, der gør dem mindre anvendelige til Smykkesten. Diamanter til teknisk Brug er i Reglen 2—5 mm i Tværsnit. De er praktisk talt uopslidelige, men trykkes undertiden itu under Brugen og gaar derved tabt.

Diamantens Vægt angives for de finere Sorteringer i Karat (1 Karat = 0,205 grm) en ældgammel Vægtenhed, svarende til en lille østerlandsk Bønnes Vægt. Værdien afhænger af Størrelsen, Gennemsigtigheden og Farvespillet („Vandet"), men i Særdeleshed for de store Diamanters Vedkommende af den rent tilfældige Tilstedeværelse af en eller anden

*) I det efterfølgende bliver Haardhed betegnet ved H, Vægtfylde ved V.

Rigmand, der kan ofre de i Millioner gaaende Summer, som forlanges for de største Diamanter.

Den berømte Kemiker *Moissan* († 1907) i Paris har fremstillet Diamanter — dog kun i mikroskopisk smaa Krystaller — ved at opløse Kul i smeltet Jern og lade det udkrystallisere igen under stort Tryk.

Diamant er ogsaa fundet i smaa Krystaller i Meteorjern, hvori det rimeligvis er opstaaet paa lignende Maade som ved Moissan's Fremstilling.

Grafit kan forekomme krystalliseret hexagonalt i Blade, men forekommer i Reglen i tætte Masser (H 0,5—1, V 2,1—2,3). Farven er graa metalglinsende, Stoffet stærkt afsmittende. Er kemisk rent Kulstof, men indeholder dog oftest mekanisk indblandet Jernilte og jordagtige Urenheder, der meget indfluerer paa Haardheden. Forbrændes til Kulsyre ved Opvarming i Luften, men har en høj Antændelsestemperatur. Med Salpetersyre og Kaliumklorat iltes G. til Grafitsyre.

G. forekommer sjældent udkrystalliseret paa Gange, men i krystallinsk Tilstand indsprængt i forskellige Bjergarter, saasom „Grafitgneis" o. l. I størst Masse findes det, hvor Kullag har været underkastet stærk Ophedning ved Overlejring eller Berøring med ildflydende vulkanske Bjergarter.

Benyttes til Blyanter, Smøremiddel, Sværte og Maling samt blandet med ildfast Ler til Digler. Den reneste Grafit til Blyanter vandtes i sin Tid ved Borrowdale (Cumberland, England), yderligere i Bøhmen, paa Ceylon, i Sibirien, i Grønland o. fl. Std.

Grafit forekommer ogsaa i Meteorsten.

Antracit eller Glanskul er næsten kemisk rent amorft Kulstof i fast sammenhængende Tilstand. Indeholder kun faa Procent Askebestanddele. H = 1,5, V = 2,5. Glinsende sort Farve, tidt metallisk anløbet. Muslet Brud. Kan forekomme i smaa nyreformige Masser paa Gange sammen med Kvarts, Kalkspat, gediegent Sølv o. fl. Mineraler, men optræder iøvrigt væsentlig som Bjergart ligesom Stenkul s. d.

Svovl.

Kan ved Sublimation i vulkanske Egne afsætte sig i monokline naaleformige Krystaller, men findes hyppigst udskilt i rhombiske Krystaller. H = 2, V = 2. Farven svovlgul, undertiden vandklare gule Krystaller med Diamantglans, men i Reglen i mere jordagtige finkrystallinske eller tætte Masser blandet med Gibs, Cölestin o. a. Bestaar af Grundstoffet Svovl, men kan indeholde Svovlarsen, Selen og mekanisk indesluttede Urenheder. Bliver stærkt elektrisk ved Gnidning. Smelter ved 108°, antændes i Luften ved henimod 300° og forbrænder

til Svovlsyrling. Forekommer i vulkanske Egne: Sicilien, Toskana, Island, Kalifornien, Sydamerika o. fl. Std. Kan i Dyndlag findes udskilt af Svovlbrinte og opløselige Svovlmetaller ved raadnende organiske Stoffers Indvirkning paa Havvandets Sulfater, ved hvilke Processer visse Mikroorganismer (Svovlbakterier) er medvirkende. Anvendes til Fremstilling af rent Svovl.

Arsen.

Kryst. hexagonalt, men forekommer i Reglen i tætte, skalformige Masser med metalglinsende, blygraa Farve. H = 3,5, V = 5,8. Findes paa Gange sammen med arsenholdige Malme og er sandsynligvis dannet af disse ved senere Omdannelser. Bestaar af As og giver hvidløgagtig Lugt (Arsenlugt) ved Ophedning i Luften og metalglinsende Beslag (Arsenspejl) ved Ophedning i lukket Rør. Benyttes til teknisk Arsen- og Arsenikfremstilling.

2den Orden: Uædle Metaller.

Vismut.

Krystalliserer hexagonalt i Rhomboedre. Tydelige Gennemgange efter OP. H = 2,5, V = 9,7. Bestaar af Vismut (Bi), men indeholder ofte lidt Arsen. Smelter let for Blæserør og giver citrongult Beslag. Findes udkrystalliseret paa Gange, men ogsaa indsprængt i Skifer og i porfyritiske Masser. Faas særlig fra Bolivia og Australien (N. Syd-Wales). Benyttes til Fremstilling af metallisk Vismut.

Jern.

Krystalliserer regulært i **O**. H = 4,5, V = 7,8. Staalgraa Farve, men ruster let. Fandtes gediegent i flere Tons svære Masser ved Ovifak paa Disko i Grønland. Er ogsaa fundet indsprængt i Basalt i smaa Mængder enkelte andre Steder i og udenfor Grønland.

Meteorjern: se det efterfølgende.

Kobber.

Regulær **O**, ∞**O**∞ m. fl. Former. H = 3, V = 8,5. Farven i frisk Tilstand kobberrød, metalglinsende, men anløber mat i Luften. Er næsten kemisk rent Kobber. Findes mange Steder sammen med Kobbermalme paa Gange og som Indlag. De mest bekendte Forekomster af gediegent Kobber er ved Lake Superior i U. S., hvor man blandt andet har fundet en Blok af gedieg. K. paa 65′ × 32′ × 4′ og en anden paa 45′ × 22′ × 8′. Findes som smaa Krystaller paa Færøerne i Hulrum i Basaltmandelsten sammen med Grønjord og Zeoliter.

Hvor gedieg. K. findes i større Mængder, benyttes det til Kobber-

udvinding. I kulturhistorisk Henseende har Kobber den særlige Interesse, at det (maaske samtidig med Guld) var det første Metal, Mennesket lærte at benytte til Vaaben og Redskaber.

3die Orden: Ædle Metaller.

Kvægsølv.

Forekommer som metalliske Draaber indsprængt i Hulrum sammen med Zinnober. V = 13,5. Ved — 39° stivner Kvægsølv og kan krystallisere i Oktaedere. Staar paa Overgang mellem uædle og ædle Metaller, da det iltes noget i Luften. Findes ved Idria i Krain, Almadén i Spanien, Peru, Australien m. fl. Std. Bruges til Fremstilling af K., der dog mest faas af Zinnober.

Sølv.

Krystal. reg. **O**, ∞**O**∞ o. fl. Former. H = 2,5. V = 10,5. Forekommer jævnlig krystalliseret, men hyppigst i traadede og bladede Masser. Indeholder jævnlig Guld i smaa Mængder. Er „sølvhvidt" med „Sølvglans", men anløber let paa Grund af Svovlbrinte i Luften og faar en mat sort Hinde af Svovlsølv. Forekommer paa Gange sammen med Kalkspat paa mange Steder i ældre Bjergarter i den gamle og ny Verden. Mexico, Bolivia og Kalifornien er de vigtigste Produktionssteder.

Guld.

Krystal. reg. **O**, ∞**O**∞, ∞**O** o. fl. Former. H = 2,5—3, V = 19. Kan forekomme frit krystalliseret paa Gange, men hyppigst indsprængt i kvartsholdige Bjergarter og kvartsførende Gangarter i meget smaa Korn. Guldgul Farve. Indeholder jævnlig Sølv i større Mængde og har saa blegere gul Farve og kaldes „Elektrum". Findes ogsaa indblandet i Brunjernsten og Jernokkerlag, der sandsynligvis er opstaaede ved Forvitring af Svovlkis, der ofte indeholder et Spor af Guld. Forekommer desuden opløst i Havvandet sammen med Sølv, Kobber, Nikkel m. fl. Vindes af de guldførende Bjergarter ved Knusning og Stampning af Stenen, hvorefter det tunge Guldpulver bliver tilbage og optages af Kvægsølv, medens Stenstøvet kan fraslemmes. Meget Guld vindes ogsaa af det afslemmede endnu guldholdige Stenstøv („Slimen") ved Udtrækning med en 2 % holdig Cyankaliumopløsning, hvoraf det atter kan udfældes med Zink eller ad galvanisk Vej. Af svovlholdige Malme udtrækkes Guld (efter Ristning om fornødent) med Klorvand og fældes af Opløsningen med Jernvitriol.

En Mængde Guld findes paa sekundært Lejested i Flodgrus og vindes ved Udvaskning.

Forekomster: navnlig i Kalifornien, Australien og Sydafrika („Rand"-minerne), men desuden i mindre Maalestok mange andre Steder i den gamle og nye Verden.

Platin.

Kan kryst. regulært, men findes mest i Klumper og Skæl. H = 4,5—5, V = 17—18. Rent, hamret Platin naar en Vægtfld. af c. 22. Indeholder en større eller mindre Mængde af nærstaaende Metaller: Iridium, Rhodium, Osmium, Palladium m. fl., desuden næsten altid Jern. Farven er en Mellemting mellem „jerngraa" og „sølvhvid" metalglinsende. Er enkelte Gange truffet indsprængt i olivin- og serpentinholdige Bjergarter sammen med Kromjernsten. Vindes udelukkende af Forekomsterne paa sekundært Lejested i Flodgrus i Ural og Sydamerika. Har faaet udstrakt Anvendelse i Elektrotekniken og er derfor steget til den firdobbelte Pris i Løbet af de sidste 20 Aar. Er et uundværligt Materiale til kemiske og fysiske Redskaber.

2den Klasse: Ilter.

1ste Orden: Anhydrider.

Kvartsgruppen.

Krystalliserede Varieteter.

Kvarts krystalliserer hexagonalt tilsyneladende i **P**, ∞**P**, men nærmere Undersøgelser viser, at Formerne er mere indviklede og bestaar af hemiedriske Tvillingkrystaller. H = 7, V = 2,66. Sammensætningen er Kiselsyre SiO_2. Skarpkantet, splintret Brud. Forekommer som vandklare, farveløse Krystaller: Bjergkrystal, undertiden af flere hundrede Punds Vægt, sammenvoksede i Grupper, saakaldte Krystaldruser. Prismefladerne har hyppigt vandrette Tilvækststriber, medens Pyramidefladerne er blanke. Mørkfarvet Bjergkrystal kaldes Røgtopas og benyttes ligesom den naturlig gulfarvede Citrin til Smykkesten. Citrin er dog oftest kun Røgtopas, der har været stærkt opvarmet, hvorved noget af Farvestoffet, der bestaar af Kulbrinter, er gaaet bort. Begsorte Varieteter af Kvarts kaldes Morion. Ejendommelig violetfarvet i Reglen smukt krystalliseret Kvarts er den fra gammel Tid kendte Ametyst. Man antager, at Farven hidrører fra et Spor af opløste Mangansalte i Kvartsmassen. Disse krystalliserede Kvartsvarieteter findes udskilt paa Gange og i Hulrum i Bjergarterne, de saakaldte Krystalkældere. Alm. Kvarts er ikke saa klar og gennemsigtig som Bjergkrystal, men kan ogsaa optræde i kæmpemæssige Krystaller. Den forekommer dog hyppigere i krystallinske Masser paa Gange og som Bjergartsbestanddel. Rosen-

kvarts har lys, rosenrød Farve, der skyldes en ringe Mængde Titanilte. Mælkekvarts er halv gennemsigtig med hvid Farve. Nær herved staar Blaakvarts, som danner en meget udbredt Bjergartsbestanddel f. Ex. i Norge. Jernkisel er en af Jerntveilte eller Jerntveiltehydrat stærkt farvet K.varietet, der jævnlig findes i gode Krystaller og krystallinske Masser af rød, gulbrun eller gullig leret Farve.



Fig. 46. Bjergkrystaller. 1/4 naturlig Størrelse (efter Fot. af Forf.).

Tætte Varieteter.

Disse er i Reglen mikrokrystallinske, d. v. s. de viser sig under Mikroskopet at bestaa af et tæt sammenfiltret Væv af smaa Kvartskrystaller, ind imellem hvilke der dog kan findes en opalagtig Masse af vandholdig Kiselsyre. Af de mange Varieteter indenfor denne Gruppe kan nævnes: Flint, graa eller sort Farve, muslet Brud. Findes hyppig i Lag og Knolde i Kridt og Kalksten og viser sig her at være opstaaet af Kiselsvampe, fra hvilke Materialet Kiselsyren er gaaet mere eller mindre fuldstændig over i mikrokrystallinsk Tilstand. Flintens muslede Brud har haft en meget stor kulturhistorisk Betydning, da det har lettet Stenartens Anvendelse og Bearbejdning i Stenalderen. Særlig her i Danmark har Flintbearbejdningen været drevet til en Fuldkommenhed i Udførelse og Smag, som næppe er naaet hos noget andet Folkeslag i Verden. Hornsten forekommer paa Gange i Bjergarter og som Forsteningsmateriale; den ligner Flint, men har ikke saa fuldkomment et muslet Brud og har et mere fedtet Udseende. Nærstaaende er Jaspis, hyppig med pragtfulde røde, grønne, og gule mættede Farver. Blodjaspis er blodrød og vurderedes i ældre Tid meget højt. Heliotrop er mørkolivengrøn med røde Pletter. Chalcedon er mikrokryst. Kvarts udskilt i Nyre- eller Drypstenform, eller som Udfyldning af Hulrum. Findes paa Færøerne og Island og stammer tildels fra kiselsyreholdigt, varmt

Kildevand. Kommer dette frem paa Overfladen, afsættes det som Kiselsinter af lagformig let porøs Struktur*). Karneol, der benyttes til Ringsten, er nærmest stærk teglstensrød el. kødrød Chalcedon. Onyx er en pragtfuld gullig og hvidstribet Varietet. (Det meste, der falbydes for „Onyx", „mexikansk Onyx", osv., er dog en heltanden, kalkholdig Stenart eller endogsaa farvet Alabast). Træsten er Træ, hvori de organiske Stoffer er erstattet af Kiselsyre, saaledes at Træets ejendommelige Cellestruktur endnu er fuldkommen synlig. Kan hyppig antage smuk Politur og hører i saa Fald til de skønneste af de til Dekorationsbrug anvendte Mineraler. Agat er en i Hulrum udskilt Masse af lagformig ordnede Kvartsvarieteter, i Reglen inderst inde i Agatmandelens Midte bestaaende af Bjergkrystal eller Ametyst. Agat har megen Anvendelse til Taplejer og Knive i kemiske Vægte, til Mortere til kemisk Brug, til Dekorationsøjemed osv. Nutildags farves megen Chalcedon kunstigt og udgives for Agat. De blaa og grønne rent unaturlig udseende Nuancer skyldes Anilinfarver. Den smukke mættede brune Farve, som mange kunstigt farvede „Agatsager" har, beror derimod paa en atter opdaget Farvningsmetode, som var vel-

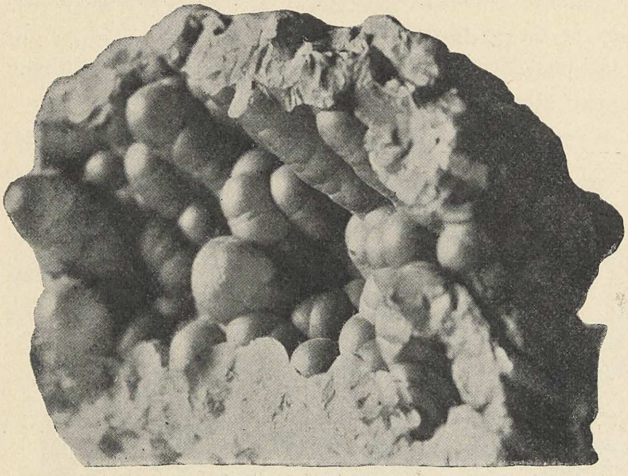


Fig. 47. Chalcedon. 1/3 naturlig Størrelse (efter Fot. af Forf.).

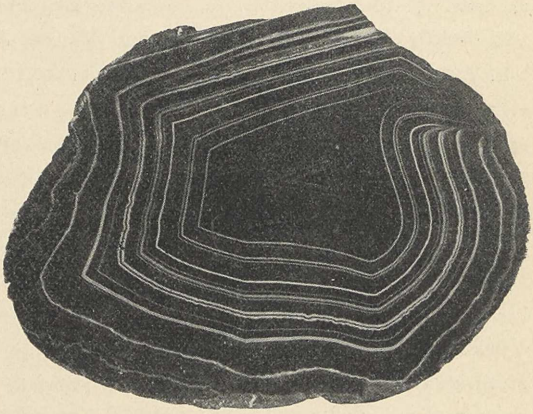


Fig. 48. Sleben Agat. 1/3 naturlig Størrelse (efter Fot. af Forf.).

*) Kiselsinter kan dog ogsaa hel eller delvis bestaa af Opal.

kendt i den klassiske Oldtid. Chalcedonen koges i Honning (eller Sukkeropløsning) og behandles bagefter med „Vitriololje“ (conc. Svovlsyre), hvorved Sukkeret brankes. Kiselskifer, lydisk Sten eller Probersten er en overordentlig finkornet, sedimentær Kvartsskifer med sort Farve paa Grund af et ringe Bitumenindhold*). Den benyttes af Guldsmede til „Probering“, d. v. s. foreløbig Bestemmelse af Guld-Sølvlegeringers „Lødighed“. Ved at tegne en Streg paa Proberstenen med Metallet, der skal undersøges, og ved at sammenligne Stregen med Streger af „Probernaale“ af bekendt Sammensætning eventuelt efter Behandling med Skedevand, faas en ret skarp Bestemmelse af Legeringens omtrentlige Sammensætning.

Opal er amorf. vandholdig Kiselsyre. (Opal hører altsaa slet ikke til Kvartsgruppen, men behandles af praktiske Hensyn her). Kan indeholde indtil 13 % kemisk bd. Vand. H = 5,5—6,5, V = c. 2. Forekommer nyreformig eller drypstenformig udskilt i Hulrum, men findes hyppigst som Udfyldninger af Sprækker i forskellige Bjergarter eller som Fyldmateriale i Hullerne i „Mandelsten“. Man skælner mellem Ædel Opal med blaalig-grønlig-hvidt mælket Skær (som Absint i Vand) med en indre Glød, der træder endnu stærkere rødlig luende, næsten mystisk frem i Ildopal, men ikke er saa stærk i den almindelige Opal, og hos Hydrophan, der har mistet sit meste Vand, først kommer frem, naar den er bleven vandmættet ved at henligge i nogen Tid i Vand. Farvespillet er et optisk Fænomen og kan med noget Held efterlignes i „opaliserende“ Vædsker eller Glasflusser, der indeholder overordentlig fintfordelte amorfe eller mikrokrystallinske faste Stoffer paa Grænsestadiet mellem Opløsning og Opslemning.

Kvartsgruppens Mineraler har en meget stor Anvendelse i det praktiske Liv. Flintens Brug i Stenalderen er allerede omtalt. Paa lignende Maade er Bjergkrystal, Jaspis og Chalcedon blevet anvendt. Senere fik navnlig Flint en betydelig Anvendelse som Fyrsten og frem for alt som Bøssesten, hvortil den endnu benyttes mange Steder i Afrika og Asien. Ogsaa i den Henseende har Flint haft en meget stor kulturel Betydning. De fleste Sejre, den hvide Mand har vundet over de kulørte Racer (Englænderne over Indierne, Boerne over Negrene, Yankeerne over Indianerne osv.) skyldes blandt andet den heldige (?) Anvendelse af Flint til Bøssesten. De smukt farvede Kvartsvarieter benyttes som Smykkesten og i Dekorationsøjemed. Bjergkrystal slibes til Linser i optiske Instrumenter paa Grund af dens særegne Lysbrydning. „Brændt“

*) Bitumen er organiske Forbindelser, bestaaende hovedsagelig af højere Kulbrinter, nærmest lignende Beg. Bitumen gennemtrænges eller er opløst i mange Stenarter, der i saa Fald siges at være bituminøse.

og pulveriseret Flint og Kvarts bruges i Porcellæn- og Fajancefabrikationen. Flint bruges til „Vandglas“ til Sæbeforfalskning. „Kugleflint“, d. v. s. runde Flintknolde, der opsamles paa Strandbredden flere Steder i Danmark, har faaet en stor Anvendelse til „Kuglemøller“. Kvarts formes til „Dinassten“ af betydelig Ildfasthed m. m.

Opal benyttes som Smykkesten, skønt der til den fra gammel Tid knytter sig en vis Overtro, der endnu lever sit skjulte Liv.

Tinstengruppen.

Herunder er indbefattet en Række Syreanhydrider af Formel RO_2 eller rigtigere Salte $\overset{II}{R}O$, $\overset{IV}{R}O_3$ ($R = Sn, Fe, Zr, Mn$. $\overset{VI}{R} = Sn, Si, Ti, Mn$), med stor Haardhed; alle krystalliserer tetragonalt særlig i Former **P**, ∞**P**, meget hyppig i Tvillinger.

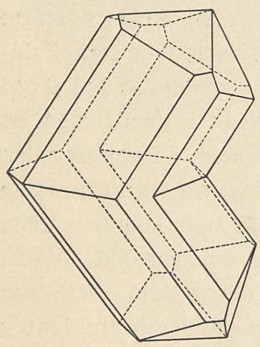


Fig. 49. Tinstenkrystaller. (Tvillinger).

Det vigtigste Mineral af denne Gruppe er:

Tinsten. H = 7, V = 7. Kan være farveløs, men er i Reglen mørktfarvet paa Grund af et ringe Jernindhold. Sammensætningen er iøvrigt SnO_2 eller SnO, SnO_3. Findes krystalliseret paa Gange i Cornwall og Devonshire, i Bøhmen og Galizien, men den langt overvejende Del af Tin vindes af „Vasketin“, d. v. s. Tinsten som Sand paa sekundært Lejested i alluviale sedimentære Sandlag paa Malakkahalvøen, paa visse af Sundaøerne, samt i Australien og Tasmanien. Tinsten er den eneste Tinmalm, der kendes.

Isomorf med Tinsten er:

Rutil. H = 6,5, V = 4,3. (TiO, TiO_3) kan være farveløs, men er i Reglen i tynde Stykker rød, i tykkere Stykker rødbrun indtil næsten sortfarvet.

Zirkon. H = 7,5, V = 4,5. (ZrO, SiO_3). Kan være farveløs og benyttes som Ædelsten, de rødlige vandklare Varieteter er ogsaa højt skattede og kaldes Hyacint. Alm. Zirkon er brunlig og urent farvet og forekommer som accessorisk Bestanddel*) i mange Bjergarter. Z. som Ædelsten findes væsentlig kun paa sekundært Lejested i Ural, paa Ceylon, i Brasilien m. fl. St.

Polianit. H = 6,5, V = 4,8. (MnO, MnO_3). Staalgraa Farve, Metalglans. Langt blødere (H = 2), men af lignende Udseende er Manganmalmen Pyrolusit (MnO_2), rimeligvis virkelig Manganoverilte, medens Polianiten er Mangano-Manganat (Mangansurt Manganforilte). Kaldes ogsaa „Brunsten“ og har stor teknisk Anvendelse.

---

*) Accessoriske Bestanddele i Bjergarter kaldes de Mineraler, som kan være tilstede men ogsaa kan mangle, uden at Bjergarten væsentlig skifter Karakter af den Grund.

Spinellgruppen (Magnetitgruppen).

Herunder er indbefattet en Række Forbindelser af Monoxyder med Sesquioxyder af Formel $\overset{II}{R}O$, $\overset{III}{R_2}O_3$ ($\overset{II}{R}$ = Fe, Mn, Zn, Cr, Mg. $\overset{III}{R_2}$ = Al_2, Fe_2, Mn_2, Cr_2). De krystalliserer alle regulært i **O**, ∞**O**, ∞**O**∞ m. fl. Former og er i Besiddelse af stor Haardhed. Det vigtigste Mineral af denne Gruppe er:

Magnetit eller Magnetjernsten. H = 6, V = 5. Sammensætningen er FeO, Fe_2O_3 (Fe_3O_4), saa at det altsaa indeholder 72,4 % Jern og er den rigeste Jernmalm, der haves. Farven er sortegraa, metalglinsende, Stregen sort, af hvilken Grund Malmen ogsaa af svenske Bjergværksfolk kaldes Svartmalm. Tiltrækkes stærkt af Magneten og er undertiden polarmagnetisk. Findes ikke sjældent tydelig krystalliseret paa Gange og indsprængt særlig i Kloritskifer, men væsentlig dog som mægtige Indlag — hele Bjerge — i ældre krystallinske Skifere og i ældre Eruptiver. Af Findesteder kan nævnes Dannemora, Taberg (ved Jønkøping), Gellivare, Kirunavare, Ural, Siberien og mange Steder i U. S. Som Magnetjernsand findes Magnetit paa sekundært Lejested flere Steder ved vore Kyster.

Kromit eller Kromjærnsten. H = 5,5, V = 4,5. Sammensætning FeO, Cr_2O_3. Brunligsort Farve, noget fedtglinsende Metalglans, brun Streg. Tiltrækkes næsten ikke af en almindelig Magnet, men vel af en stærk Elektromagnet. Giver de almindelige Kromreaktioner i Perlerne eller ved Smeltning paa Platinblik med Salpeter og Soda. Findes indsprængt i Serpentinsten (S.holdig Bjergart). Hovedforekomsterne er i U. S. og Ny Caledonien. Vigtig som Krommalm.

Franklinit. H = 6,5, V = 5. Sammensætning ZnO, Fe_2O_3. Sortegraa Farve, brun Streg. New Yersey U. S.

Automolit. H = 8, V = 4,3. Sammensætning ZnO, Al_2O_3. Indeholder i Reglen meget Jernilte. Farven mørkegrøn eller sortegrøn. Falun i Sverig. New Jersey U. S.

Spinell. H = 8, V = 3,5—4. Sammensætning MgO, Al_2O_3 med et lille Indhold af Jernilte. Kan være vandklar og farveløs, men har jævnlig pragtfulde røde, blaa eller grønlige Farver og er fra gammel Tid kendt og benyttet som Ædelsten under forskellige Navne: Pleonast, Ceylonit, Rubinspinell m. fl. Findes udkrystalliseret i Olivinsten og Serpentinsten flere Steder, ogsaa i vulkanske Udbrudsprodukter. De værdifuldeste S. findes paa sekundært Lejested i sedimentært Alluvium paa Ceylon.

Jernglansgruppen.

Herunder er indbefattet en Række Sesquioxyder R_2O_3 eller vistnok rigtigere $\overset{II}{R}O$, $\overset{IV}{R}O_2$, der alle krystalliserer hexagonalt (rhomboedrisk) og er i Besiddelse af ret stor Haardhed. De vigtigste Led er:

Jernglans. H = 6, V = 5,2. Sammensætning Fe_2O_3 ikke sjældent

med et Indhold af flere Procent Titansyre. Staalgraa Farve, med glinsende Overflade, der ofte er broget anløbet paa Krystalfladerne. Stregen er rød. Tiltrækkes ikke af Magneten. Findes krystalliseret paa Gange og indsprængt særlig i krystallinske Skifere. De smukkeste Krystaller faas fra Elba. Varieteter er:

Jernglimmer udskilt i tynde Blade som væsentlig Bestanddel indgaaende i forskellige krystallinske Bjergarter i Stedet for alm. Glimmer (Jernglimmerskifer, Jerngneis m. fl.). Findes ogsaa som Sublimationsprodukt (dannet af $FeCl_3$) ved Vulkaner.

Rødjernsten eller rød Jernmalm er tætte Varieteter, der har overordentlig stor Betydning som Jernmalme og findes mange Steder som Indlag i ældre Bjergarter særlig i Skandinavien og Nordamerika. Rødjernsten indeholder 70 % Fe.

Blodjernsten eller Blodsten er en straalet krystallinsk Varietet, der benyttes som Polersten ved Metalarbejde.

Korund. $H = 9, V = 4$. Sammensætning Al_2O_3. Kan være farveløs, men er hyppigt pragtfuldt farvet af smaa Indblandinger af Fe, Mn, Cr m.m. De klare Varieteter er meget værdifulde Ædelstene: Rubin (Karfunkel) blodrød, Safir mørk himmelblaa; violetfarvede Korunder kaldes noget vildledende orientalsk Ametyst. Den mindre rene uigennemsigtige K. forekommer i større Krystaller og kryst. Masser, der kaldes Diamantspat og benyttes som Slibemiddel. Ligeledes den endnu mere urene Smergel.

De smukkeste Ædelsten af Korundfamilien faas fra sekundært Leje i Ostindien og ved Ural. Pragtfulde store Safirer er dog ogsaa fundet i Montana i U. S. Smergel faas fra Naxos, fra Lilleasien og fra U. S.

Titanjern. $H = 6, V = 4{,}8$. Sammensætning FeO, TiO_2. Der kendes ogsaa Varieteter (Pikrotinatit), hvori Halvdelen af FeO er erstattet af MgO. Farven er sort eller sortegraa med noget Metalglans, Stregen mørkfarvet. Findes i store Masser paa de samme Findesteder og tildels blandet sammen med Rødjernsten. Er ret almindelig som Titanjernsand langs danske Kyster og andetsteds.

Andre Ilter.

Rød Kobbermalm eller Cuprit krystalliserer regulært. $H = 3{,}5$, $V = 6$. Bestaar af Cu_2O. Farven er smuk rød i frisk Tilstand, men Krystallerne er tit overfladisk bedækkede af et Malakitlag (basisk kulsurt Kobberilte), Stregen er skrigende rød. Findes hyppigere i tætte Masser Teglmalm af et mere jordagtigt Udseende. Cornwall, Sibirien, Damarraland (Sydafrika), Chile. Er en meget vigtig Kobbermalm.

Is krystalliserer hexagonalt (rhomboedrisk). $H = 1{,}5, V = 0{,}92$ (begge

ved 0°). Haardheden stiger noget ved stærkere Afkøling, men langtfra saa meget som tidligere antaget. Is er i Reglen renere end det Vand, hvoraf den er opstaaet, saa at Saltvandsis er mindre saltholdig end Saltvand.

2den Orden: Hydroxyder.

Opal (SiO_2, H_2O) er allerede omtalt Side 49.

Brunjernsten kan forekomme krystalliseret (rhombisk) og kaldes i saa Fald Goethit (Fe_2O_3, H_2O eller FeO, OH), men forekommer i Reglen i drypstenformige eller nyreformige Masser. Overfladen af saadanne Masser er tidt glinsende sort. Stregen er brun. Desuden findes i Naturen andre Jerntveiltehydrater ($Fe_2O_3H_2O$, $Fe_2O_3 1\frac{1}{2}H_2O$, $Fe_2O_3 2H_2O$, $Fe_2O_3 3H_2O$) under Form Myremalm, Sømalm, Jernokker m. fl., ligesom ogsaa Brunjernsten danner Bindemidlet for flere sedimentære Bjergarter (Limonitsandsten).

Manganit kryst. rhomb. isomorf med Goethit. H = 3,5, V = 4,3. Sammensætning $Mn_2O_3H_2O$ (eller MnO, HO). Staalgraa Farve, brun Streg. Er vigtig som Manganmalm og til teknisk Brug.

Sassolin eller Borsyre kryst. triklin. H = 1, V = 1,5. Bestaar af B_2O_3, $3H_2O$ (eller $B(OH_3)$). Findes dels opløst i Kildevand i varme Kilder, dels udkrystalliseret i Omgivelserne af saadanne, ogsaa som Sublimationsprodukt ved Vulkaner. Har praktisk Betydning som Materiale til Fremstilling af Borsyre og Borax, desuden stor teoretisk Interesse, da Sassolin sandsynligvis er opstaaet af Bornitrid BN, der som Dampe er fremkommet fra Jordens Indre. Ved Vanddamp giver BN, Ammoniak og Borsyre

$$BN + 3H_2O = B(OH)_3 + NH_3.$$

Det er den eneste Kvælstofforbindelse af ren uorganisk Art, der forekommer i Naturen.

3die Klasse: Sulfider.

1ste Orden: Enkeltsulfider.

Man kan her opstille flere isomorfe Rækker, der i teoretisk Henseende har stor Interesse. Der kan anføres:

Regulær.	Rhombisk.
Ag_2S Sølvglans	Ag_2S } Sølvkobberglans
Ag_2S, Cu_2S Jalpait	Cu_2S }
Cu_2S kunstig dannet.	Cu_2S Kobberglans
Ag_2Se Aguilarit	
Ag_2Te Tellursølv	AgSb Antimonsølv
Cu_2S, PbS Cuproplumbit	
PbS Blyglans	
PbSe Selenbly	
PbTe Tellurbly	

Regulær.	Hexagonal.
ZnS Zinkblende	ZnS Wurtzit
CdS kunstig (hyppigst hex.).	CdS Greenockit
MnS Manganblende	MnS, ZnS Erythrozinkit
FeS, NiS Jernnikkelkis.	NiS Nikkelkis.

	Hexagonal.
HgS Metacinnabarit.	HgS Zinnober.

Blandt disse forskellige Mineraler mærkes:

Blyglans kryst. regulært, med tre tydelige Gennemgange efter $\infty O \infty$. H = 2,5, V = 7,5. Farven blygraa, metalglinsende. Sammensætning PbS, men indeholder hyppigt lidt Ag_2S, saa at Sølvmængden kan stige til 1 %. Findes paa Gange, mange Steder i den gamle og nye Verden, særlig Freiburg (Tyskland), Tunaberg (Sverig) og omkring øvre Mississippi U. S. Vigtig som Bly og Sølvmalm.

Zinkblende kryst. regulært. H = 3,5, V = 4. I ren Tilstand vandklar, farveløs eller honninggul med udpræget Diamantglans, men hyppigst mørkfarvet med gulbrun Streg. Sammensætning ZnS, i Reglen med et Indhold af FeS. Forekommer krystalliseret paa Gange og krystallinsk i Indlag i Skifer. Åmmeberg (Sverig) og flere Steder i U. S. Vigtig Zinkmalm, men kan vanskelig udsmeltes uden Tilsætning af Galmei (iltholdig Malm).

Zinnober kryst. hexagonalt. H = 2,5, V = 8. Rubinrøde Krystaller med zinnoberrød Streg. Kem. Sammensætning HgS. Findes krystalliseret paa Gange, men i Reglen i krystallinske eller helt jordagtige brunrøde Masser „Levermalm". Idria (Krain), Almadén (Spanien), vestlige Stater i U. S., Australien m. fl. St. Vigtigste Kvægsølvmalm. Fineste Arter benyttes til Malerfarver, der dog mest faas af kunstigt fremstillet Zinnober.

Spydglans eller Antimonglans kryst. rhombisk, hyppigt i ∞P, P som stænglede spydformede Masser. H = 2, V = 4,6. Farven blygraa, noget i det blaalige, stærk Metalglans. Sammensætning Sb_2S_3. Antimonindholdet paavises let paa Kul for Blæserøret. Findes paa Gange mange Steder i ældre Bjergarter. Pragtfulde meterlange Krystaldruser fra Shikohu (Japan). Vigtig Antimonmalm.

Isomorf hermed er Bi_2S_3 Vismutglans (tinhvid Farve), As_2S_3 Auripigment (kan være pragtfuld gyldenrød, gennemsigtig af Farve).

Svovlkis eller Pyrit kryst. regulært (hemiedrisk). H = 6,5, V = 4,5. Messinggul, metalglinsende Farve, sort Streg. Sammensætning FeS_2. Indeholder jævnlig Cu og ikke sjældent lidt Au, desuden Se, As m. m. Overordentlig almindelig udbredt i Naturen baade paa Gange og indsprængt i ældre og yngre Bjergarter af ganske forskelligartet Oprindelse. Dannes i Dyndlag og som Overtræk paa Strandsten, fx. paa

Bornholm, hvor Dyndet eller Stenene er i Berøring med raadnende Tang (Sulfater i Havvandet reduceres til Sulfider) og jernholdigt Vand.

Benyttes til Svovlsyrefremstilling og kan saaledes siges at være Basis for hele den kemiske Industri.

Isomorf med Svovlkis: MnS_2 Manganglans, $CoAs_2$ Spejskobolt, NiSAs Nikkelglans, CoSAs Koboltglans, alle stærkt metalglinsende tunge Malme, der forekommer paa Gange i ældre Bjergarter.

Straalkis (Markasit) kryst. rhombisk. Haardhed, Vægtfylde og Sammensætning som Svovlkis, men forvitrer meget lettere. Findes paa Gange som Svovlkis og ligeledes i Dyndlag og kan ved Benyttelsen af saadanne Jordlag i Agerbruget blive skadelig for Plantevæksten paa Grund af Dannelsen af Jernvitriol og Svovlsyre $FeS_2 + H_2O + 7O = FeSO_4 + H_2SO_4$.

Isomorf med Straalkis er bl. a. FeSAs Arsenkis.

2den Orden: Dobbeltsulfider.

Flere forskellige Rækker af Dobbeltsulfider samt Arsen og Antimonmetaller kendes. Blandt disse skal nævnes:

Kobberkis kryst. tetragonal. $H = 3{,}5$, $V = 4{,}1$. Farven er messinggul, men mere grønlig metalglinsende end Svovlkis, som den ellers ligner. Stregen grønlig sort. Sammensætningen er $CuFeS_2$ (Cu_2S, Fe_2S_3). Indeholder følgelig 34,5 % Cu. Findes paa samme Maade og paa samme Steder som Svovlkis: Røros og Sulitjelma (Norge), Falun (Sverig), Rio Tinto (Spanien), Nordamerika, Chile, Bolivia o. fl. St.

Er den vigtigste Kobbermalm.

Broget Kobbermalm eller Bornit kryst. regulær. $H = 3$, $V = 5$. Er sjældent krystalliseret, men mest i krystallinske Masser. Farven i frisk Tilstand messinggul, men anløber hurtig i Luften med pragtfulde blaagrønt sorte Farver. Stregen sort. Indeholder Kobber, Jern og Svovl som det synes i noget vekslende Forhold nærmest svarende til Cu_3FeS_3 ($(Cu_2S)_3\ Fe_2S_3$). Findes paa lignende Maade som Kobberkis og tildels paa de samme Steder og har samme Anvendelse som Kobbermalm og indeholder 55,5 % Cu.

4de Klasse: Haloidforbindelser.

1ste Orden: Enkeltsalte.

Stensalt kryst. regulært. Tre Gennemgange efter $\infty O \infty$. $H = 2$, $V = 2$. Kem. Sammensætning NaCl. I ren Tilstand farveløs vandklar, men undertiden smukt farvet blaa, gulgrøn af opløste Stoffer i ringe Mængde (undertiden Kulbrinter). Ofte rød eller graatfarvet af ind-

blandede jordagtige Urenheder. Forekommer i alle Verdensdele i mange forskellige Lag, dannet ved Udkrystallisation af Havvand. Kan desuden forekomme som Sublimationsprodukt ved Vulkaner. Som Nutidsdannelse findes Stensalt som: Ørkensalt. Kirgisersteppen, Arabien, Sydamerika. Søsalt: Døde Hav, Kaspiske Hav, Ægypten, „Store Saltsø" i U. S. o. fl. St. I Tertiærformations Lag: Cardona (i Spanien), Wielizka (i Galizien), Louisianna (i U. S.). I Keuperlag: Hallstadt (i Tyskland), Chesshire (i England). I Permlag: I Zechstendolomiten ved Strassfurth og Sperenberg (i Tyskland). Saltlagenes Mægtighed kan være meget betydelig, saaledes ved Wielizka 1400 m, ved Sperenberg 1200 m. Benyttes til Taffelsalt, Smørsalt, Saltning af Kød, Høsalt, til Soda, kaustisk Natron m. m.

Sylvin kryst. regulær. H = 2, V = 2. Sammensætning KCl, men indeholder hyppigt noget NaCl. Udseende og Forekomst som Stensalt og sammen med dette. Bruges til Kaligødning og Kalipræparater.

Salmiak kryst. regulær. H = 1,5, V = 1,5. Sammensætning NH_4Cl. Farveløs vandklar, men hyppig gulrødt farvet af $FeCl_3$. Forekommer som Sublimationsprodukt ved vulkanske Udbrud, dog vistnok kun hvor Lavastrømme passerer over Jordbund med organiske Kvælstofforbindelser. Kan ogsaa findes i Kullag efter Selvantænding og Grubebrand.

Hornsølv eller Klorsølv kryst. regulært. H = 1,5, V = 5,6. Sammensætning AgCl. Kan være farveløs vandklar diamantglinsende, men er i Reglen graalig og hornagtig. Findes paa Gange som Omdannelsesprodukt af andre Sølvmalme. Sølvmalm.

Bromsølv reg. H = 1,5, V = 6. AgBr dog ofte blandet med AgCl. I Reglen grønlig farvet. Sølvmalm i Chile.

Jodsølv i Naturen hexagonal, men regulær krystalliserende efter Smeltning. H = 1,5, V = 5,7. I Reglen gulligt bladede Masser. Sølvmalm i Mexiko og Chile.

Flusspat kryst. regulær. 4 Gennemgange efter **O**. H = 4, V = 3,2. Kem. Sammensætning CaF_2. Farveløs, vandklar, ogsaa hyppig forskellige smukke, stærke og klare Farver violet, blaa, grøn af opløste Kulbrinter og andre Stoffer i ringe Mængde. Mørk violetfarvet Flusspat fra Ivigtut i Grønland indeholder betydelige Mængder Helium som *Julius Thomsen* har eftervist. I F. fra andre Steder er paavist Gasbobler indeholdende frit Fluor. Findes smukt krystalliseret paa Gange, ogsaa i store tætte Masser. Benyttedes i Oldtiden til de højt skattede vasa murrhina. Bruges som Flusmiddel ved Metaludsmeltning, til Fremstilling af Flussyre og til Matglasfremstilling.

2den Orden: Dobbeltsalte.

Kryolit kryst. i terninglignende Krystaller, men anses for monoklinisk. H = 2,5, V = 3. Sammensætning $AlNa_3F_6$ ($Al_2F_6(NaF)_6$). Er sjælden

tydelig krystalliseret, men forekommer i mægtige krystallinske Masser af hvid, graa eller sort Farve i en stor Gangspalte (eller Indlag) i Gneis ved Ivigtut i Grønland. Benyttes til Glas- og Aluminiumfabrikation og til Flussyrefremstilling.

Carnallit kryst. rhombisk, men findes hyppigst i tætte Masser. H = 2, V = 1,6. Kem. Sammensætning $MgCl_2KCl6H_2O$. Farven er tidt rødlig eller graalig af indblandet Jernilte og Ler. Findes ved Stassfurt sammen med en hel Række andre Klorider, Sulfater og Dobbeltsalte af Natrium, Kalium og Magnium. Benyttes som Kaligødning.

Atacamit kryst. rhombisk, men findes hyppigst i tætte eller jordagtige Masser. H = 3,5, V = 3,7. Græsgrøn Farve, grøn Streg. Sammensætning basisk Cupriklorid $CuCl_2$, $3Cu(OH)_2$. Vigtig Kobbermalm. Bolivia, Chile og Australien.

5te Klasse: Karbonater.

1ste Orden: Neutrale Karbonater.

Kalkspatgruppen.

Herunder flere vigtige Mineraler af Sammensætningen $R^{II}CO_3$ (R = Ca, Mg, Fe, Mn, Zn). Krystalliserer hexagonalt hemiedrisk (rhomboedrisk). Tre udprægede Gennemgange efter Rhomboederfladerne. Haardhed omkring 3.

Kalkspat $CaCO_3$. H = 3, V = 2,7. Grundrhomboederets Vinkel er 105° 5', men der kendes over 60 forskellige afledede Rhomboedere og mere end 250 forskellige Skalenoedere. Er farveløs og vandklar, men kan være farvet af forskellige Indblandinger. Den islandske Dobbeltspat forekommer i store klare Krystaller og viser udpræget Dobbeltbrydning (Fig. 50). Kalkspat findes krystalliseret paa Gange og som indsprængte Krystaller i mange Bjergarter og som selvstændige Mar-

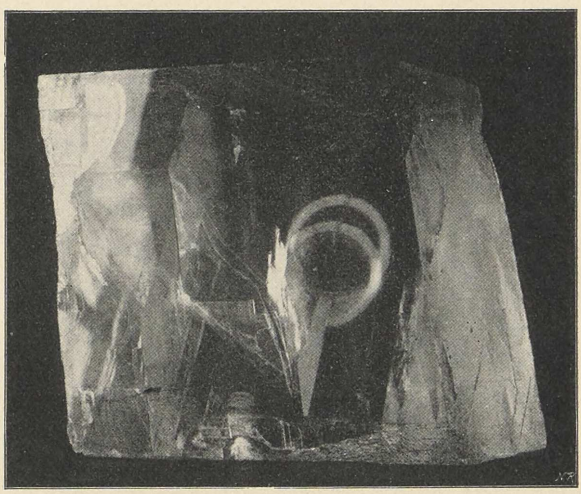


Fig. 50. Islandsk Dobbeltspat. Gennemgangsstykke (efter Fotografi af Forf.). Den hvide Kreds er en Papirring paa Stykkets Bagside, Ringen ses dobbelt paa Grund af Lysbrydningen. 1/4 naturlig Størrelse.

mor- og Kalkstenlag i alle Formationer. Bruser stærkt med kold fortyndet Saltsyre og kan derved skælnes fra de andre Led i Kalkspatgruppen, der kun bruser med varm stærk Saltsyre (naar de ikke er pulveriserede). Se iøvrigt Kalksten og Marmor som Bjergart.

Magnesit eller Bitterspat $MgCO_3$. H = 4, V = 3. Farveløse, glasklare Krystaller, men er hyppig hvid eller graa og indeholder lidt $FeCO_3$. Findes paa Gange og indsprængt i Serpentinsten og forskellige Skiferarter og optræder ogsaa som Bjergart i det store.

Dolomit $MgCO_3$, $CaCO_3$. H = 3,5, V = 3,8. Farven i Reglen hvidgraa eller gulgraa. Findes krystalliseret paa Gange og indsprængt og danner mægtige Lag i forskellige Formationer.

Jernspat $FeCO_3$. H = 3,5, V = 3,9. Farven kan være svag gullig og glasklar, men hyppigt er Krystallerne brune og uigennemsigtige. Findes krystalliseret paa Gange og i Kryoliten i Grønland. Blandet med mere eller mindre Ler forekommer Mineralet som Spatjernsten, Kuljernsten, Lerjernsten i Nyrer, Klumper eller hele Lag i Kullag og Kalklag i forskellige Formationer og er en vigtig Jernmalm. I ren Tilstand indeholder den 62,1 % Jern, men de i det store forekommende Lag dog noget mindre.

Isomorfe Blandinger er:

Brunspat $MgCO_3$, $FeCO_3$. Ankerit $MgCO_3$, $CaCO_3FeCO_3$ o. fl. lignende.

Manganspat $MnCO_3$. H = 3,5, V = 3,5. Lyserød Farve. Krystalliseret paa Gange.

Zinkspat $ZnCO_3$. H = 5, V = 4,5. Kan findes i farveløse, glasklare Krystaller, men i Reglen i uanselige brunlige Masser. Kaldes fra gammel Tid i Bjergmandssproget „Ædel Galmei". Vigtig Zinkmalm.

Zinkjernspat $ZnCO_3$, $FeCO_3$ og flere Blandinger.

Aragonitgruppen.

Rhombisk krystalliserende Mineraler af Formel $\overset{II}{R}CO_3$, hvor $\overset{II}{R}$ kan kan være Ca, Ba, Sr, Pb.

Aragonit $CaCO_3$. H = 3,5, V = 3. Opløses vanskeligere i fortyndet Saltsyre end Kalkspat. Ved at opvarmes paa et Stykke Platinblik springer Aragoniten itu og smulres op paa en ejendommelig Maade og viser sig nu at være omdannet til Kalkspat. Forekommer hyppigst i stænglede Former, med varierende hyppig gullig Farve. Findes i Sprækker og Hulrum i yngre eruptive Bjergarter. Kalksinter og Ærtesten, der dannes i varme, kalkholdige Kilder, bestaar ofte af Aragonit.

Witherit $BaCO_3$. H = 3,5, V = 4,3. Kan findes i farveløse, glasklare Krystaller, men er hyppigere udskilt i Knoldform i tætte hvidgraa eller gullige Masser. Benyttes til Fremstilling af Bariumsalte.

Strontianit $SrCO_3$. H = 3,5, V = 3,6. Kan findes smukt krystalli-

seret paa Gange i farveløse, glasklare Krystaller, men forekommer hyppigst ligesom de andre Led af denne Gruppe i stænglede, nyreformige Masser. Benyttes navnlig i Sukkerfabrikerne til Rensning af Melassen. Navnet hidrører fra Findestedet Strontian i Skotland.

Cerussit eller „Hvidblymalm" $PbCO_3$. H = 3,5, V = 6,5. Forekommer jævnlig i smukke hvide eller farveløse diamantglinsende Krystaller paa Gange, som Omdannelsesprodukt af Blyglans. Er en udmærket Blymalm.

2den Orden: Basiske Karbonater.

Malakit krystalliserer monoklinisk, men findes hyppigst i straaleformede Masser. H = 3,5, V = 4. Basisk Kobberkarbonat $CuCO_3, Cu(OH)_2$. Har pragtfuld „malakitgrøn" Farve og benyttes til Dekorationsgenstande. Er i Reglen opstaaet ved Omdannelse af de svovlede Kobbermalme. Hvor den forekommer i større Mængde, er den en fortrinlig Kobbermalm. Ural, Sibirien, flere Steder i U. S., Queensland i Australien.

Kobberlazur krystal. monoklin. Krystaller findes jævnlig udenpaa de tætte eller straaleformige Masser, der udgør Hovedmængden. H = 3,5, V = 3,7. Sammensætning $2CuCO_3, Cu(OH)_2$. Farven dybt mørkeblaa. (lazurblaa) med lysere blaa Streg. Benyttes som Malakit og forekommer paa samme Maade.

Lignende basiske Karbonater af Nikkel, Kobolt, Vismut m. m. findes jævnlig som Udvitringsprodukter paa disse Metallers Malme i Gruberne. Kaldes f. Eks. Koboltblomst, Nikkelblomst o. s. v.

3die Orden: Vandholdige Karbonater.

Trona $Na_2CO_3, NaHCO_3, 2H_2O$ og flere lignende sure og neutrale Natriumkarbonater forekommer under forskellige Navne: Soda, Natron, Urao m. m. ved forskellige Saltsøer i ørkenagtige Egne i Ægypten og Sydamerika.

6te Klasse: Sulfater.

1ste Orden: Vandfri Sulfater.

Anhydritgruppen.

Rhombisk krystalliserende Salte af Sammensætningen RSO_4 (R = Ca, Ba, Sr, Pb. Sulfaterne af de tre sidstnævnte Metaller danner en isomorf Familie for sig, i Vinkelforhold forskellig fra Anhydrit, skønt alle kryst. rhombisk.

Anhydrit $CaSO_4$. H = 3, V = 3. Kan forekomme i farveløse, glasklare, ogsaa i stærkt farvede blaa, grønne og gule Krystaller, men hyp-

pigst i graalige krystallinske Masser. Findes som Bjergart i mægtige Lag i Saltlagene fx. ved Stassfurt, ved Berchtesgaden (i Tyrol) o. m. a. Std. Ved at optage Vand omdannes A. til Gibs og svulmer betydelig op, og kan herved foraarsage farlige Skred og Forskydninger i Bjergværker og ved Tunnelforetagender.

Tungspat eller Baryt $BaSO_4$. H = 3,5, V = 4,6. Forekommer smukt krystalliseret mest i tavleformige Krystaller, med varierende hyppigst gullig Farve. Er et almindeligt Gangmineral. Findes ogsaa som straalede eller tætte Knolde udskilt i sedimentære Bjergarter. Benyttes til Fremstilling af Bariumsalte.

Cölestin $SrSO_4$. H = 3,5, V = 4. Forekommer jævnlig i stænglede farveløse, hvide eller himmelblaa (heraf Navnet) Krystaller. Findes i Hulrum i Mergelarter og Kalkstene, paa Gange, samt udkrystalliseret sammen med Svovl og Gibs i vulkanske Egne særlig paa Sicilien. Benyttes til Fremstilling af Strontiumsalte.

Anglesit $PbSO_4$. H = 3, V = 6,2. Findes som hvide Krystaller sammen med Blyglans paa Gange og er opstaaet af dette Mineral ved Iltning.

2den Orden: Vandholdige Sulfater.

Vitriolgruppen.

Salte af Sammensætningen $\overset{II}{R}SO_4 + 7H_2O$ eller $\overset{II}{R}SO_4 + 5H_2O$ kan findes udkrystalliserede i Grubevand og paa andre Steder, opstaaede ved Iltning af de tilsvarende Sulfider. Ved Kunst kan man fremstille isoforme Blandinger af disse Salte. Saltene $\overset{II}{R}SO_4 + 7H_2O$ er isodimorf, d. v. s. findes i to Rækker (Familier) af samme Sammensætning, hvoraf den ene Række krystalliserer rhombisk (Type Bittersalt $MgSO_4 + 7H_2O$), den anden Række monoklinisk (Type Jernvitriol $FeSO_4 + 7H_2O$), og desuden Rækken $\overset{II}{R}SO_4 + 5H_2O$, der krystalliserer triklinisk (Type Kobbervitriol $CuSO_4 + 5H_2O$). $\overset{II}{R}$ kan være Mg, Fe, Cu, Co, Ni, Mn, Zn samt Blandinger af disse Stoffer. Nogle af dem bærer fra gammel Tid særlige Navne saasom: Bittersalt ($MgSO_4 + 7H_2O$), Grøn Vitriol ell. Jernvitriol ($FeSO_4 + 7H_2O$), Blaa Vitriol ell. Kobbervitriol ($CuSO_4 + 5H_2O$), Rød Vitriol ($MnSO_4 + 7H_2O$), Hvid Vitriol ell. Zinkvitriol ($ZnSO_4 + 7H_2O$).

Alungruppen.

Salte af Sammensætningen $\overset{III}{R_2}(SO_4)_3$, $\overset{I}{R_2}SO_4 + 24H_2O$, hvor $\overset{III}{R}$ = Al, Fe, Mn, Cr og $\overset{I}{R}$ = K, Li, Rb, Cs, NH_4 (samt Aminer m. fl.), dannes ved Kunst med større eller mindre Lethed og krystalliserer regulært i O, ∞O∞ o. fl. Former. Hører til nogle af de smukkest krystalliserende Salte og danner let isomorfe Blandinger. Alun $Al_2(SO_4)_3\ K_2SO_4 + 24H_2O$ kan forekomme i Naturen som Udludningsprodukt af visse vulkanske Stenarter.

Forskellige vandholdige Sulfater.

Gibs kryst. monoklinisk, med en tydelig Gennemgang efter Symmetriplanet (gennem Hovedaksen og den skæve Biakse). Tvillingdannelse er almindelig (se Fig. 41, Side 35). H = 2, V = 2. Sammensætningen $CaSO_4 + 2H_2O$. Krystallerne kan være farveløse, glasklare og kaldes i saa Fald Marienglas. En tæt finkornet hvid Varietet kaldes Alabast og benyttes til Billedskærerbrug. Alm. Gibs er hvidgraa og forekommer i store Lag hyppig sammen med Stensalt. Benyttes til Fremstilling af „brændt Gibs". I Danmark findes Gibskrystaller udskilt i „plastisk Ler" og „Alunjord" fra Tertiærformationens Lag.

Glaubersalt $Na_2SO_4 + 10H_2O$ kryst. monoklinisk i farveløse Krystaller. H = 1,5, V = 1,5. Kan findes i Saltlag og udkrystalliseret af Grubevand samt ved Saltsøer i ørkenagtige Egne.

Kieserit $MgSO_4 + H_2O$. H = 3, V = 2,5 findes i Reglen graalige tætte eller finkrystallinske Masser i Saltlagene.

Kainit $MnSO_4$, $KCl + 3H_2O$. H = 2, V = 2,1. Krystalliserer monoklinisk, men findes hyppigst i graa eller rødlige Masser i Saltlagene. Er vigtig som Kaligødning.

7de Klasse: Nitrater.

Chilisalpeter $NaNO_3$ krystalliserer hexagonalt rhomboedrisk, tilsyneladende isomorf med Kalkspat ($CaCO_3$), med Gennemgang som Kalkspat. H = 1,5, V = 2,1. Forekommer sjældent rent i Naturen, men blandet med Stensalt og indeholdende smaa Mængder af Jodider, Jodater og Perklorater. De største Forekomster er langs med Sydamerikas Vestkyst. Efter Omkrystallisation, hvorved Salpetermængden stiger til ca. 95 %, forsendes Saltet og benyttes som Kvælstofgødning, til Fremstilling af Kalisalpeter og til Salpetersyre.

Kalisalpeter ell. ostindisk (ungarsk) Salpeter KNO_3 krystalliserer rhombisk isomorft med Aragonit ($CaCO_3$). H = 2, V = 2. Findes udblomstret i Huler og paa Jorden i tørre Egne. Ungarn, Aragonien, Algier, Ostindien.

Kalksalpeter (Nitrocalcit) $Ca(NO_3)_2$ og Magnesiasalpeter (Nitromagnesit) $Mg(NO_3)_2$ kan findes i Salpeterlagene i Chile samt udblomstret af Jorden paa lignende Maade som Kalisalpeter. Disse Stoffer spiller som Mineraler ingen Rolle, men desto større er deres Betydning i Agerjorden. Vistnok alle i Naturen forekommende Nitrater skyldes forraadnende organiske Stoffer, i sidste Linie Ammoniak, deres Oprindelse. Om de Processer, der herved foregaar, maa henvises til Jordbundslæren.

8de Klasse: Fosfater.

Apatitgruppen.

Apatit krystalliserer hexagonalt **OP**, **P**, ∞**P** m. fl. Former. H = 5, V = 3,2. Sammensætningen er $\overset{II}{R_5}\overset{I}{R}(\overset{V}{RO_4})_3$ i Almindelighed for en hel

Gruppe Stoffer isomorf med den egentlige Apatit, hvor $\overset{II}{R} = Ca$, $\overset{I}{R} = F$, $\overset{V}{R} = P$, altsaa $Ca_5F(PO_4)_3$, men hvori iøvrigt $\overset{II}{R}$ kan være Ca, Mg, Fe, Pb. $\overset{I}{R} = F$, Cl, (OH). $\overset{V}{R} = P$, As, Vd. Apatit kan forekomme i farveløse, glasklare Krystaller, men er i Reglen uigennemsigtig blaagrøn, gullig eller graalig. Findes krystalliseret paa Malmgange, desuden i store Krystaller og krystallinske Masser i Pegmatit. I mikroskopisk smaa Krystaller findes Apatitnaale udskilt i mange krystallinske Bjergarter. Fosforit er tætte Masser omtrent af samme Sammensætning som Apatit, men i de fleste Tilfælde hidrørende fra Organismer, undertiden tydelig bærende organiseret Form, saasom Koprolit, fossile Excrementer af forskellige Saurier. Saavel Apatit som Fosforit og Koprolit er i agronomisk Henseende overordentlig vigtige Stoffer: Raafosfat, der dels ligefrem i pulveriseret Tilstand, dels efter Behandling med Svovlsyre som Superfosfat tjener til Gødning paa Grund af Fosforsyreindholdet.

I Grønsandstenen paa Bornholm findes Fosforitknolde af organisk Oprindelse udskilt i et særligt Lag.

Vivianit eller Blaajord kan findes krystalliseret, men er hyppigst jordagtig. Farven er i ren uforvitret Tilstand hvid, men Stoffet bliver ved Iltning i Luften først ultramarinblaat, senere gult eller brunt. Sammensætningen er Ferrofosfat $Fe_3(PO_4)_2 + 8H_2O$, men bliver ved Iltning til basiske Ferrifosfater. Findes jævnlig som Lag i Tørv i Moser og sumpede Levninger.

Struvit $Mg(NH_4)PO_4 + 6H_2O$ findes som smukke rhombiske Krystaller undertiden af flere Tommers Størrelse, glasklare med honninggul Farve i Dyndlag og lignende Steder, hvor der har været ophobet forraadnende organiske Stoffer (Møddinger, Kirkegaarde). Fandtes i Dyndet ved Bygningen af Pillerne til Limfjordsbroen.

9de Klasse: Silikater.

De herunder anførte Mineraler gør ikke Fordring paa at være Repræsentanter paa de komplicerede Systemer, der kan opstilles m. H. t. Silikaternes Sammensætning. Det er derimod udvalgte Mineraler, der har stor Betydning ved Bjergartsdannelsen.

Enkeltsilikater.

Olivin kryst. rhombisk. $H = 6{,}5$, $V = 3{,}3$. Bestaar af en omtrent ligelig Blanding af Mg_2SiO_4 og Fe_2SiO_4. Forekommer om end sjældnere krystalliseret paa Gange i olivengrønne gennemsigtige Krystaller, ogsaa som rullede Stykker paa sekundært Lejested. De smukkeste Exemplarer kan benyttes som Smykkesten og kaldes Chrysolit. O. findes som Bestanddel i mange eruptive Bjergarter og danner ogsaa selvstændige Bjergarter af krystallinsk Beskaffenhed under Navn Olivinsten f. Ex. i Norge og i Grønland.

Serpentin er i Reglen fremkommet ved Forvittring af Olivin. H = 3, V = 2,7. Sammensætningen svarer i alt Fald for nogle Varieteter til $Mg_3Si_2O_7(H_2O)_2$ eller $((MgO)_3(SiO_2)_2 + 2H_2O)$ med noget Indhold af Jernilte. Farven er i Almindelighed mere graagrøn og jordagtig end Olivins Farve. En særegen voksgul Varietet findes ved Snarum i Norge. S. kan benyttes til Dekorations- og Udskæringsarbejder, Bordplader, Søjler m. m.

Kiselgalmei kryst. rhombisk. H = 5, V = 3,5. Zn_2SiO_4. Krystaller i Reglen kun smaa udenpaa de gulgraa nyreformige Masser, der udgør Hovedmassen af Mineralet. Findes paa Gange og som Indlag i forskellige Kalkstenlag. Tyskland, England, U. S. Vigtig Zinkmalm.

Kaolin kan findes i mikroskopisk smaa Krystaller som Kaolinit, men hyppigst i jordagtige, hvide Masser opstaaet ved Forvitring af Feldspat. Sammensætningen af den rene Kaolin er $Al_2Si_2O_7(H_2O)_2$ (eller $Al_2O_3(SiO_2)_2 + 2H_2O$). Ringe Haardhed og Vægtfylde. Findes sammen med Kvarts flere Steder som Omdannelsesprodukt af Granit (Skriftgranit) ogsaa paa Bornholm ved Rønne. Benyttes efter Slemning til Porcellæn (Zetlitzer-Kaolin, Limoges-K.), som Fyldmasse ved Papirfabrikationen (Bornholms-K.) og de grovere Slemningsprodukter til Teglværksbrug (ildfaste Sten).

Talk findes i Reglen i bladede Masser med en tydelig Gennemgang. H = 1, V = 2,7. Sammensætningen er nærmest $Mg_3Si_4O_{11}$, H_2O (eller $(MgO)_3(SiO_2)_4 + H_2O$). Er i Reglen af grønlighvid eller blaalighvid Farve. Indgaar tidt som væsentlig Bestanddel i ældre krystallinske Stenarter (Talkskifer). Benyttes i pulveriseret Tilstand som Talkum til Smøremiddel m. m. En tæt uren Varietet er Fedtsten, Vægsten (norsk: „Klæbersten"), der forekommer i store Lag og i Indlag i krystallinske Skifere f. Ex. i Norge og i Grønland. Trondhjems herlige Domkirke er bygget af Klæbersten. En fast sejg Varietet af Fedtsten benyttes til Gasbrændere. I Oldtiden og Middelalderen benyttedes i Skandinavien ligesom i Nutiden i Grønland Vægsten til Gryder, Lamper og andre Kar. Merskum er af lignende Sammensætning som Talk og Serpentin. Forekommer i porøse og jordagtige Masser af hvid eller gullig Farve. Den fineste ret kostbare Merskum til Piber og Cigarrør faas fra Eskischehr i Lilleasien.

Dobbeltsilikater.

Feldspatgruppen.

Monoklinisk krystalliserende med to paa hinanden vinkelrette glatte Spalteflader efter **OP**, $\infty\breve{P}\infty$. Tvillingdannelse meget hyppig. (H = 6, V = 2,6). Sammensætning $KAlSi_3O_8$ (eller K_2O, Al_2O_3. $6SiO_2$).

Orthoklas er den almindeligst forekommende F., med kødrød, rødgraa eller graa Farve. Noget K. er i Reglen erstattet af Na. Den danner en væsentlig Bestanddel af mange krystallinske Stenarter (Granit, Gneis m. m. fl.) og er det i Naturen mest udbredte Silikat.

Særlige Varieteter er:

Adular smukt krystalliseret i farveløse, glasklare Krystaller. Hyppigst i Spalter i krystallinske Skifere. Findes ogsaa i blaa perlemorglinsende Stykker og benyttes som Smykkesten og kaldes Maanesten.

Sanidin er glasagtig Feldspat. Forekommer i vulkanske Stenarter.

Amazonsten grøn Orthoklas, farvet af organiske Stoffer. Bliver graa ved Opvarmning. Bruges som Smykkesten.

Triklinisk krystalliserende Feldspater eller Plagioklaser. De er stribede paa **OP** paa Grund af Tvillingdannelse. To paa hinanden under en Vinkel paa 93—94° stillede Gennemgange efter **OP**, $\infty\breve{P}\infty$. Tvillingdannelse særdeles hyppig.

Herunder findes:

Albit $NaAlSi_3O_8$ (eller $Na_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$). H = 6, V = 2,6. Farven i Reglen hvid og uigennemsigtig.

Anorthit $CaAl_2Si_2O_8$ (eller $CaO, Al_2O_3, 2SiO_2$). H = 6, V = 2,6. Hvid, grønliggraa eller rødliggraa. Almindelig i vulkanske Stenarter.

Labrador er en Blanding af Anorthit og Albit og viser smukt Farvespil (Irisering). Benyttes som Smykkesten.

Oligoklas er en lignende Blanding og findes ofte i krystallinske Stenarter sammen med Orthoklas.

Ved Feldspaternes Forvittring tilbagebliver Kaolin ofte i Feldspatens Form (Pseudomorfose), og Kaliumsilikat (respektiv Natrium- eller Calciumsilikat) føres bort i opløst Tilstand. Processen kan tænkes at foregaa f. Ex.:

$$\underset{\text{Orthoklas}}{K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2} + 2H_2O = \underset{\text{Kaolin}}{Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O} + \underset{\text{Kaliumsilikat.}}{K_2O, 4SiO_2}$$

Den kan foregaa alene ved Vands Indvirkning f. Ex. ved Ophedning af pulveriseret Feldspat med Vand i tilsmeltede Rør, men i Naturen spiller Kulsyren og Humussyrerne en betydelig Rolle ved Feldspatdekompositionen.

Glimmergruppen.

Ringe Haardhed, udpræget Gennemgang efter **OP**, saa at Mineralerne af denne Gruppe let spaltes op i tynde Blade.

Muskovit eller Kaliglimmer kryst. monoklin. H = 2, V = 2,8. Sammensætning nærmest $KAlSiO_4$, hvori noget K er erstattet af H og Fl. Lys Farve og i tynde Blade fuldkommen gennemsigtig. Leder ikke Elektricitet og er bøjelig i tynde Blade og kan derfor bruges ved Isoleringen af Beviklingen paa Dynamoer. Yderligere til Ruder i Fyrsteder, Lampe-

glas og Hætter over samme m. m. Store Stykker M. faas fra Pegmatitgange i Pennsylvanien og Maryland (U. S.). Iøvrigt er M. en væsentlig Bestanddel af mange krystallinske Bjergarter (Granit, Gneis m. m. fl.). M. forvitrer ikke let og gaar derfor ved saadanne Bjergarters Forvitring og Omlejring over i de af dem opstaaede sedimentære Bjerg- eller Jordarter (Glimmerler, Glimmersand).

Biotit eller Magnesiaglimmer monoklin. isomorf med Muskovit. $H = 2{,}5$, $V = 3$. Sammensætningen er kompliceret nærmest $\overset{I}{R_2}\overset{II}{R_2}\overset{III}{R_2}Si_3O_{12}$, hvori $\overset{I}{R} = K, H, F.$, $\overset{II}{R} = Mg, Fe.$, $\overset{III}{R} = Fe, Al.$ Farven er i større Stykker sort. Findes ligesom Kaliglimmer i mange Bjergarter, men forvitrer lettere.

Lepidolit eller Litionglimmer isomorf med Muskovit. Rødlig, perlemoderglinsende Farve. Indeholder Litium delvis erstattende Kalium, desuden ofte Rubidium, Cæsium og Thallium. Undertiden erstattes noget Al. af Vanadin. Er ikke helt ualmindelig i Granit og andre krystallinske Bjergarter.

Hornblendegruppen.

Hornblende eller Amphibol kryst. monoklinisk med en Prismevinkel paa c. 125^0. $H = 6$, $V = 3{,}5$. I Fig. 51 er gengivet en almindelig forekommende Kombination af ∞P, $\infty P\infty$, $\infty P\infty$, OP, $P\infty$. To tydelige Gennemgange efter Prismet ∞P. De to Gennemgangsflader danner altsaa en Vinkel med hinanden paa 125^0. Farven er i Reglen sort, men i tynde Plader under Mikroskopet grønlig gennemskinnende. Dog forekommer ogsaa glasklare, farveløse, brunlige og grønlige krystalliserede Hornblendearter tildels med særlige Navne. Sammensætningen nærmest $Ca, Mg_3(SiO_2)_4$, hvori dog i Reglen en Del Mg. er erstattet af Fe. Desuden findes Hornblender med et Indhold af $Al_2O_3(Fe_2O_3)$. Forekommer krystalliseret paa Gange, men hyppigst krystallinsk indsprængt som væsentlig Bestanddel i ældre krystallinske Stenarter (Granit, Gneis, Hornblendeskifer).

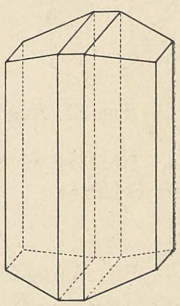


Fig. 51.

Særlige H.-Arter er:

Tremolit grøn H. i klare grønne Krystaller. Kan benyttes som Smykkesten. En tæt halvgennemskinnende gulgrøn Varietet er den af Kinesere og Japanere højtskattede Nephrit, der benyttes til dekorative Arbejder og paa Sydhavsøerne har tjent til smukt forarbejdede slebne Stenvaaben.

Straalsten stænglede grønlige eller graalige Krystaller, der sammen med Talk danner udstrakte Lag i krystallinske Skifere, fx. i Finland og i Grønland.

Asbest traadet hvid Varietet, der kan splittes op i tynde elastiske Traade og har stor teknisk Betydning som Isolationsmateriale og til Fabrikation af en særlig Art Tagsten. Da den er meget syrefast, bruges Asbestuld ogsaa til at filtrere Syrer o. lign. igennem. Som Katalysator (platineret Asbest) ved forskellige kemiske Fabrikationer, navnlig Svovlsyre efter Kontaktmetoden.

Arfvedsonit, sort Hornblende $Na_2\overset{II}{Fe_3}(SiO_3)_4$ findes i store Krystaller med blaagraa Streg og med tydelige Gennemgange i Grønland og andre Steder som væsentlig Bestanddel af Syenit.

Augitgruppen.

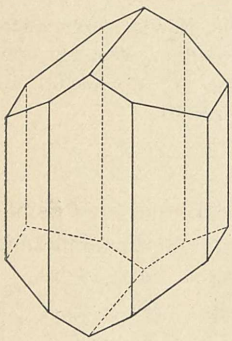


Fig. 52. Augit.

Augit eller Pyroxen krystalliserer monoklinisk, med en Prismevinkel paa 87°. I Fig. 52 er gengivet en sædvanlig forekommende Kombination af ∞P, $\infty P\infty$, $\infty \breve{P}\infty$, P. Farven i Reglen sort som Hornblendens, graa Streg, men A. kan i Reglen let skælnes fra H. ved de utydelige Gennemgange og Vinkelforholdet mellem disse. Sammensætningen er $\overset{II}{R}\overset{III}{R_2}SiO_6$, hvori $\overset{I}{R}$ fortrinsvis er Mg, men desuden Ca, Fe. $\overset{III}{R} = Al$, Fe. Findes i mange særlig af de yngre krystallinske Stenarter.

Diallag en brun A.; findes som væsentlig Bestanddel i den eruptive Bjergart Gabbro.

Granatgruppen.

En Mængde forskelligt udseende Mineraler, der alle krystalliserer regulært i ∞O som Hovedform (Granatoeder). H = 6,5—7,5, V varierer med Sammensætningen (Jernindholdet) fra 3,5—4,3. Sammensætningen meget vekslende med Silikater af Mg, Ca, $\overset{II}{Fe}$, $\overset{III}{Al}$, $\overset{III}{Fe}$, desuden Cr, Ti m. fl. Forekommer almindelig udbredt i ældre krystallinske Bjergarter.

Pyrop blodrød fuldkommen gennemsigtig. Benyttes som en højtskattet Smykkesten, dog ikke saa smuk som Rubin.

Almandin kirsebærrød „Ædelgranat“, næstefter Pyrop den værdifuldeste.

Hessonit eller Kanelsten gennemsigtig gulrød. Smykkesten.

Grossular grøn Granat, de mest gennemsigtige fra Sibirien bruges som Smykkesten.

Almindelig Granat mindre gennemsigtig, brunrød. Findes i Glimmerskifer. Naar den forekommer i større Mængder, kan den bruges i

Højovne sammen med andre Jernmalme, da den indeholder op til 20% Jernilte.

Kloritgruppen.

Indbefatter en Del forskellige velkrystalliserede, i Reglen mørktfarvede Mineraler med temmelig ringe Haardhed. Hyppigt skælformigt udviklede som væsentlig Bestanddel i ældre krystallinske Bjergarter.

Klorit kryst. monoklinisk mest i tavleformige Krystaller. H = 2, V = 2,7. Grøn Farve. Bestaar af Silikater af Mg, Al, men indeholder ogsaa Fe samt Vand. Væsentlig Bestanddel af Kloritskifer.

Zeolitgruppen.

Indbefatter en Del velkrystalliserede Dobbeltsilikater af lys i Reglen snehvid Farve. Indeholder (med en enkelt Undtagelse) Al, desuden Ca, K, Na undertiden Ba og altid en betydelig Mængde kemisk bd. Vand, undertiden noget F. Afgiver ved Ophedning Vandet under Kogning (hvoraf Navnet). Gennemgaaende ringe Haardhed (c. 4) og Vægtfylde (c. 2). Forekommer udkrystalliserede og udskilte i straaleformige Masser i Hulrum i vulkanske Bjergarter. Smukke Eksemplarer faas fra Island og Færøerne.

Zeolitagtige Silikater i dyrket Jord, se Jordbundslæren.

10de Klasse: Organiske Forbindelser.

Kulbrinter.

Ozokerit eller Jordvoks: grønligbrun Masse, der lader sig ælte som Voks. V = 0,9. Sammensætningen C_nH_{2n} (Parafiner). Smelter ved 62—66° og antændes ved Ophedning. Findes som Gangart i Gangspalter i tertiær Sandsten i Galizien og som Indlag i forskellige Bjergarter i Petroleumsegnene.

Petroleum mørk oljeagtig Væske af ejendommelig Lugt. Vægtfylde ringere end Vand. I amerikansk Petroleum findes alle Leddene af Parafinrækken C_nH_{2n+2} fra C_2 at regne dels i flydende Tilstand, for de laveste Leds Vedkommende i luftformig (opløst) Tilstand. I russisk Petroleum findes desuden Led af de aromatiske Kulbrinters Række C_nH_{2n-6}. De største Centrer for Petroleumsindvinding er Pennsylvanien (U. S.) og i Canada samt i Egnen omkring Baku ved det kaspiske Hav. Desuden Galizien, Elsass.

Nærstaaende ved Ozokerit og Petroleum, men iltholdig er:

Asfalt, glinsende sort Masse. I Kulden udpræget muslet Brud. Vægtfylde lidt over 1. Indeholder i Reglen lidt Kvælstofforbindelser og

Askebestanddele foruden c. 12 % Ilt, 76—77 % Kulstof, 8—9 % Brint. Findes som store Masser i Lavninger ved det døde Hav, paa Trinidad, Val de Travers i Svejts, Californien o. fl. St. Har betydelig teknisk Anvendelse.

Rav, fossil Harpix. H = 2,5, V = 1,1. Klare eller mælkede gullige eller brunlige Farver. Sammensætningen nærmest $C_{10}H_{16}O$. De nordiske Arter giver Ravsyre som Sublimationsprodukt ved Ophedning i et lukket Glas. De nordiske Arter er Harpix af den tertiære Ravfyr *Pinus succinifera*. Bliver stærkt elektrisk ved Gnidning (Opdagelsen af Gnidningselektriciteten). Findesteder Østersøens Kyster særlig i Egnen omkring Danzig og Kønigsberg. Indsprængt i Brunkul i Grønland. I betydelig Mængde paa Sicilien, ogsaa i Spanien m. fl. St. Anvendelse til Smykker, Pibespidser, Røgelse og Fernis.

I Australien, New-Zealand og visse Egne af Afrika findes i Jordbunden halv fossile Harpixarter: Kaurigum, Copal m. fl., som benyttes til Fernis og til Ravforfalskning og har ret anselig Værdi.

Petrografi.

Blandt de Mineraler, der er omtalt i det foregaaende, er der mange, der har stor Betydning for Menneskets Virksomhed i forskellige Retninger. Det er dels de Metaller, der findes gediegne i Naturen: Guld, Platin og Sølv, dels Malmene, hvoraf der kan udvindes Metaller, navnlig Jernmalmene, ogsaa Kobberkis, Blyglans, Zinkblende og Tinsten, dels Stoffer, som paa anden Maade har teknisk Betydning, saasom Stensalt, Salpeter, Kalisaltene, Svovlkis og Apatit*). Den store Gruppe Mineraler, der senest blev omtalt: Silikaterne (hvortil ogsaa Kvarts slutter sig i denne Henseende), har derimod som selvstændige Mineraler ikke saa stor Betydning. Nogle bruges i Industrien, saasom Kvarts, Feldspat og Kaolin til Glas og Porcellæn, og nogle Silikater kan, naar de er smukt farvede og gennemsigtige, benyttes som Smykkesten, men det er dog hovedsagelig paa hel anden Maade, at Silikaterne faar Betydning. De danner, naar de forekommer i det store i sammenvoksede Masser, Bjergarter eller Stenarter, hvoraf Jordens faste Skal er opbygget.

I Tidens Løb er der ved mange forskellige Forskeres Undersøgelser fremkommen en stor Mængde kemiske Analyser af Luft, Havvand og den faste Jordskorpes Bestanddele. Man kan derved danne sig en temmelig nøjagtig Forestilling om den kvantitative Sammensætning af den af os kendte Del af Jorden. Jordens Indre er os ganske ubekendt, men man tør regne, at man ret sikkert kender saavel Vægten af Havvandet som dets Sammensætning, samt Atmosfærens Vægt og dens Sammensætning. Ligeledes kan man med ikke ringe Nøjagtighed beregne Vægten og den kvantitative Sammensætning af Jordskorpen omtrent til 16 Kilometers (10 engelske Mil) Dybde under Overfladen, dog kun ved at sammenlægge forskellige Lagserier, da man aldrig paa et enkelt Sted er naaet saa dybt ned. Tænker man sig altsaa en Skal af Jorden ind-

*) I Slutningen af dette Afsnit bliver der givet en Udsigt over Verdensproduktionen af Produkter fra Mineralriget.

befattende Luft, Hav og Jordskorpen til 16 Kilometers Dybde vil der heri være omtrent 6806 Millioner Kubikkilometer Jord og Sten (med en Vægtfylde 2,7), 1259 Millioner Kubikkilometer Havvand (af Vægtfylde 1,03), og skønt man ikke kender Atmosfærens Rumfang, ved vi, at dens Vægt maa svare til 5285000 Kubikkilometer Vand. Hele Skallen under et vil altsaa indeholde i Vægtprocent:

Luft ..... = 0,03 %
Havvand ..... = 6,58 %
Jord og Stenarter = 93,39 %.

Den højt ansete amerikanske Kemiker *F. W. Clarke* har anstillet meget omhyggelige Beregninger over den kvantitative kemiske Sammensætning af denne Jordskal, som danner Betingelsen for alt Liv her paa Jorden. Han udsondrede i 1891 ialt 880 Analyser, som kunde bruges af de mange tusinde der forelaa, og beregnede heraf den kvantitative Sammensætning af hele Massen. Senere i 1897 tog han Spørgsmaalet op paa ny og benyttede 680 Stk. nye Analyser til en lignende Beregning. Den norske Geolog og Kemiker *J. H. Vogt* har senere meget omhyggelig eftergaaet Clarke's Beregninger og er kommen til paa det nærmeste samme Tal. Efter disse Undersøgelser (og nogle nyere Revisioner) bestaar Luft, Hav og Jordskorpe til 16 Kilometers Dybde af følgende relative Mængder af de forskellige Grundstoffer:

Ilt	= 49,98 %	Barium	= 0,03 %
Silicium	= 25,30 -	Fluor	= 0,03 -
Aluminium ..	= 7,45 -	Kvælstof	= 0,02 -
Jern	= 4,26 -	Zirkon	= 0,01 -
Calcium	= 3,25 -	Krom	= 0,01 -
Magnium	= 2,35 -	Strontium ...	= 0,005 -
Natrium	= 2,30 -	Nikkel	= 0,005 -
Kalium	= 2,28 -	Litium	= 0,005 -
Brint	= 0,90 -	Tin	= 0,001 -
Titan	= 0,30 -	Brom	= 0,001 -
Kulstof	= 0,20 -	Kobolt	= 0,0005 -
Klor	= 0,175 -	Argon	= 0,0004 -
Fosfor	= 0,08 -	Jod	= 0,0001 -
Mangan	= 0,07 -	Rubidium ...	= 0,0001 -
Svovl	= 0,06 -		

De øvrige Grundstoffer forekommer i relativt saa smaa Mængder, at Procentindholdet ikke kan beregnes med Sikkerhed.

Clarke's Tal kan give Anledning til geologiske Betragtninger af

meget væsentlig Betydning. Foreløbig kan vi nøjes med at fremhæve, at det er øjensynligt, at det maa være Kiselsyre og kiselsure Salte indeholdende Aluminium og Jern, der maa have langt den største Udbredelse i den faste Jordskorpe. Undersøger man Forholdene i Naturen, vil man ogsaa finde, at det er Blandinger af Kvarts, Feldspat, Glimmer, Hornblende, Augit, der sammen med kulsur Kalk og de af nævnte Mineraler opstaaede Forvitringsprodukter Sand og Ler danner næsten alle Jord- og Stenlag. Af Tabellen ser vi yderligere, at Kullag og organiske Stoffer i det hele taget kun udgør en meget ringe Del af Lagene paa Jorden. Vi vil ogsaa kunne se, at Kvælstof, som udgør de $^4/_5$ af Luften, kun kan være tilstede i meget ringe Grad i Jordskorpens faste Lag.

De Mineraler og Mineralblandinger, som optræder i det store og sammensætter Jordskorpen, kan man efter deres større eller mindre Fasthed og Sammenhæng dele i Stenarter og Jordarter, mellem hvilke der dog ikke er noget skarpt Skel. Hertil kommer de flydende Stoffer, hovedsagelig Vand, og yderligere Luften, der bestaar af Kvælstof og Ilt blandet med lidt Argon, Vanddamp, meget lidt Kulsyre o. a. m.

Stenarterne omhandles i Stenartslæren eller Petrografien. Stenarterne bestaar af forskellige Mineralblandinger, og Maaden, hvorpaa Stenarterne er opstaaet, er ogsaa forskellig, saa at man kan inddele dem i forskellige Afdelinger. Man kan indenfor Petrografien gøre en lignende Klasseinddeling gældende som indenfor Mineralogien, men Grænserne mellem de forskellige Led er mere udflydende, netop fordi Stenarterne er mekaniske Blandinger af forskellige Mineraler i vekslende Forhold.

Stenarternes Inddeling.

I. Eruptive Stenarter. 78—65 % SiO_2.

Granitgruppen.

Granit.
Feldsitporfyr.
Liparit.

Syenitgruppen. 65—55 % SiO_2.

Syenit.
Syenitporfyr.
Trakyt.

Dioritgruppen. 60—50 % SiO_2.

Diorit.
Dioritporfyr.
Andesit.

Gabbrogruppen. 52—42 % SiO_2.

Gabbro.
Olivingabbro.
Olivinsten.
Diabas.
Diabasporfyr.
Basalt.
Dolerit.

II. Krystallinske Skifere (Metamorfiske Stenarter).

Gneisgruppen.
Egl. kryst. Skifere.

Glimmerskifer.
Krystal. Kvartsit.
Hornblendeskifer.
Kloritskifer.
Talkskifer.
Vægsten.
Marmor (visse Arter).

III. Neptuniske Stenarter.

Mekaniske Sedimentbjergarter.

Breccie, Konglomerat } Grus.
Sandsten — Sand.
Skifer — Ler, Dynd.

Kemiske Sedimentbjergarter.

Saltlag.
Gibs & Anhydritlag.
Kildekalk, Ærtesten, Rognsten.
Myremalm, Jernokker.

IV. Organogene Stenarter.

Kalkstengruppen.
Organogene Kiselaflejringer.
Organogene Fosfataflejringer.
Koprogene Jordarter.
Kulgruppen.
Kulturlag.

V. Æoliske Dannelser.

Flyvesand.
Løss.
Vulkansk Støv.

VI. Kosmiske Aflejringer.

Meteorsten.
Meteorstøv.

Efter denne Oversigt over de forskellige i Naturen forekommende Bjergarter vil vi gaa nærmere ind paa Beskrivelsen af de vigtigste Led indenfor de forskellige Grupper.

I. Eruptive Stenarter.

Disse Stenarter er opstaaede ved, at en smeltet Masse, en saakaldet *Magma* er brudt frem fra Jordens Indre. Ved de i geologisk set ældre Tid dannede erupt. Stenarter er det ikke altid mulig at iagttage den Spalte eller Aabning, hvorfra disse Stenarter er flydt ud i ildflydende Tilstand; disse Stenarter kaldes plutoniske. De i geologisk set nyere Tid frembrudte Stenarter kan derimod ofte ses at være fremkommet fra en Spalte eller Krateraabning; de kaldes derfor vulkanske, men Grænsen mellem disse Afdelinger er ikke skarp.

Stenarternes Beskaffenhed har rettet sig efter den relative Mængde af de forskellige kemiske Forbindelser, der forekom i Magma'en, altsaa efter dennes kvalitative og kvantitative kemiske Sammensætning, men desuden efter den større eller mindre Hastighed, hvorved Magma'en stivnede (Afkølingens Hurtighed), og endelig efter det større eller mindre Tryk (d. v. s. Dybden under Overfladen), den ildflydende Magma var udsat for under Afkølingen. Disse Forhold mener man har afsat deres Mærker i Stenarternes Struktur. Denne kan være:

Krystallinsk kornet. Stenarten udgøres af en jævn Sammenblanding af de forskellige Mineraler, hvoraf den er opstaaet, i større eller mindre Krystaller indvoksede i hinanden, saa at de danner en fast sammenhængende Sten. Man kan efter de enkelte Krystalkorns Størrelse skælne mellem grovkornede, middelkornede og finkornede Stenarter. Paa Grund af forskellige Omstændigheder mener man at kunne slutte, at i en smeltet Magma har de under højt Tryk tilstedeværende Vanddampe en ikke ringe Indflydelse paa, at Massen under det høje Tryk og den langsomme Afkøling bliver storkrystallinsk som Granit. Saadanne Temperatur- og Trykforhold findes i den underste Del af en

smeltet Stenmasse, i Dybet, og Stenarter af denne Beskaffenhed kaldes derfor *Dybdebjergarter.*

Mikrokrystallinsk kaldes en Struktur, hvori de enkelte Krystaller er saa smaa, at de kun kan iagttages, naar Stenarten slibes til tynde gennemsigtige Plader og iagttages under Mikroskopet. En saadan tæt Stenart antages at være blevet hurtigere afkølet under ringere Tryk og maa derfor være stivnet nærmere ved Overfladen. Den kaldes derfor Overfladebjergart eller Yderbjergart. I saadanne Sten ses ofte Mærker i det indre af, at de har bevæget sig i sejgflydende Tilstand, de er stribede eller har Fluidalstruktur. Naar selve Overfladen af den stivnede Masse bærer Præg af at have bevæget sig i sejgflydende Tilstand, siges Stenarten at have Lavastruktur, men dette er dog nærmest kun et Overfladefænomen (slakkeagtig Overflade). Ikke sjældent findes der i de tætte Bjergarter større for Øjet synlige veluddannede Krystaller af Mineraler, der er stivnede og udkrystalliserede før den øvrige Masse. Stenarter af denne Beskaffenhed siges at have porfyritisk Struktur. Krystallerne kaldes Strøkorn. Hvis der under Massens Stivning udvikles Damp- eller Luftblærer, som blærer Massen op og gør den „pibet" som gæret Brød, siges den at have Mandelstenstruktur. Damp- og Luftudviklingen i Massen kan gaa saa vidt, at den smeltede Magma paa Overfladen helt forvandles til Skum, der stivner og fører Navnet Pimpsten. Endelig kan Massen med eksplosionsagtig Voldsomhed sprænges fuldstændig til Støv, den saakaldte vulkanske Aske. Sammendyngede Masser af vulkansk Aske kan senere blive helt eller delvis sammenkittet til en løs og porøs Stenart, som kaldes Tuf. Ogsaa andre end vulkanske Stenarter af lignende porøs Beskaffenked siges undertiden at have tufagtig Struktur (Kalktuf). Glasagtig Struktur faar smeltede Masser, naar de stivner meget hurtig, uden at der er Lejlighed til at de enkelte Mineraler kan udkrystallisere. Som Type herpaa er det vulkanske Glas Obsidian.

En Magma af samme Sammensætning kan altsaa danne helt forskellige Stenarter under forskellige Omstændigheder. Af de plutoniske Bjergarter kendes baade Overfladebjergarter og Dybdebjergarter, da de Omvæltninger, der i Tidens Løb er foregaaet, hyppigt har bragt ogsaa Dybdebjergarterne frem for Dagens Lys. Af de vulkanske Bjergarter kender man derimod som Regel kun Exemplarer af Typen Overfladebjergart, da man ikke kan komme til at iagttage og undersøge Stenarterne dybere nede, paa Grund af Jordvarmen.

De vigtigste Mineraler i de eruptive Stenarter er:

1) De lystfarvede Silikater, d. v. s. Feldspater og lys Glimmer. Det er altsaa Silikater af Aluminium, Kalium, Natrium og Calcium.

2) De mørktfarvede Silikater, d. v. s. Hornblende, Augit, Magnesiaglimmer, Olivin m. fl. Det er altsaa Silikater af Aluminium, Jern (Ferro og Ferri), Calcium og Magnium.

Hertil slutter sig hos Granitgruppens Stenarter Kvarts, medens de andre Grupper er væsentlig kvartsfri, desuden findes mere tilfældige — saakaldte *accessoriske* — Bestanddele, saasom Magnetjernsten, Jernglimmer, Titanjernsten, Grafit m. fl. De optræder dog i visse Stenarter i saa stor Mængde, at de giver Stenarterne et Særpræg, saa at de ogsaa faar særegne Betegnelser. Ikke sjældent findes Apatit, Rutil, Zirkon og Tinsten (sjældnere) i mikroskopisk smaa Krystaller indsprængte i de eruptive Stenarter. Undertiden fremtræder ogsaa disse Mineraler tydelig for Øjet, f. Eks. i Zirkonsyenit.

Efter den mineralogisk-kemiske Sammensætning kan de eruptive Stenarter deles i flere Grupper, hvoraf følgende er de vigtigste:

Granitgruppen.

Indeholder 78 %—65 % Kiselsyre og kaldes derfor sure Stenarter. De indeholder altid Kvarts og Kalifeldspat og i Reglen Glimmer. Gruppen indbefatter baade Dybdebjergarter, Porfyrer og Overfladebjergarter. Følgende kan fremhæves:

A. Graniterne kornet-kryst. St. i Reglen af rødlig eller graalig Farve. Nogle Graniter er dog smukt mørkerøde og benyttes i slebet Tilstand i finere Dekorationsøjemed. V = 2,6—2,7. Bestaar af Kvarts, Kalifeldspat med mere eller mindre indblandede Mængder af Natron- og Kalkfeldspat samt Glimmer. Er udprægede Dybdeb. med kornet-kryst. Strukt. Kornstørrelsen kan være meget forskellig. Baade grovkornet, mellemkornet og finkornet Gr. benyttes til Bygningsbrug. Den finkornede er i Reglen mere vejrbestandig end den grovk.; men Holdbarheden og Modstandsevnen mod Tryk er meget forskellig hos de forsk. Granitarter. Gr. optræder baade i store Masser — Massiver — og som Ganggranit paa Gange væsentlig i ældre Stenarter (Gneis, kryst. Skifere). Stenarterne i Massiverne har i Reglen visse udprægede Kløvningsretninger, som er Sammentrækningsfænomener og ikke har noget at gøre med de enkelte Mineralers Gennemgange. Det er vigtigt for Stenhuggere og Arkitekter for Brydningens, Tilhugningens og Anbringelsens Skyld at kende Kløvningsplanernes Retning i den Sten, de anvender. Ofte er Gr. kvaderformigt forkløftet med 3 paa hinanden omtrent vinkelrette Kløvningsplaner. Altfor vidtgaaende Forkløftning er skadelig for Gr.'s Anvendelse, da den forhindrer Brydningen af større Stykker. I Granitmassiver er Massen ofte tilsyneladende noget lagdelt, saa at Glimmerbladene i den er ordnede i omtrent parallele noget bølgeformige Lag.

Adskillig af Graniten paa Bornholm er af denne Beskaffenhed og kaldes stribet Granit.

Muskovitgranit er lystfarvet og indeholder Kaliglimmer.

Biotitgranit er mørktfarvet og indeholder Magnesiagl.

Hornblendegranit er ligeledes mørk med megen Hornblende i Stedet for Glimmer. Den mørke („sorte") bornholmske Granit fra Knudsker hører herhen.

Pegmatit er en storkornet typisk Ganggranit, i Reglen med kun

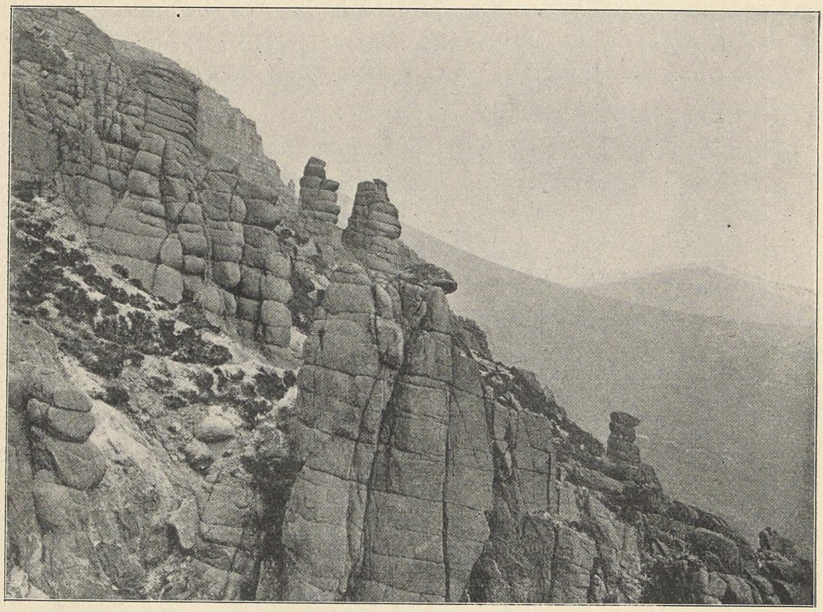


Fig. 53. Forkløftet Granit. Skotland (efter Fot.).

lidt Glimmer. Feldspaten og Kvartsen forekommer i saa store og adskilte Krystaller, at man ved Brydning kan adskille Mineralerne. Man har derfor flere Steder (sydlige Norge) anlagt Kvarts- og Feldspatbrud paa Pegmatitgange. Indblandet i Pegmatit findes ofte som accessoriske Bestanddele Apatit, Zirkon, Topas, Beryl, Turmalin o. fl. Mineraler, undertiden i saa store Mængder, at de faar økonomisk Betydning.

Skriftgranit bestaar hovedsagelig af Feldspat og Kvarts, hvilket sidste Mineral er til Stede i Krystalskeletter, der er ordnet i bestemt Retning i den feldspatholdige Grundmasse. Ved nogle Arter ser det derfor ud, som om Stenarten var bedækket med hebraiske Skrifttegn.

Graniter forekommer i alle Verdensdele.

B. Feldsitporfyrerne er Overfladebjergarter med porfyritisk Struktur. Grundmassen er en mikrokrystallinsk Blanding af Feldspat-Kvarts. Den viser hyppig Fluidalstruktur under Mikroskopet.

I Kvartsporfyrerne er Strøkornene Kvarts, hyppigt i noget afrundede Former. En typisk „Ledeblok“ i danske Morænedannelser er den finske Rødøkvartsporfyr med rød Grundmasse og c. 2 mm store afrundede blaalige Kvartskorn.

I Feldspatporfyrerne er Strøkornene Feldspat i Reglen Orthoklas. Flere af de bekendte P. fra Elfdalen er af denne Art.

Porfyrer har fra Oldtiden været højt skattede og benyttede til slebne Stensager: Vaser, Bordplader, Søjler m. m. paa Grund af deres smukke Udseende. De er nogle af de haardeste Stenarter at behandle paa Grund af Kvartsindholdet.

C. Liparit (Rhyolit) bestaar af de samme Mineraler i samme indbyrdes Forhold som Granit, men er Overfladebjergarter af vulkansk Oprindelse. I den finkrystallinske Grundmasse kan der være udskilt smaa Feldspat- og Kvartskrystaller. Farven er i Reglen lys.

Liparitobsidian har glasagtig Struktur, muslet Brud, sort Farve. I den glasagtige Grundmasse findes mikroskopiske Krystaller, Luft- og Vædskeindeslutninger i rigelig Mængde.

Liparitpimpsten er skumformig opblæret Obsidian. Paa Grund af Blærerummene er Stenens Vægtfylde mindre end Vand og kan føres lange Veje rundt med Havstrømmene.

De forskellige Liparitarter findes almindelig paa Island, i Italien (Lipari), Nordamerika, New Zealand m. fl. St.

Syenitgruppen.

Indeholder 65 %—55 % Kiselsyre. De bestaar væsentlig af Kalifeldspat og Hornblende, hvorimellem der dog kan være indblandet noget Natronfeldspat og Augit. Kvarts findes ikke, eller i alt Fald kun som accessorisk Bestanddel.

Syenit er en Dybdebjergart af kornet krystallinsk Beskaffenhed. Farven er vekslende ligesom Graniternes. Allerede Plinius omtaler denne Stenart, som blev brudt ved Syene (Assuan) paa Grænsen mellem Nubien og Ægypten. S. anvendes ligesom Graniten men er meget lettere at behandle med Stenhuggerværktøj paa Grund af Kvartsmangelen. Varieteter af Syenit er:

Hornblendesyenit. Forekommer hyppigt sammen med Granit i store fladeformige og kuppelformige Masser. Optræder ogsaa gangformig.

Sokkelstenene til flere af Busterne paa Frue Plads i København er huggede af en rødbrun S. „Nordmarkit“ (med enkelte Kvartskorn), der brydes i „Nordmarken“ N. f. Kristiania.

Augitsyenit eller Laurvikit med Augit og stærkt labradoriserende Kalifeldspat forekommer ved Laurvik i Kristianiafjorden og benyttes meget til Bygningsbrug og Gravmonumenter i poleret Tilstand.

Findes anvendt mange Steder i Udlandet. I København paa Hjørnet af Østergade og Kongens Nytorv som polerede Plader. Som svære Søjler paa Hjørnet af Frederiksberggade og Gl. Torv m. fl. St.

Zirkonsyenit er ogsaa væsentlig en Augitsyenit med centimeterlange brune Zirkonkrystaller som en ret jævnlig forekommende accessorisk Indblanding. Findes ved Frederiksværn i Kristianiafjorden og som „Ledeblok" i den ældre Istids Moræner i Danmark.

Biotitsyenit indeholder Magnesiaglimmer (sort Gl.) og lys Orthoklas.

Rhombeporfyr er en Syenitporfyr (Overfladebjergart) med en i frisk Tilstand mørkfarvet tæt Grundmasse (mikrokrystallinsk Augit + Feldspat), i hvilken der er udkrystalliseret centimeterstore Orthoklaskrystaller. Forekommer faststaaende omkring Kristianiafjorden. Er en af de vigtigste „Ledeblokke" i den ældre Istids Moræner i Danmark.



Fig. 54. Rhombeporfyr. ($^1/_{10}$ naturlig Størr.).

Flere af Dalarnes Porfyrer, der er udbredte over et Omraade af over 5000 Kvadratkilometer mellem Vermland og Herjedalen i Sverig, hører til Syenitporfyrernes Gruppe, medens andre, som tidligere omtalt, er Feldsitporfyrer. Overfladebjergarter af vulkansk Oprindelse af samme mineralogiske og kemiske Sammensætning som Syeniterne er:

Trakyter. De har tæt Grundmasse, der ofte er opblæret. Sortegraa, graa eller brunlig Farve. Feldspaten er oftest Sanidin. Paa Grund af Blærehullerne har Trakyt ofte en ejendommelig ru Beskaffenhed paa Brudfladerne, hvad der har givet Anledning til Navnet*) „Rhinske Møllesten", der benyttedes meget i danske Møller, før man kendte til „Kunststen", bestaar af Trakyt, de stammer fra tertiære Lavalag i Egnen ved Koblenz og Andernach (Tyskland).

Der forekommer ogsaa trakytisk Lava, Obsidian og Pimpsten mange Steder i vulkanske Egne, f. Ex. i Italien ved Toscana, paa Ischia o. fl. St.

Dioritgruppen.

Indeholder 60 %—50 % Kiselsyre. De bestaar af Plagioklaser og Hornblende, desuden ikke sjælden Augit og undertiden lidt Kvarts og Glimmer. Navnet tyder hen paa, at de enkelte Mineraler i Reglen er til Stede i saa store Krystaller, at man kan skælne dem fra hinanden**) og i alt Fald med svag Forstørrelse se Plagioklasens Tvillingstribning paa den ene Spalteflade. D. er i Reglen Gangbjergarter.

Tæt Diorit har mørk Farve og mikrokrystallinsk Grundmasse.

*) Trakyt af det græske *trachys* = ujævn.

**) Diorit af det græske = at se tydelig.

Kaldes i Praksis „sort Granit“, da den i slebet Tilstand er kulsort. Den benyttes meget til Bygningsbrug og særlig til Gravmonumenter. Brydes mange Steder i Sverig særlig omkring Søen Imelen i Nærheden af Kristiansstad; ogsaa i Finland. Ses paa alle Kirkegaarde i Danmark.

Dioritporfyr eller Porfyrit har grønlig Grundmasse med Feldspat-Grønkorn. Nogle af Dalarnes Porfyrer hører herhen. Flere Steder i Tyrol brydes smukke Porfyriter, der anvendes i Dekorationsøjemed.

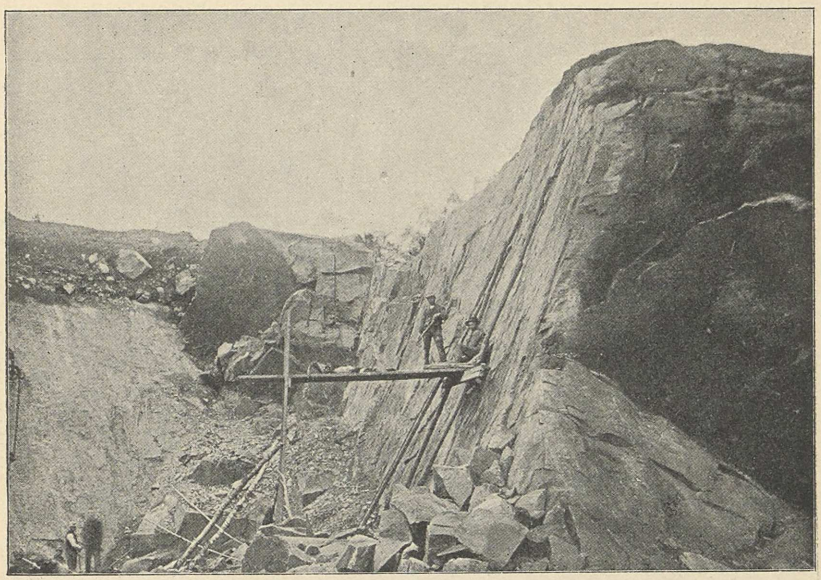


Fig. 55. Dioritbrud i Småland (efter Fot. af Forf.).

Til Dioriterne svarer blandt vulkanske Stenarter:

Andesit. Den berømte Geolog *Leopold v. Buch* betegnede under dette Navn de uhyre udstrakte vulkanske Masser, som udgøre en Del af Andesbjergene. Farven er i Reglen brungraa. Mange andre Lavaer hører til Andesiterne. Sydamerika, Mexiko, Azorerne, Java o. fl. St.

Gabbro- og Diabasgruppen.

Indeholder 52 %—42 % Kiselsyre. Bestaar i Reglen af Plagioklaser og Augit. I Hovedsagen er det Gangbjergarter.

Gabbro*) er en udpræget Dybdebjergart af mørk Farve. Den bestaar af Anortit (eller Labrador) og Augit, særlig af en ejendommelig gulgrøn bladet Form, der kaldes Diallag. Olivin forekommer jævnlig indsprængt i Bjergarten. Gabbro danner Gange og Indlag i ældre Stenarter (Gneis og Granitmassiver). Til Gabbrogange er ofte knyttet Malm-

*) Navnet er et italiensk Dialektnavn for en Stenart i Nærheden af Florents.

forekomster. I Norge er mægtige Gabbromasser blevet lagt blot ved Erosionen og danner nu nogle af de norske Fjeldpartiers højeste Toppe, saaledes i Jotunfjeldene og i Sulitjelmapartiet (Nordland). Gabbro med megen Olivin kaldes Olivingabbro. Nærstaaende herved er Olivinsten, som næsten udelukkende bestaar af Olivin.

Diabaserne staar i Sammensætning nær Gabbro. De har samme Kiselsyreindhold og er sammensat af Plagioklaser og Augit. Hertil kommer hyppig Olivin, Magnetjernsten, Apatit o. fl. Mineralier. D. er i

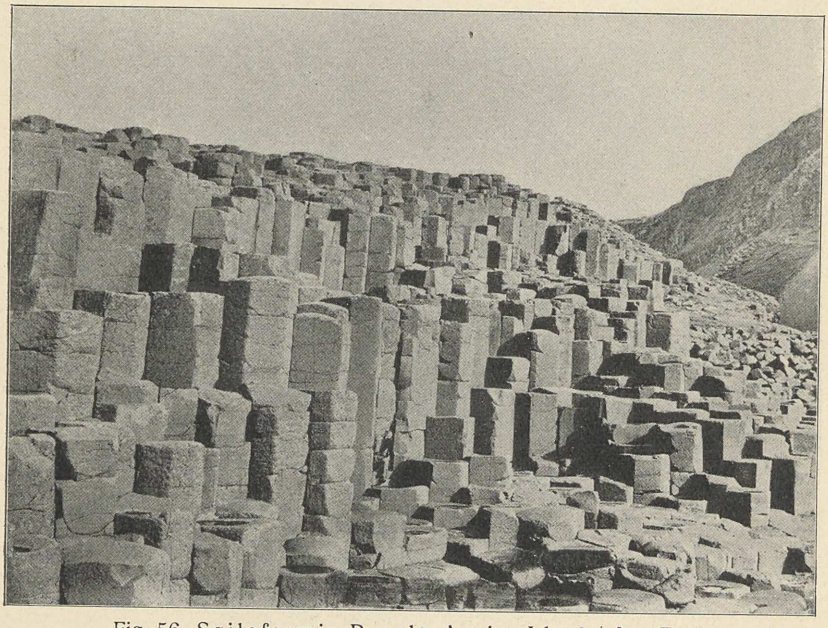


Fig. 56. Søjleformig Basalt. Antrim, Irland (efter Fot.).

Reglen temmelig finkornede, mange er „tætte". Farven er mørk, men bliver ved Forvitring grønlig, hvorfor de i ældre Tid ofte kaldtes Grønstene. Diabasporfyrer har grønlig Grundmasse, gennemsat med større listeformige Feldspatkrystaller. Diabaser og Diabasporfyrer optræder som Gangbjergarter, men D. danner ogsaa udstrakte Dækker over andre Stenarter, idet de er flydt ud af en Sprække i Jorden i ildflydende Tilstand og har lejret sig ovenpaa de underliggende Stenarter. Saadanne „Trap"dannelser kendes fra Sverig ved Kinnekulla (Kinnediabas, sædvanlig i danske Istidsaflejringer), Hunneberg og Halleberg m. fl. St.

Yngre vulkanske Bjergarter (tertiære og senere) af Diabasfamilien, i Reglen med megen Magnetjern og Olivin er:

Basalt. Har finkornet Struktur og mørk Farve, der ved Forvitring bliver rustrød. Optræder som Dækker, Strømme og gangformige Masser.

Er ikke sjældent søjleformigt afsondret. Forekommer i Skotland, paa Færøerne og paa Island. I Grønland findes gediegent Jern i større og mindre Klumper i Basalten paa Diskoøen. Basalt fra et Udbrud i Tertiærtiden findes ogsaa i Skaane. Den fører Olivin i flere Centimeter store afrundede Krystaller og er vigtig som „Ledeblok" i danske Glacialaflejringer fra den yngre Istid.

Mere grovkornede Arter kaldes:

Dolerit. Den optræder i Reglen gangformig, som Fig. 57 viser.



Fig. 57. Doleritgang gennemsættende Kulformationens Sandsten. Ballycastle, Irland (efter Fot.).

I Doleritmandelsten er Hullerne tidt udfyldte med Zeoliter, undertiden med Agat eller Opal.

Paa Færøerne findes gediegent Kobber i Hulrum i Doleritmandelsten.

Basaltiske Lavaer, Obsidianer og Pimpstene forekommer ogsaa ret almindelig ved Vulkaner. Hertil hører fx. nogle af Ætnas Udbrudsprodukter og Lavaerne ved de mægtige Vulkaner i det stille Ocean.

II. Krystallinske Skifere.

Ved Varme og Tryk i Forbindelse med Indvirkning af kemiske Kræfter kan Stenarterne omdannes — undergaa en Metamorfose —, saa at de bliver krystallinske. Af de i Stenarterne værende Stoffer kan der opstaa helt nye Mineraler, saa at deres Udseende og Beskaffenhed

helt forandres. En Kalksten, der fx. bestaar af Lag af sammenkittede Muslingeskaller, kan, naar den overdækkes af en Lavamasse, eller naar en saadan smeltet Masse kommer i Nærheden af den, saa at den bliver ophedet, blive omdannet til Marmor, der er kornet-krystallinsk, men Lagdelingen bevares dog i Reglen mere eller mindre tydelig. Et Kullag kan paa lignende Maade omdannes til et Grafitlag med bladet krystallinsk Struktur. En Lerskifer kan paa samme Maade blive metamorfoseret og blive forvandlet til en mikrokrystallinsk Masse, hvori der ved kemisk Indvirkning kan udskilles Krystaller af forskellige Mineraler, saa at Skiferen faar porfyritisk Struktur. Saadanne Omdannelser er meget almindelige i Naturen, og der gives næppe en eneste ældre Bjergart, som ikke i Tidens Løb har gennemgaaet en eller anden Omdannelse.

Visse meget gamle Stenarter, der har en overordentlig stor Udbredelse i Naturen og viser sig overalt at danne Underlaget for alle andre Dannelser, har i særlig fremtrædende Grad været underkastede saadanne Omdannelser, saa at de helt igennem bestaar af krystallinske Bestanddele, men er dog endnu mere eller mindre tydelig lagdelte. De udsondres derfor i en særlig Klasse: de krystallinske Skifere eller de metamorfiske Stenarter. Disse Stenarter: Gneis, Hornblendeskifer, Glimmerskifer m. fl., bestaa af de samme Mineraler (Kvarts, lyse og mørke Silikater), som de eruptive Stenarter er opbyggede af, men er tillige lagdelte. Oprindelsen til de metamorfiske Stenarter er uvis. Paa Grund af deres beviselig store Ælde antager nogle Geologer, at disse Stenarter har dannet den glødende Jordklodes først stivnede Skorpe. De har som Isflager paa et halvt tilfrosset Hav, drevet rundt i stivnet, men endnu bøjelig Tilstand paa de ildflydende Massers Overflade og er derved blevet foldede og sammenbøjede paa mangfoldig Vis. Gennem Sprækker og Revner i de sammenskudte Masser er der trængt nye Mængder af den smeltede Magma frem, hvorved de mangfoldige Gange og Indlag af plutoniske Stenarter i de metamorfiske Stenarter skulde være fremkomne. For visse af de metamorfiske Stenarter er denne Antagelse om deres Oprindelse maaske rigtig nok, men andre Geologers Antagelser om, at andre Partier er opstaaede ved virkelig Metamorfose af lagdelte i Vand afsatte Stenarter er sikkert nok ogsaa i mange Tilfælde rigtige. I hvert Fald er man berettiget til paa Grund af Strukturen og Beskaffenheden at udskille de krystallinske Skifere i en særegen Klasse, der igen kan deles i flere Grupper efter de enkelte Mineralers Beskaffenhed, hvoraf de er byggede. De vigtigste Grupper er følgende:

Gneisgruppen.

Bestaar af samme Mineralarter som Granitgruppens Stenarter altsaa fortrinsvis Feldspat, Kvarts og Glimmer. Gneis har en tydelig Lagdeling — Parallelstruktur — som viser sig ved, at Glimmerbladene er parallelt ordnede, dels ogsaa ved at større og mindre Lag af forskellig Beskaffenhed veksler med hinanden. Glimmerrige Lag kan veksle med mere kvartsrige Lag, eller med mere hornblenderige Lag, saa at Stenarten er tydelig stribet, naar den ses paa tværs af Lagdelingen. I mange Gneiser optræder ogsaa visse andre Mineraler i større Mængder, hvorved der frembringes særegne Varieteter.

Almindelig Gneis har graa eller graarød Farve og indeholder 75 %—65 % SiO_2. Den bestaar af Feldspat (Orthoklas og Oligoklas) tæt sammenvokset med Kvarts til uregelmæssige runde eller linseformige Partier adskilte ved bølgeformige Glimmerlag. Stenarten spaltes i Reglen let efter disse Lag, vanskeligere paa tværs. Er udbredt i umaadelig udstrakte Lag i Skandinavien, Finland, Canada o. m. fl. St.

Øjegneis er G. med centimeterstore (og større) Orthoklaskrystaller omgivet af en Glimmerskorpe. Det hele danner runde Klumper, adskilte ved Kvarts-Glimmerlag. I Tværsnit faar Gneisen derved et ejendommelig plettet Udseende.

Hornblendegneis med overvejende Hornblende i Stedet for Glimmer har mørkere Farve end alm. G.

Jerngneis med Jernglimmer og Magnetjernsten paa Glimmerens Plads.

Grafitgneis med bladet Grafit i Stedet for Glimmer.

Granatgneis med mange lagformig udbredte Granatkorn.

Helleflint er en lagdelt Stenart, der staar G. nær, men har mikrokrystallinsk Struktur. Grundmassen er feldsitisk og veksler i Farver efter Beskaffenheden. Paa Grund af den finkornede Beskaffenhed og den faste Sammenhæng har H. tidt splintret eller endog muslet Brud. Findes sammen med Gneis i Skandinavien o. a. St. I Grundmassen er undertiden udskilt større Feldspatkrystaller, hvorved opstaar porfyritisk Helleflint.

Glimmerskifer.

Bestaar hovedsagelig af Kvarts og Glimmer. Glimmerbladene er i Reglen meget udpræget parallelt anordnede, hvorved Bjergarten faar udtalt Skifrighed, saa at den let lader sig kløve i Plader.

Glimmerskifer har lys Farve, da den i Reglen indeholder Muskovit. Stenarten er meget ildfast og benyttes ofte i Højovnene til „Stelsten". Den indeholder ofte Granat i Krystaller med vel udviklede Flader. Har stor Udbredelse i Skandinavien. Tager Kvartsen fuldstændig

Overhaand, opstaar Kvartsitskifer med krystallinsk Kvarts adskilt af smaa Glimmerlag. Kvartsit kan dog ogsaa være opstaaet af Sandkorn sammenkittede med Kiselsyre (Kvarts) som Bindemiddel.

Hornblendeskifer.

Bestaar næsten udelukkende af Hornblende udbredt i lagformig ordnede stænglede Krystaller. Stenarten er derfor meget mørktfarvet. Desuden kan der findes noget Feldspat og Kvarts og ikke sjældent Granat. Nærstaaende er:

Kloritskifer. Bestaar overvejende af Klorit og er derfor af grøn Farve. Yderligere kan findes Kvarts og ikke sjældent Hornblendevarieteten den grøngraa Straalsten.

Talkskifer med megen Talk og i Regelen tydelig Lagdeling.

Vægsten omtalt Side 63. I nedenstaaende Fig. 58 er gengivet et Parti af Trondhjems Domkirke, udskaaret i Vægsten (Klæbersten). De afglattede Partier har en særdeles fin lys graalig Farve.

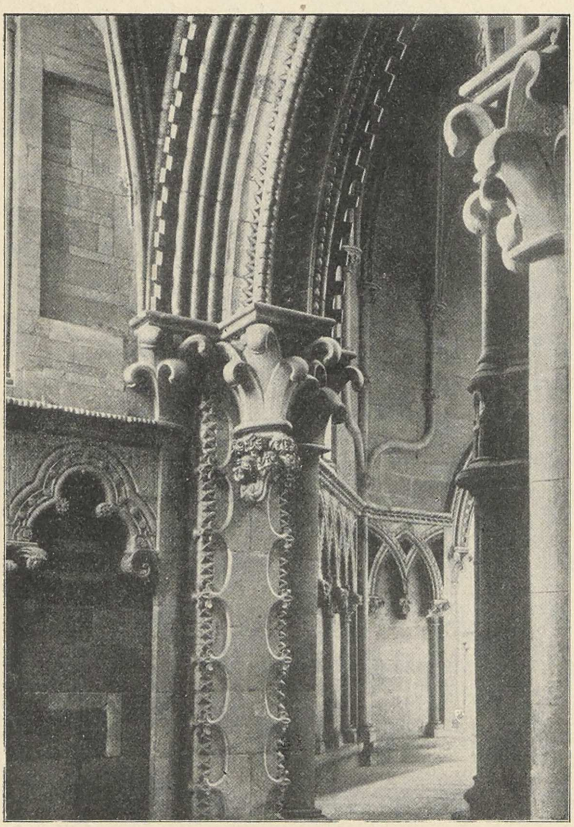


Fig. 58. Parti af Trondhjems Domkirke. Alt er udskaaret i Vægsten (efter Fot.).

Marmor. Medens adskillig Marmor øjensynlig er fremkommet ved Metamorfose af Kalkstenlag af organisk Oprindelse, findes der ogsaa udstrakte Marmorlag (fx. mange Steder i det nordlige Norge) i Vekselleiring med Kvartsitskifer og andre Lag af krystal. Skifer, og de er derfor opstaaet paa anden Maade. Farven kan være meget forskellig snehvid, gullig, broget, spættet osv. Man kan skælne mellem Kalkspat-

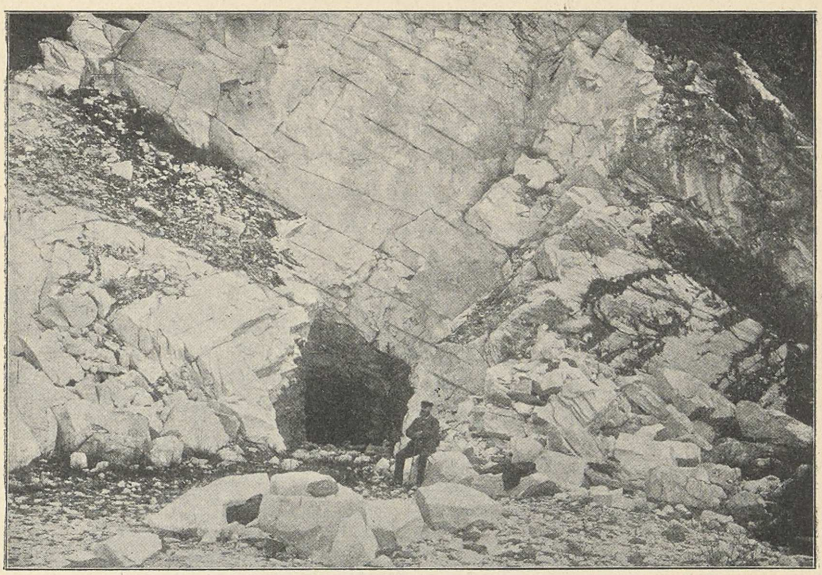


Fig. 59. Lagdelt Dolomitmarmor. Heklestrand, Norge (efter Fot. af Direktør E. Glückstadt).

marmor bestaaende fortrinsvis af Kalkspat (bruser med kold fort. Saltsyre) og Dolomitmarmor bestaaende af Dolomit (angribes ikke af kold fort. Saltsyre). Begge Arter anvendes til Bygningsbrug.

III. Neptuniske Stenarter.

De er dannede paa forskellig Maade i Vand. Rent ad mekanisk Vej er Brudstykker af Mineraler og Stenarter blevet løsrevet fra deres oprindelige Lejested og aflejrede i Vand. Det ene Lag lejrer sig ovenpaa det andet, og derved opstaar en sedimentær Masse (lagdelt M.). I denne kan der foregaa kemiske Omdannelser, som sammenkitter Massen, saa at den fra at være sedimentær jordagtig gaar over til at blive en virkelig Sedimentbjergart. Den er lagdelt eller skifret*). De Smaadele, der aflejres, kan være af meget forskellig Størrelse og Beskaffenhed, og de af dem opstaaede Jord- og Stenarter faar derfor forskellige Navne

Ad kemisk Vej kan der af Vand udkrystallisere eller udskille sig Krystaller eller amorfe Bundfald af forskellige Stoffer. De enkelte Smaadele lejres ogsaa lagformig, efterhaanden som de udskilles, og kan

*) Tilsyneladende Skifrethed kan ogsaa fremkomme ved Tryk og har altsaa intet med Aflejringsforholdene at gøre. Kaldes „falsk Skifring".

senere hærdes eller sammenkittes, hvorved der opstaar en kemisk dannet Sedimentbjergart.

Endelig kan der ved Organismernes Indvirkning opstaa Jordarter paa forskellig Maade. Muslingeskaller kan aflejres paa lignende Maade som Grus og danne mekaniske Sedimentbjergarter, Foraminiferer og andre kalkafsondrende Dyr kan udskille kulsur Kalk i organiseret Form og danne lignende Lag, som opstaar ved ren kemisk Udfældning af



Fig. 60. Lagdelt Sandsten. Muckros Head, Irland (efter Fot.).

kulsur Kalk osv. Men da Organismernes stenartdannende Virksomhed er meget varierende og ogsaa foregaar paa Landjorden, gør man bedst i at udskille de organogene Jord- og Stenarter eller Bioliterne i en selvstændig Klasse. De egentlige neptuniske Bjergarter kommer derved til kun at omfatte dels mekanisk aflejrede, dels kemisk udskilte Jord- og Stenarter. De vigtigste af disse er følgende:

Mekaniske Sedimenter

bestaar af grovere forskelligartede Brudstykker af Mineraler eller Stenarter, som først danner en løs Sammenhobning af Grus, Sand eller endnu finere Partikler Ler eller Slam. Ved Sammenkitning kan disse løse Masser bindes mer eller mindre fast sammen til virkelige Stenarter, der efter Bestanddelenes Størrelse og Form og efter Bindemidlets Beskaffenhed bærer forskellige Navne:

Breccie er en Stenart, der bestaar af sammenkittede større skarpkantede Brudstykker. En B. bestaaende af skarpkantede Limstensstykker, sammenkittet med gullig Kalkspat (Travertin) findes i et metertykt Lag mange Steder ovenpaa Limstenen i Stevns Klint*).

Konglomerat bestaar af afrundede Brudstykker sammenkittede med et Bindemiddel, der i Reglen enten er Kiselsyre, kulsur Kalk eller Jernilte. Findes i alle Formationer. Arkose er frembragt ved, at Granit er blevet sønderspræng t og de enkelte finere og grovere Brudstykker atter sammenkittede med Kiselsyre. Findes paa Bornholm ovenpaa Graniten, som de underste Lag af den kambriske Formation paa denne Ø. Udbredt i Schweitz findes K. „Nagelfluh" bestaaende af rullede Brudstykker af ældre krystallinske Stenarter, sammenkittede med et kiselsyreholdigt Bindemiddel. Regnes til Tertiærformationen. Palagoniten paa Island regnedes tidligere til de eruptive Stenarter, men Dr. *Pjetturson* har for nylig vist, at det er en sammenkittet Moræne, bestaaende af eruptive Masser i sin Tid sønderdelte og sammenæltede af Isen. Palagonit maa herefter henregnes til Konglomeraterne. Limonitsandsten forekommer i Brunkulformationens Lag og er et K. bestaaende af rullede Sten (i de mere finkornede Arter af Sand) sammenkittet med Jerntveiltehydrat. Stenahl er en ganske ung Dannelse af konglomeratagtig Beskaffenhed. Se Hededannelsen.

Sandsten bestaar af ensartet afrundede Mineral- eller Stenartkorn, der er lagformigt aflejrede, saaledes at Kornene i samme Lag i Reglen er af samme Størrelse. Findes i alle Formationer fra den ældste Tid til Nutiden. Har udstrakt Anvendelse til Bygningssten, Møllesten, Slibesten m. m. De vigtigste Arter er:

Kvartssandsten, kvartsitisk Sandsten, Kiselsandsten, hvilket er Kvartskorn sammenkittede af Kiselsyre.

Sparagmitsandsten bestaar af en Blanding af Kvarts og Feldspatkorn i Reglen sammenkittede med et noget jernholdigt, kiselsyrerigt Bindemiddel. Er meget udbredt i Norges ældste kambriske Lag.

Kalksandsten og Dolomitsandsten er Kvartskorn sammenkittede med henholdsvis Kalkspat og Dolomit.

Grønsandsten eller Glaukonitsandsten er Kvartskorn sammenkittede med Kalkspat og et grønt kiselsyre- og jernholdigt Mineral Glaukonit.

Graavakke eller Grønskifer bestaar af skarpkantede eller afrundede Kvartskorn, Feldspat i mer eller mindre kaoliniseret Tilstand,

*) Breccier kan ogsaa dannes ved, at en eruptiv Masse, der bryder op gennem en Spalte i en Klippe, river Brudstykker af Sidestenen med sig, som derved indsmeltes i Eruptiven. Saadanne B. kaldes plutoniske Breccier.

desuden rigeligt af Glimmer og Klorit sammenbundet af kulsur Kalk eller hærdnet Ler. Stenarten har en ejendommelig graagrøn Farve og er i Reglen groft skifret. Danner en Overgang mellem Sandsten- og Skifergruppen og har en ikke ringe Udbredelse i den kambriske Formation i Skandinavien og i Tyskland og findes ogsaa paa Bornholm.

Skifergruppen. De enkelte Brudstykker af Mineraler eller Stenarter er af saa ringe en Størrelse og saa regelmæssig lagdelt aflejrede, at Stenarten, der opstaar ved Sammenkitningen, faar en tæt skifret Struktur. Det er hyppigst Lerbestanddele bundne sammen med kulsur Kalk. I Stenarten kan ved senere kemisk Indvirkning være udkrystalliseret forskellige Mineraler ofte i gode Krystaller, saasom Svovlkis, Magnetjernsten, Kalkspat, Gibs m. fl. Herved faar Skiferen en porfyritisk Beskaffenhed.

Tagskifer er en Lerskifer, der har regelmæssig Lagdeling og let lader sig kløve i tynde Plader. Den maa være stærk overfor Tryk (klingende ved Slag) og uigennemtrængelig for Vand, saa at den kan modstaa Frostens Indvirkning. Den maa ikke indeholde indsprængte Mineraler, der kan forvitre og sprænge den (fx. Svovlkis). Foruden til Tagbeklædning har en saadan Skifer, naar den kan faas i store Plader, megen Anvendelse fx. til Bordplader, Billardplader, Trappesten, Bryggerkar m. m.

Tavleskifer er en meget finkornet Lerskifer med ensartet Beskaffenhed og mørkegraa Farve.

Griffelskifer er en Lerskifer, der lader sig kløve stængelformig, paa Grund af falsk Skifring paa tværs af den rigtige Skifring, opstaaet ved Tryk efter Aflejringen.

Bituminøs Skifer er Lerskifer med et Indhold Bitumen, d. v. s. organiske Stoffer af Jordbegagtig eller Petroleumagtig Beskaffenhed. Hertil hører:

Alunskifer. Indeholder foruden Ler og Bitumen, Svovlkis og Feldspatpartikler. Sort Farve, glinsende sort Streg. I den kambriske Formation ogsaa paa Bornholm. Benyttedes i tidligere Tider til Alunfabrikation. Udvikler en Del Varme ved Forbrænding og bruges undertiden som Brændsel fx. ved Kalkbrænding.

Kobberskifer er en bituminøs Lerskifer (sort Farve), der indeholder Kobberkis. Forekommer i permisk Formation. Ved Mansfeld drives en udstrakt Bjergværksdrift paa denne Skifer.

Brandskifer eller Oljeskifer indeholder meget Bitumen, som vindes af den i Form af „Brandoljer“ ved tør Destillation af Skiferen. Forekommer flere Steder i England og Tyskland.

Skiferler er Lerlag, der endnu ikke er fuldkommen hærdnede til

Lerskifer. Flere af Juraformationens Lerlag paa Bornholm og i Skaane er Skiferler.

Kemiske Sedimenter.

Som allerede omtalt ved Beskrivelsen af Mineralerne danner Salt og Gibs mange Steder Lag, der kan være over tusinde Meter mægtige. De er hyppigt blandede med Ler og Jernilte, der giver Lagene forskellig Farve. Klorider og Sulfater af Kalium og Magnium findes jævnlig sammen med Saltlagene og har som omtalt stor økonomisk Betydning. Anhydritlag kan ogsaa forekomme.

Varme Kilder kan medføre Kiselsyre i opløst Tilstand og give Anledning til ikke ubetydelige Lag af Kiselsinter. Andre Kilder er stærkt kulsyreholdige og medfører Karbonater af Calcium og Magnium i opløst Tilstand, der, naar den overskydende Kulsyre gaar bort i Luften, foraarsager Afsætning af Kalkspat og Dolomit i Form af Kildekalk (eller Kalktuf) og Dolomitlag. I andre Kilder afsættes Kalken (delvis som Aragonit) i Form af Ærtesten, en sammenkittet Masse af ærtestore, skalformig afsondrede Knolde, fx. „Karlsbader Sprudelstein". Jernokkerlag kan ogsaa fremkomme af Kildevand, der fører Ferrokarbonat opløst i det kulsyreholdige Vand, ved Luftens Indvirkning mister Kulsyren og lader Jernsaltet blive iltet, saa at det udskilles som Okker. Myremalmlag kan opstaa paa lignende Maade, men skylder dog i mange Tilfælde humussure Jernsalte sin Oprindelse.

Is maa ogsaa henregnes til de kemiske Sedimentbjergarter og vil blive nærmere omtalt i det følgende.

IV. Organogene Stenarter.

En Mængde vigtige Jord- og Stenlag skylder Organismerne deres Oprindelse paa forskellig Maade. Disse organogene Stenarter eller Bioliter bestaar enten fortrinsvis af Organismernes uorganiske Bestanddele (Skeletter, Kalkskaller osv.) eller udgøres af Rester af de organiske Stoffer, som Organismerne har indeholdt, i mer eller mindre omdannet Form, fx. Tørv. Under Bioliterne kan man ogsaa henregne de koprogene Jord- og Stenarter, der er opstaaede af Dyrenes Ekskrementer, der i flere Henseender spiller en meget vigtig Rolle. Ligeledes ogsaa Lag, der maaske i Hovedsagen bestaar af uorganiske Bestanddele, men som dog paa væsentlig Maade er forandrede ved Organismernes Indgriben og endelig Lag, der skyldes Menneskers Virksomhed: Kulturlag.

Naar et dødt Dyr eller en død Plante henligger paa Jordens Overflads, varer det i Reglen ikke ret længe, inden ethvert synligt Spor af den er forsvundet. De organiske Stoffer raadner og gaar bort i Luftform

eller siver ned i Jorden, hvis de da ikke fortæres af andre Dyr eller Planter. De uorganiske Bestanddele, Skelettet eller Dyrets Skaller smulrer hen og blandes med Jorden, og i Løbet af kort Tid vil kun en noget stærkere grøn Farve paa Græsset vise, at her har været Stof tilstede, der har gødet Jorden. Denne Maade at opløses og svinde bort paa er den naturlige, og langt den største Part af alle Organismer, der lever og har levet paa Landjorden, gaar bort og er gaaet bort uden at efterlade sig Spor. Hvis Organismen, der dør, derimod dækkes af Jord, kan Forholdet derimod blive et andet. Den gaar fra at være et Dyre- eller Plantelig over til at blive et Fossil eller en Forstening. Maaden, hvorpaa Organismen forstenes, kan være forskellig. Den kan ogsaa helt opløses, men Jordlaget udenom kan imens være hærdnet*), saa at der opstaar et tomt Rum paa den Plads, som Organismen udfyldte. Det tomme Rum viser Organismens ydre Form, men uden tilsvarende Indhold. Hulrummet kan dog ogsaa udfyldes enten ad mekanisk Vej ved indsivet Lerslam eller Sand, der senere hærdnes, eller ad kemisk Vej, ved at der udkrystalliserer Mineralier, fx. Kalkspat, Kiselsyre, Svovlkis m. m. Derved opstaar der i Hulrummet en Afstøbning eller et Aftryk af Organismens ydre Form. En Kærneforstening eller en Stenkærne er en paa lignende Maade opstaaet Afstøbning af Organismens indre Form. Et Sneglehus, en Muslingeskal osv. kan fx. fyldes med Slam, der senere hærdner og efterlader en Afstøbning af det Indre, medens den ydre Skal maaske opløses og helt forsvinder. Er det blot Dyrets uorganiske Bestanddele, dets Skelet eller dets Skaller, der kommer ned i Jordlaget, kan disse vel bevares tilsyneladende i samme Form, men i Tidens Løb vil der dog ogsaa med disse faste Dele foregaa kemiske Forandringer, saa at de fra at være blot et Stykke Ben eller en Muslingeskal gaar over til at blive en Forstening. Selve Stofmassen kan blive uforandret, men medens den kulsure Kalk, fx. i en Muslingeskal, er udskilt paa særegen organiseret Maade (Traade, Knipper, Korn eller i anden Form) forskellig for hver enkelt Dyreart, bliver den kulsure Kalk i Forsteningen omdannet til Mineralet Kalkspat (undertiden til Aragonit) og viser mer eller mindre tydelig dette Minerals Egenskaber, fx. dets karakteristiske Gennemgange, uafhængigt af hvad Art paagældende Skaldyr oprindelig var. Endelig kan Organismens Bestanddele saavel de organiske som de uorganiske Stoffer helt ombyttes med et eller andet Mineral (i Reglen Kalkspat eller Kvarts), saa at endog den mikroskopiske Struktur af de indre Dele bliver be-

*) Navnlig i Saltvandsdynd, der indeholder svovlsur Kalk, foregaar der let en saadan Hærdning, da der ved Organismens Forraadnelse udvikles kulsur Ammoniak, der udfælder kulsur Kalk i det omgivende Jordlag.

varet, men Organismen er i Ordets egentlige Betydning blevet til Sten. Det sker ret jævnlig med Planter fra de største til de mindste (der findes Angivelser om forstenede Bakterier), ikke saa hyppigt med større Dyreformer, om der end ogsaa haves Exempler herpaa.

Mindre egentlig kan det kaldes at forstene, naar Plantedele nedsænkes under Vand, og der noget humificeres (fortørves) og bliver brune, men iøvrigt ikke synderlig forandres trods Opbevaring i Aartusinder. Endnu mindre Forandringer i Stofmassen er foregaaet, naar Dyr eller Planter fryser inde i en Ismasse, som der haves ikke faa Eksempler paa fra Islagene paa Sibiriens Tundraer.

De vigtigste Grupper indenfor Bioliternes Klasse er følgende:

Kalkstengruppen.

Kalksten er i Reglen opstaaet af Dyr, men kan dog ogsaa skyldes kalkafsondrende Planter (særlig Kalkalger). De fleste Kalksten viser temmelig tydeligt, hvilke Dyreformer de er opstaaede af enten for det blotte Øje eller om fornødent naar Stenarten slibes til en tynd Plade og lægges under Mikroskopet. Som allerede omtalt kan Kalksten ved Tryk og Opvarmning let metamorfoseres og omdannes til Marmor, hvori ethvert Spor af den organiske Oprindelse kan være udslettet, saa at Stenarten er krystallinsk-kornet, stundom krystallinsk-skifret.

Til Kalkstengruppen slutter sig Dolomiterne, der ogsaa optræder metamorfoseret til Dolomitmarmor.

Kalksten forekommer i alle Formationer og i mange forskellige Arter. Nogle af de mest typiske er:

Koralkalk, Muslingekalk, Cerithkalk (Cerithium en Sneglefamilie), Bryozokalk (af Bryozoer eller Mosdyr), Foraminiferkalk (af kalkafsondrende mikroskopiske Slimdyr: Foraminiferer), Nummulitkalk, Orthocerkalk (af Orthoceratiter, Former, der staar Nautilerne nær), alle opkaldt efter de paagældende

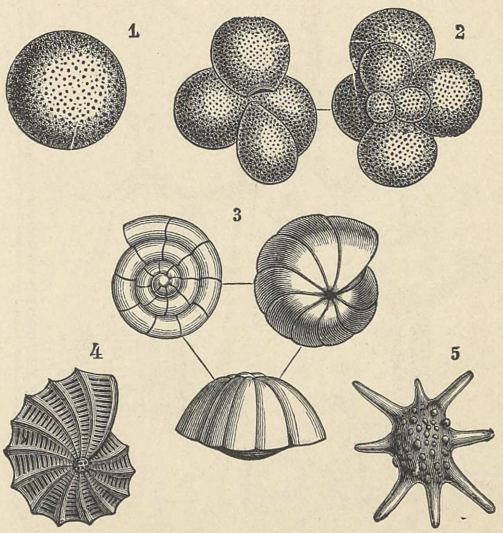


Fig. 61. Forskellige Foraminiferer. Stærkt forstørrede (efter Nathorst).

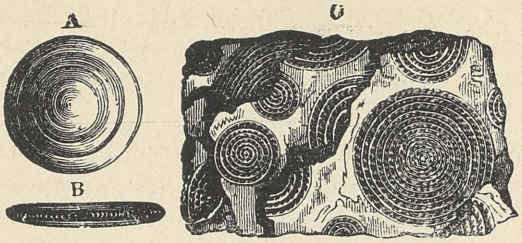


Fig. 62. Nummulitkalk. Tertiærformationen. *A* Fuldstændig Nummulit. *B* Tværsnit af samme.

Dyreformer, der udgør en væsentlig Del af Kalkstenen. En meget udbredt Stenart er Kridt, der ofte bestaar af Kokkolitkalk, der er sammensat af Rester af mikroskopiske Kalkalger: Kokkoliter.

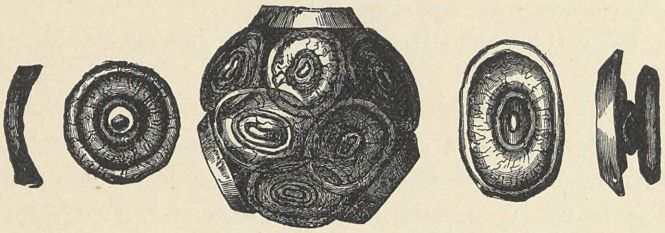


Fig. 63. Kokkoliter. Stærkt forstørrede (efter Nathorst).

Kalksten har meget stor Anvendelse til Bygningsbrug til Fremstilling af brændt Kalk, til Gødningskalk mm.

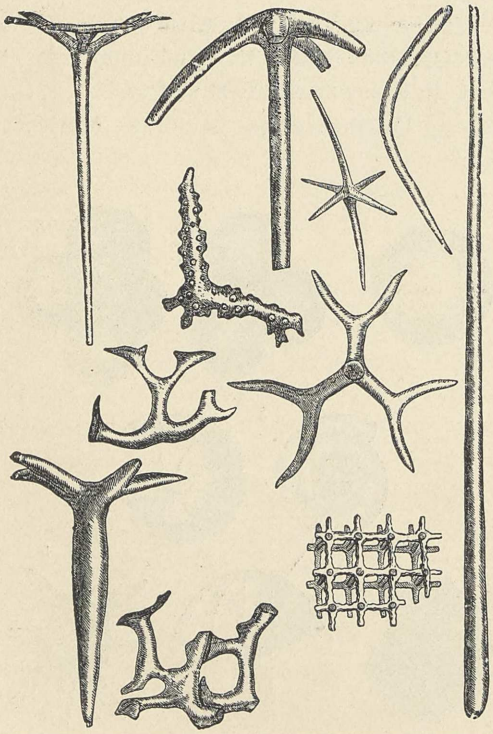


Fig. 64. Naale af Kiselsvampe. Betydelig forstørrede.

Kiselaflejringer.

Kiselalger — Diatoméer — er i Besiddelse af et mangfoldigt formet Skelet af Kiselsyre, der ved Plantens Død synker til Bunds i Vandet, hvori den levede og kan give Anledning til, at der opstaar store Lag af Diatomékisel (Kiselguhr). Moler er en lignende Aflejring fra Tertiærtiden og findes flere Steder i Jylland. Diatomékisel har en Del Anvendelse til Dynamit, som Isolationsmateriale m. m.

Kiselsvampe — Spongier — er gennemsatte af kiselsyreholdige Naale i mangfoldige Former. Ogsaa heraf kan der paa Havbunden opstaa Kisellag, der

hyppigt er indblandede i de af Foraminiferskaller opstaaede Kalklag. Ved senere Omdannelser af Kiselsyren i Svampenaalene kan der opstaa kompakte Konkretionsdannelser af tildels krystalliseret Kiselsyre som Flintlag eller Lag af Flintknolde.

Træsten er en Biolit opstaaet ved, at Cellestoffet i Træ langsomt er blevet erstattet af Kvarts, saa at Træets Form og tildels dets Farve endnu er synlig.

Fosfataflejringer.

Kan opstaa paa lignende Maade i Kalksten som Flint altsaa som Konkretioner, der dannes ved at den fosforsure Kalk, der i Kalklagene er til Stede i organiseret Form, opløses og atter udskiller sig i Knoldeform i Kalkstenen. Saadanne Fosfatknolde findes fx. i den bornholmske Grønsandsformation. Ved Kalkstenens Forvitring løsgøres Fosfatknoldene og kan af Vandet føres ud i Søer eller Floder, hvorved der opstaar tidt betydelige Lag af Riverfosfat kendt særlig fra Florida (U. S.). Adskillig Fosfat er dog af ren mineralogisk Oprindelse, andre Lag hidrører fra fossile Ekskrementer (se nedenfor). F. har en udstrakt Anvendelse til Fremstilling af „Superfosfat".

Knoglebreccier kan opstaa i Huler af Dyreben, der nedskylles i Hulerne eller opsamles deri af Rovdyr, eller ved at Dyrene frivillig søger ind i Hulerne for at dø. Har samme Anvendelse som Fosforit.

Koprogene Aflejringer.

Dyrs Ekskrementer danner ikke sjældent betydelige Aflejringer i Naturen.

Koprolit (Møgsten) er fossile Ekskrementer af Saurier. Formen er hyppig karakteristisk spiralsnoet. Findes undertiden i ret betydelige Lag blandet med fossile Skeletdele m. m. særlig i Syd- og Nordamerika. Anvendes som Fosforit.

Flaggermusguano kendes i ikke helt ubetydelige Lag fra Sydeuropa, Sydafrika og Brasilien. Den er fremkommet ved Ophobning gennem Aarhundreder af visse Flaggermusarter, der har taget Ophold i disse Huler. Af langt større Betydning har dog været:

Fugleguano. Paa Øer særlig i det stille Hav har Søfugle gennem mange Aarhundreder søgt ind for at finde Hvileplads og Rugesteder. Ogsaa paa enkelte af Øerne omkring Island findes saadanne Lag. De øverste mere friske Guanolag indeholder betydelige Mængder Kvælstof i Form af Urinsyre, Ammoniaksalte m. m., de underste Lag bestaar mest af fosforsur Kalk. Fra Midten af forrige Aarhundrede har Guanoeksporten fra Øerne i det stille Hav spillet en stor økonomisk Rolle, men nu er de bedste Lejer omtrent udtømte.

Gytje er en ejendommelig Biolit, der opstaar af i Reglen mikroskopisk smaa Vanddyrs Ekskrementer ved massevis Ophobning. Hovedsagelig i Ferskvandssøer (dog tildels ogsaa i rolige Havbugter). Ved Indtørring danner G. fastsammenhængende næsten hornagtige Lag af sortgraa eller sortbrun Farve med et Kvælstofindhold, der kan stige op til 6 %—8 %. Findes almindelig udbredt i danske Søer og som Bundlag i danske Moser. Kan ogsaa findes i Brunkullag (fossile Moser) fra Tertiærtiden, som for nylig paavist flere Steder i Jylland.

Muld, særlig Skovmuld, er en karakteristisk koprogren Aflejring, opstaaet ved Regnormenes Virksomhed, som *P. E. Müller* har eftervist. I Jordbundslæren bliver Lejlighed til udførlig Omtale af denne vigtige Jordart.

Kulgruppen.

Grafit (se Mineralet G.) er ikke ualmindelig som Bjergart opstaaet ved Kontaktmetamorfose af Kullag med eruptive Masser. Forekommer saaledes i Grønland og Nordamerika.

Antracit (se Mineralet A.) indeholder over 90 % C, 5—0 % O, 3—0,5 % H*), det danner Lag sammen med Stenkul, til hvilke det slutter sig med jævne Overgange og maa antages at være dannet paa samme Maade.

Dog er enkelte Geologer i Nutiden tilbøjelige til at antage, at visse af de Antracitlag, som forekommer i de ældste kambriske og siluriske Lag, maaske er fremkommet ad uorganisk Vej, sandsynligvis ved Dekomposition af Metalkarbider i Jordens Indre. Petroleumlagene antages ogsaa af nogle at være opstaaede paa lignende Maade, men endnu savnes dog nærmere Begrundelse for disse Antagelser, om de end fra et rent kemisk Standpunkt kan være ret sandsynlige.

De største Antracitlejer findes i Pennsylvanien (U. S.); desuden findes mindre Lejer i det sydlige Wales m. fl. St.

Stenkul indeholder fra 75 %—90 % C, c. 10 % O, 0,5—5 % H, det har glinsende sort Farve og sortbrun Streg. Er i Reglen tydelig lagdelt. De kan ses at være opstaaet af Plantedele, der er aflejret i Vand, i Reglen Ferskvand. I Tidens Løb har de organiske Stoffer efterhaanden afgivet mere og mere af Ilten i Form af Kulsyre og Brinten i Form af Methan. Alt Stenkul indeholder 2—5 % Kvælstof bundet til organisk Stof.

Waleskul er Stenkul, der nærmer sig Antracit i Sammensætning og Udseende.

Bogheadkul og Cannelkul er meget rige paa Bitumen og er let antændelige. De levere ved Gasfabrikationen mange stærkt lysende Luftarter. Farven er matsort. I tynde Plader under Mikroskopet bliver Cannelkul gennemsigtige med lysebrun Farve, medens alle andre Kularter er uigennemsigtige.

*) I de her angivne Sammensætninger af de forskellige Kularter er Askemængden fraregnet.

Jet eller Gagat er en lignende Kulart af stor Sejghed. Den lader sig forarbejde til Smykker, Rosenkranse o. l. og kan antage smukt glinsende Politur.

Stenkul forekommer over hele Jordkloden. De vigtigste Forekomster er i England, Belgien, Frankrig, særlig Vest for Lyon, Tyskland, Westphalen og Schlesien, i Bøhmen. Desuden i Bengalen, Japan og Kina, men fremfor alt i mange Hundrede Kvadratmile store Strækninger i Nordamerika baade i U. S. og Canada. (Nærmere Omtale under Formationslæren ved Stenkulformationen og Juraformationen).

Brunkul kan være sortglinsende, men er hyppig matbrune med brun Streg. De indeholder fra 65—75 % C, c. 20 % O, 3—6 % H. Brydes i Tyskland særlig i Bayern. Brunkullag findes ogsaa i Jylland, men hidtil er det ikke lykkedes at benytte dem med økonomisk Udbytte.

De forskellige Kularters Egenskaber er sammenstillede i følgende Tabel:

Kulart.	Haardhed.	Vægtfylde.	Stregens Farve.	Ved Opvarmning med Kalilud.	Brændbarhed.	Forhold ved Forbrænding.
Antracit	2—2,5.	1,4—1,7.	Glinsende sort eller graasort.	Vædsken farves ikke.	Antændes kun ved høj Varmegrad og brænder kun ved stærk Træk.	Bager ikke sammen ved Forbrænding. Brænder med ikke lysende Flamme, ryger ikke og giver ingen Lugt ved Forbrænding.
Stenkul	c. 2.	1,2—1,5.	Sortebrun.	Farves ikke eller kun svagt gul.	Antændes med større eller mindre Lethed.	Mange Arter bager stærkt sammen ved Opvarmning, giver en stærkt lysende Flamme, med tyk, sort Røg, der lugter aromatisk biluminøs.
Brunkul	Omtr. som Træ.	0,5—1,5.	Brun.	Mørkebrun.	Antændes let.	Bager ikke sammen ved Opvarmning, giver en stærkt sodende Flamme, ilde sveden Lugt ved Forbrænding.

Lignit eller Surturbrand (isl.) er en Art Brunkul, der endnu fuldkommen har bevaret Træstrukturen, men har brun Farve. Findes fx. i Islands Tertiærlag.

Tørv er delvis omdannede Plantedele af meget vekslende Art. Vil blive udførlig omtalt under Danmarks Geologi.

Kulturlag.

Jordlag, der er fremkomne ved Menneskers Virksomhed, kaldes Kulturlag. De er ikke altid lette at skælne fra Lag opstaaede paa naturlig Maade, men vil dog hyppig indeholde Rester, der viser, at der har været Mennesker tilstede under deres Dannelse. Blandt de mest uforgængelige af saadanne Rester kan nævnes Murstensstykker, Potteskaar, Glas, yderligere bearbejdet naturlig Sten, Slagger og Trækul. Som særlig mærkelige Kulturlag for Danmark kan nævnes den ældre og yngre Stenalders Køkkenmøddinger, der i ikke ringe Antal findes langs de tidligere Kyststrækninger.

Efterhaanden som Menneskene bliver talrigere og deres Virksomheder tiltager, kan man vente, at hele Jordens Overflade bliver et stort Kulturlag. Oceanets Bund oversaas med Dampskibsslagger og andet Skibsaffald, og paa Landjorden bliver alt optaget af Agerbruget, Havebruget og Industrien, og selv Skovjorden bliver mere og mere et Kulturprodukt, ligesom Havejorden længe har været det. For at det dog skal blive muligt for vore Efterkommere at se, hvorledes „vild Jord“, „vilde Dyr“ og „vilde Planter“ ser ud, har den forudseende Regering i Nordamerika udlagt store Strækninger af Bjerg- og Skovland til „Nationalparker“. I Europas gamle Kulturlande er der kun grumme lidt bevaret i urørt Tilstand, men selv i Danmark er der dog Bestræbelser oppe for endnu „at redde“ de faa Stykker uberørt Natur, der er tilbage.

V. Æoliske Dannelser.

Ligesom det strømmende Vand og Bølgeslaget kan foraarsage Omlejringer af Materialet, kan Luftstrømninger flytte om med det paa Jordens Overflade liggende løse Materiale. Karakteristisk for Aflejringer, der er foregaaede i Luften, er den meget store Ensartethed i Kornstørrelse indenfor det givne Omraade, men iøvrigt kan Kornstørrelsen veksle meget paa forskellige Steder. Det nærmere om Vindens Aflejringsmaade af det løse Materiale og dens Indvirkning paa fastliggende Genstande vil blive omhandlet i den dynamiske Geologi og under Beskrivelsen af de danske Flyvesandsdannelser. Selve den mineralogiske Beskaffenhed af det omflyttede Stof kan være af yderst forskellig Art. De vigtigste Jordarter er:

Flyvesand. Kornstørrelsen kan veksle fra 2—3 mm. til 0,1 mm. Materialet er hyppigst overvejende Kvartssand, men der kan ogsaa være

et ret betydeligt Indhold af andre Mineraler, saasom Glimmer, Feldspat m. m. Flyvesand kan desuden indeholde sønderdelte Rester af Organismer, Frø, Humusstoffer og lignende. I vulkanske Egne fx. paa Island findes store Sandflugtstrækninger, hvor Sandet udgøres af vulkansk sand- og støvformig Materiale.

Løss er meget finkornet Bjergartspulver i Reglen af gul Farve (Jernilte), som af Vinden er sammendynget i mægtige Lag i Mellemtyskland, Rusland, det vestlige Kina o. fl. St. Det er fremkommet ved, at Vinden har bortført og atter aflejret de fineste Produkter, der er opstaaede ved Bjergarternes Vejrsmulring i et tørt og køligt Klima. Løssdannelserne kan senere have undergaaet Omlejringer og Forandringer ved Paavirkning af rindende Vand og indeholder derfor ofte Skaller af Ferskvandsbløddyr, blandet med Skaller af Landsnegle m. m. I Steppeegne foregaar der ved de der herskende hæftige Storme i den tørre Aarstid en mægtig Transport af Støv, der giver Anledning til Nutidsaflejringer af Løss: „recente Løsslag".

VI. Kosmiske Aflejringer.

Medens alle de hidtil omtalte Jord- og Stenarter kun er opstaaet ved Omdannelser og atter Omdannelser af det „fra Begyndelsen" af tilstedeværende Stof, udgøres de kosmiske Aflejringer af Materiale, der er tilgaaet Jorden udefra Verdensrummet. Disse *Meteoriters* eller *Meteorstens* Størrelse kan være højst forskellig. En af de største, man hidtil kender, er et Stykke Meteorjern fra Mexiko, det vejede omtrent 20000 Kilo. Herfra haves alle Overgange til saa smaa støvformede Partikler, at de kun kan iagttages under Mikroskopet. Alt i alt menes der omkring i Verdens Museer at være opbevaret 150000 Kilo Meteoriter stammende fra omtrent 550 forskellige Nedfald. De talrige Analyser af Meteoriter viser, at der i dem er paavist et ikke ringe Antal af de Grundstoffer, der kendes her fra Jorden, og kun i et enkelt Tilfælde fandt *Berzelius* Spor af et Stof, som ikke syntes at være noget af de da kendte Grundstoffer, men dette Spørgsmaal er ikke senere undersøgt. Hvad den egentlig mineralogiske Sammensætning angaar, kan man dele Meteoriterne i *Jernmeteoriter* og *Stenmeteoriter*, uden at der dog er nogen skarp Grænse imellem disse Grupper.

Jernmeteoriterne bestaar af gediegent Jern, men rigtignok ikke i ren Tilstand, da det indeholder Nikkel, Kobolt, Krom, Fosfor, Svovl, Kulstof m. m. delvis i Form af særegne Jernforbindelser, Jernmængden i Almindelighed er fra 80—95 %, Nikkelindholdet 6—10 %. Sliber man en Jernmeteorit og ætser den blanke Flade med Salpetersyre, fremkommer

der oftest et Netværk af Krystaller, de Widmanstättenske Figurer, som kun i sjældne Tilfælde fremkommer i Jern af jordisk Oprindelse. Nogle af de største Meteoriter hører til Jernmeteoriternes Gruppe, saaledes den førnævnte Masse fra Mexiko paa 20000 Kilo (den er dog muligvis tellurisk), en anden paa 15000 Kilo fra Argentina. En af de mest bekendte Jernmeteoriter blev fundet ved en Opdagelsesrejse i Sibirien, som *Pallas* udførte 1771 for den russiske Regering. Han hørte, at der i Nærheden af Krasnojarsk ved Jenisei fandtes en Jernblok paa c. 700 Kilos Vægt. Den skulde være faldet ned fra Himlen og æredes som en Helligdom af Tartarerne. Pallas besørgede den sendt til St. Petersborg, og derfra fordeltes Stykker til de fleste mineralogiske Samlinger, ogsaa til vort Universitets mineralogiske Museum. Den indeholder foruden Jern navnlig Mineralet Olivin.

Jernmeteoriterne udgør omtrent Halvdelen af de kendte M., men kun i de færreste Tilfælde har man set dem falde ned fra Himlen.

Naar andre Mineraler faar Overhaand over Jernet, gaar Meteoriterne over til at blive *Stenmeteoriter*. De bestaar overvejende af Silikater: Olivin, Kalkfeldspat, Augit m. fl., men desuden Mineraler, som ikke kendes her fra Jorden. Undertiden findes Kulstofforbindelser endogsaa som ret komplicerede Kulbrinter m. m. M.-Farve er i Reglen graahvid indvendig, men udvendig er de dækkede af en mørkebrun eller sort Skorpe, der viser tydelige Tegn paa at have været smeltet. Denne Skorpe er i Reglen tynd, en Brøkdel af en Millimeter i Tværsnit. Det maa antages, at de smeltede Masser under Meteorets Fart gennem Luften ved dennes Modstand presses bagud og danner den lange, lysende Hale, der i Reglen følger med „Ildkuglen". Smelteskorpen er først fremkommen ved M's Berøring med Jordens Atmosfære. De kommer ude fra Verdensrummet, hvor Temperaturen er langt under Frysepunktet (vel nærmere det absolute Nulpunkt), og er som Følge deraf meget kolde. De bevæger sig som alle Himmellegemer med stor Hastighed om et eller andet Centrum i en bestemt Bane, og naar Meteoriten og Jorden befinder sig samtidig i Nærheden af denne Banes Skæringspunkt med Jordbanen, vil de forholdsvis smaa Meteoriter rives ud af deres Bane og fare ind mod Jorden. Naar de kommer ind i Jordens Atmosfære, sammenpresser de Luften foran sig ved den hurtige Fart gennem Luften, og Luften bliver derved glødende. Varmen meddeler sig til Meteoriterne, som smelter paa Overfladen, men da Faldet ned til Jorden kun varer kort Tid, bliver de sjældent helt gennemvarmede, navnlig hvis de er af betydelig Størrelse. Naar de derfor havner paa Jorden, kan Kulden i det Indre faa Magt over Varmen paa Overfladen, og man har Exempler paa, at M. kort efter Nedfaldet har været saa kolde, at „det isnede i Fing-

rene" paa den, der opsamlede dem, andre har derimod været saa varme, at „de sydede", da de kom i Berøring med Vand eller Sne ved Nedfaldet paa Jorden.

Meteorsten kommer snart i Flok, snart enkeltvis. I 1883 faldt over 3000 Stk. paa engang ved Aigle i Normandiet. I 1869 faldt over 700 Stk. ved Hessle i Upland (Sverrig). En stor Mængde M. faldt ned paa Fyn den 30. Marts 1654 efter *Thomas Bartholins* Beretning, og ved Middagstid den 29. August 1878 faldt en enkelt M. paa 3,8 Kilo ned ved Mern ved Præstø.

Meteorstøv. Det er oftere paavist, at der fra Luften er nedfaldet Støvmasser af samme mineralogiske Beskaffenhed (navnlig indeholdende Nikkeljern) som Meteoriterne. *A. E. Nordenskiöld* har paavist, at Sne- og Ismarkerne i Polaregnene i de øverste Lag indeholder ikke ubetydelige Mængder af saadant Støv, og dels paa Grund heraf dels paa Grund af virkelig iagttagne Støvfald, hvis Oprindelse fra Himmelrummet man dog langt fra er sikker paa, har Nordenskiöld beregnet, at der aarligt skulde nedfalde omtrent 10 Mill. Ton „Himmelstøv" til Jorden. Denne Masse synes stor nok, men vil i Løbet af 1 Million Aar dog kun beløbe sig til 20 Kilo for hver Kvadratmeter af Jordens Overflade og vil altsaa let unddrage sig Iagttagelsen gennem det lange Tidsrum. Nordenskiöld fremsatte derfor den Teori, at Jorden i alt Fald for en meget væsentlig Del var blevet opbygget af saadant Himmelstøv, som ved Omformning og Sammenblanding havde givet Oprindelsen til de forskellige Sten og Jordarter. Nordenskiölds Teori kan næppe siges at have faaet mange Tilhængere, men hvorledes det nu end forholder sig, er det sikkert nok, at man med Nutidens fine Reagenser paa Nikkeljern kan paavise dette Stof som det synes overalt særlig i de allerøverste Jordlag ogsaa her i Danmark.

Mineralers og Stenarters Anvendelse.

Menneskers Liv og Virksomhed er paa mangfoldige Maader knyttet til Anvendelsen af Stoffer, der hentes fra Mineralriget. I det foregaaende er der ved Beskrivelsen af de enkelte Mineraler og Stenarter lejlighedsvis omtalt deres Benyttelse. I nedenstaaende Oversigt er de spredte Oplysninger samlede til et Hele for at lette Overblikket. De vigtigste Anvendelser, der gøres af Stoffer fra Mineralriget, er følgende:

Næringsmidler og deres Frembringelse og Beredning.

Egentlige Næringsmidler kan ikke faas fra Mineralriget, men dog spises:

Salt, dels ligefrem pulveriseret Stensalt, dels raffineret Stensalt og Havsalt. Yderligere til Saltning af Fødevarer, til Sliksalt, Høsalt.

Salpeter til Saltning. Borax som Konserveringsmiddel (forkasteligt).

Spiselig Jord, humusholdig Lerjord, nydes af visse Folkestammer som en Slags Medicin, vistnok paa Grund af et Saltindhold.

Agerjord til Kornsorters og andre Næringsmidlers Frembringelse.

Kunstgødning til Hjælp ved Jorddyrkning faas af:

Gødningskalk enten naturlig Kalksten i pulveriseret eller henfalden Tilstand eller Melkalk (luftlæsket brændt Kalk).

Mergel: kalkholdig Jord.

Kalisalte som de forekommer i Saltlagene eller efter Raffinering.

Fosfater i Reglen efter Omdannelse til Superfosfat.

Guano anvendes direkte, som den forefindes eller efter Behandling med Svovlsyre.

Salpeter: Chilisalpeter raffineres før Brugen for at skilles fra Saltet, der ledsager det.

Svovlsur Ammoniak vindes ved Stenkuls Brug til Gas og Cinders og paa anden Maade af Stenkul, Brandskifer m. m.

Møllesten til Kornsorternes Formaling forarbejdes af Sandsten, Trakyt og enkelte andre Stenarter. Herunder maa henregnes Anvendelse af:

Kugleflint til Kuglemøller, der dog hovedsagelig anvendes til Pulverisering af Materiale til Cementfabrikationen m. m.

Brændsel og Belysning.

Kul af alle Arter samt Tørv.

Gas saavel naturlig Gas som kunstig Gas af Stenkul, Vandgas af Kokes og Vanddamp, Acetylen af Kalciumkarbid m. m. Til Gasfabrikationen benyttes som Gasrensemasse: Myremalm.

Petroleum. Raa Petroleum og Ozokerit til Brændsel, til Fremstilling af raffineret Belysningsolje, til Nafta m. m.

Drikkevarer, Bade og Medicin.

Kildevand, Flodvand og Søvand som Drikkevand og til Tilberedning af forskellige Drikkevarer (Øl m. m.).

Mineralvand er Kildevand med Indhold af Kulsyre, Svovlbrinte og forskellige Salte saasom „Glaubersalt“, „Carlsbadersalt“, Jernsalte m. m.

Kridt og Dolomit til Fremstilling af kulsyreholdige Drikke (Sodavand osv.).

Grus og Sand til Filtrering af Drikkevand.

Medicin vindes af forskellige naturligt forekommende Salte*) saasom:

*) Oldtidens og Middelalderens Læger anvendte mange forskellige Sten- og Jordarter som Lægemidler, og endnu i Nutiden knytter sig forskellig Overtro til visse Stenarter. For ikke længe siden blev Meteorsten i Rusland benyttet som Lægemiddel efter at være pulveriseret.

Engelsk Salt af Kieserit ($MgSO_4+2H_2O$) efter Glødning og Omkrystallisation.

Jod og Jodforbindelser faas væsentlig som Biprodukter ved Fremstilling af Chilisalpeter.

Havvand til Badning og til Fremstilling af Salt. Naturlige Saltkilders Vand benyttes ogsaa til Bade, ligeledes Moderluden fra forskellige Saltværker.

Gytjebade bruges som medicinske Bade, ligeledes svovlholdigt (svovlbrinteholdigt) Slam fra forskellige Kilder.

Borax til Vask og Strygning.

Beklædning.

Vindes ikke af Mineralriget, dog bruges:

Valkejord, forskellige meget „fede" Lerarter under Klædefabrikationen.

Ædelsten. Diamant, Korund (Rubin, Safir), forskellige Silikater: Smaragd, Beryll, Topas, Turmalin, Granat, Amazonsten, Aventurin, yderlige Kvartsarterne Ametyst, Røgtopas, Citrin, Bjergkrystal, Agat, Jaspis, samt Opal. Yderligere til Smykkesten Flusspat, Turkis, Kobberlazur, Malakit, Rav, Jet, Jade.

Bygningsbrug.

Anvendelsen til Bygningsbrug af Produkter fra Mineralriget er, som det vil vides, meget omfattende. Man kan skælne mellem:

Naturlige Sten dels som de forefindes i Naturen som Rullesten, i Reglen dog Brudsten efter grovere eller finere Afretning, Tilhugning, Afhøvling, Afdrejning, Slibning, Polering m. m. Hertil bruges:

Granit og alle andre Eruptiver.

Gneis og alle Arter krystallinsk Skifer.

Sandsten Konglomerat og Breccie.

Lerskifer.

Kalksten og Dolomit samt de forskellige Marmorarter.

Serpentin.

Klæbersten.

Myremalm. Enkelte Kirkebygninger i Sjælland og Jylland.

Kildekalk. Flere Kirkebygninger i Sjælland.

Kunstige Sten formes af Ler, der soltørres og kaldes Adober, men brændes i Reglen som Mursten, Klinker, ildfaste Sten m. m. Herunder maa ogsaa tildels henregnes keramiske Varer: Pottemageri, Fajancer, Porcellæn; alt af Ler eller Kaolin med større eller mindre Tilblanding af Sand, Kvarts, Feldspat m. m., og med en Glasur, der

frembringes ved Salt, Borax, Blysilikater, Feldspat m. m. Yderligere Glas af Sand, Alkalisalte, Kalk, Feldspat m. m.

Tagbeklædning af Skifer og brændte Sten, af Beton (Cementtagsten), af Cement med indblandet Asbest m. m.

Bindemidler ved Opmuring faas af:

Ler, Dynd, naturlig Asfalt, men i Nutiden langt mere af Kalkmørtel brændt Kalk og Sand.

Cement. Vindes af naturlig Cementsten, d. v. s. lerholdig Kalksten, undertiden af en vulkansk kalkholdig Tuf (Tras) efter Brænding og Pulverisering. Den mest anvendte C. er dog Portlandcement, der vindes ved at blande Kridt eller Kalksten i pulveriseret Tilstand med Ler og brænde Massen, hvorefter den pulveriseres.

Vejmateriale, alle Arter Rullesten og til Skærver slagne Brudsten, yderligere Grus, Sand og Ler. Til Gader: Brosten, Fliser, Mursten og en Blanding af Asfalt og Grus.

Metaludvinding.

Jern. Malme er: Magnetjernsten, Jernglans (Blodsten, Rødjernsten), Brunjernsten (Myremalm, Sømalm). Jernspat (Spatjernsten, Lerjernsten, Kuljernsten). Ristet Svovlkis fra Svovlsyrefabrikerne. Yderligere Titanjernsten, visse Arter Granat m. m. Til Staalfabrikationen bruges som Tilsætningsmidler Kromjernsten, Nikkelmalme m. m. Som Tilslag (for at danne Slagge) bruges ved Jernudsmeltning og ved Raffineringen Kvarts, Kalksten, Dolomit m. m.

Kobber vindes i mindre Mængder af gediegent Kobber, men mest af Kobberkis, ogsaa af broget Kobbermalm og Malakit. Ikke lidt Kobber udtrækkes af den ristede Svovlkis fra Svovlsyrefabrikerne.

Bly saa godt som udelukkende af Blyglans.

Tin alene af Tinsten.

Zink vindes af Zinkblende, en Del dog af Galmei.

Kvægsølv af Zinnober og gediegent Kvægsølv.

Sølv af gediegent Sølv, lidt af forskellige Sølvmalme: Sølvglans, Hornsølv m. m. En stor Del vindes af sølvholdig Blyglans.

Guld af gediegent Guld fra Kvartsgange og af Vaskeguld. Noget G. vindes af guldholdigt Sølv ved „Affinering".

Platin udelukkende af P. paa sekundært Lejested i Flodgrus.

Slibe-, Polere- og Pudsemidler.

Til Ædelstensslibning og Skæring bruges pulveriseret Diamant. Til Sten- og Metalslibning og Polering bruges:

Smergel uren Korund, der dog nu meget erstattes af Kunstproduktet Karborund (Kulstofsilicium).

Sand og Sandsten til Slibning. Finere og grovere kvartsholdige Lerskifere til Slibesten.

Pimpsten i hele Stykker og pulveriseret til Slibning.

Trippelse er egentlig en naturlig Lerart (til Slibning) undertiden Diatomékisel, men det i Handelen gaaende T. er oftest pulveriseret Mursten.

Kridt, Diatomékisel (Moler) og pulveriseret „Rødjernsten" bruges til Polering. Det sidste Materiale, „Jernrødt" (Kolkotar, Todtenkopf m. m.), fremstilles hyppigst kunstig ved Glødning af Jernvitriol.

Blodsten (straalet Jernglans) i hele tilslebne Stykker bruges meget af Guld- og Sølvpolerere.

Grafit til Pudsning af Jernsager, Hagl m. m.

Smøremidler.

Smøreoljer vindes af raa Petroleum og Ozokerit samt ved tør Destillation af „Oljeskifer" og Stenkul.

Smørelse. Grafit og Talk bruges i pulveriseret Tilstand til S.

Isolation og Pakning.

Kaliglimmer bruges endel til Isolation af Vindingerne i elektriske Motorer. Til Ruder i Fyrsteder, Lampeglas og Hætter m. m.

Asbest forarbejdet til Pap, Snore, Asbestuld osv. til Isolation af Damp og Varmeledninger. Ligeledes bruges pulveriseret

Diatomékisel til Isolationsmateriale.

Kemisk Fabrikation.

Svovlsyre, der direkte eller indirekte er Basis for den meste kemiske F.. vindes ved Forbrænding og yderligere Iltning af Svovlkis, tildels ogsaa ved Ristning af andre svovlholdige Malme, saasom Kobberkis og Zinkblende. Derimod bruges Svovl ikke synderlig mere til denne F.

Saltsyre af Stensalt og Svovlsyre.

Salpetersyre af Chilisalpeter og Svovlsyre.

Klor af Kogsalt (Stensalt), Brunsten og Svovlsyre eller ved Iltning paa anden Maade af Saltsyre. Heraf Klorkalk, Kaliumklorat m. m.

Soda af Kogsalt og Svovlsyre efter Leblancs Metode, eller i endnu større Grad af Kogsalt efter „Ammoniakmetoden" og ad elektrisk Vej.

Krudt, Dynamit og andre Sprængstoffer har som Forudsætning Chilisalpeter. Ved Krudtfabrik. bruges Kalisalpeter fremstillet af Chilisalp. og Klorkalium, desuden Svovl og Trækul. Ved Dynatmitf. blandt andet Salpetersyre og Diatomékisel.

Asbest til Kontaktmateriale ved Fremstilling af conc. Svovlsyre og som Filtreringsmiddel.

Malerfarver.

Kridt, Okker, Umbra, Zinnober (mest kunstig fremstillet) bruges som Malerfarver i pulveriseret Tilstand. Asfalt og Rav til Fernisfabrik.

Skrivemidler.

Tavleskifer, Griffelskifer er Lerskifer og har bekendt Anvendelse.

Finkornet Kalksten anvendes som litografisk Sten.

Grafit, Kridt, Rødkridt (okkerholdig Ler) bruges til at skrive med. Fedtsten til „Skrædderkridt".

Kaolin bruges til Fyldmasse i Papir.

Det vilde føre for vidt, hvis vi her skulde gennemgaa hver enkelt Lands Produktion af Mineraler og Stenarter, men nedenfor er anført Værdien af Verdensproduktionen af nogle af de vigtigste Metaller og andre Stoffer. Opgørelsen er for Aaret 1901. Værdien af Produkterne svinger noget med Handelskonjunkturerne og Produktionen, men maa i det hele taget nu for Tiden antages at være lidt større end i 1901, men Forskellen er næppe synderlig stor. Beløbene er afrundede Tal i danske Kroner.

Verdensproduktionens Værdi i 1901:

Kul	6600	Mill. Kr.	Chilisalpeter	250	Mill. Kr.
Jern	2900	—	Tin	220	—
Petroleum	1500	—	Salt**)	180	—
Guld	970	—	Bly	180	—
Diamant*)	720	—	Zink	150	—
Kobber	540	—	Forskell. andre Metaller m. m.	180	—
Sølv	470	—			

Værdien af den samlede Verdensproduktion af de omhandlede Stoffer bliver omtrent 15000 Mill. Kroner. Blandt de malm- og mineralproducerende Lande er der følgende Rækkeorden m. H. t. Produktionens Størrelse (1901). Tallene er afrundede:

De forenede Stater	5400	Mill. Kr.	Frankrig	540	Mill. Kr.
Storbritan. og Irland	2700	—	Belgien	420	—
Det tyske Rige	1800	—	Østrig-Ungarn	380	—
Rusland og Sibirien	630	—	Canada	275	—

*) Herunder andre Ædelsten.

**) Herunder ogsaa Kalisalte.

Chile	270	Mill. Kr.	Japan	115	Mill. Kr.
Mexiko	220	—	Italien	110	—
Spanien	180	—	Indien (og Ceylon)	90	—
New-Southwales	135	—	Skandinavien	30	—
Vest-Australien	135	—	Alle andre Lande	980	—

Under Danmarks Geologi vil der senere blive givet en Oversigt over Produktionen herhjemme af Stoffer fra Mineralriget. Denne Produktion er ikke uden Betydning for Landet selv, men forsvindende lille i Sammenligning med de større Landes. Værdien af de producerede Stoffer var i 1901 omtrent $12^1/_2$ Mill. Kr., altsaa over 30 Gange mindre end Belgiens, men dog over $^1/_3$ af Sverrigs og Norges samlede Mineralproduktion.

Dynamisk Geologi.

I. Indre Kræfters Virkninger.

Som allerede tidligere omtalt, maa man efter det, der er udviklet i den Kant-Laplaceske Kosmogoni, antage, at Jorden oprindelig var en gasformig Masse, der efterhaanden afkøledes og trak sig sammen til en ildflydende Klode omgivet af en Atmosfære af Dampe og Luftarter. Paa den ildflydende Klodes Overflade dannede der sig ved Afkøling en Skorpe. I Begyndelsen var Skorpen tynd og bøjelig og gav efter for de underliggende flydende Lags Bevægelser. Ebbe og Flod maa have gjort sig kendelig gældende paa den ildflydende Masse, og Bevægelsen af denne foraarsagede, at Skorpen blev sprængt i Stykker i adskilte Flager, og disse Stenflager er blevet væltede rundt og taarnede op ovenpaa hinanden. I Begyndelsen er sikkert ogsaa ofte de stivnede Flager sunket til Bunds i den smeltede Masse og paany blevet helt eller delvis omsmeltede, da de fleste Stenarter i fast Form er tungere end i smeltet Tilstand. Den forholdsvis lette Bevægelighed, som Stenflagerne efter det anførte maa have haft i Dannelsesøjeblikket, og den stærke Omtumlen, som de maa have været Genstand for, forklarer de ofte højst uregelmæssige Lejringsforhold, vi hyppigt ser hos de allerældste plutoniske og metamorfiske Stenarter. Man kan se, at Stenlagene har været udsat for voldsomme Tryk og dels har bøjet sig for Trykket, medens de endnu var i en blød og eftergivende Tilstand, dels er blevet sprængt i Stykker og atter sammenkittede. Ved Forsøg har det vist sig, at ved Ophedning under stærkt Tryk, især naar der er Vanddamp til Stede, lader flere Stenarter som Granit, Gneis, Marmor o. a. sig udpresse som plastiske Legemer. Naar Trykket af den høje Temperatur atter langsomt igen er aftaget, opnaar Stenarterne atter deres oprindelige Stivhed og Sammenhæng.

Efter at der ved den fortsatte Afkøling var opstaaet en over hele Jordkloden sammenhængende fast Skorpe, foregik Afkølingen ved Udstraa-

ling ganske vist langsommere og langsommere, efterhaanden som Skorpen blev tykkere, men Afkølingen og som Følge deraf Rumfangsformindskelsen af den flydende Jordkærne blev dog stadig fortsat.



Fig. 65.

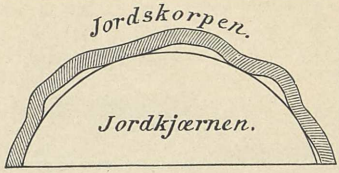


Fig. 66.

Skorpen blev derfor for stor til Kærnen og maatte for at kunne passe om den slaa Folder, da Tyngdekraften pressede den ind om den formindskede Kærne.

Foldningsprocessen har foregaaet fra de ældste Tider og virker endnu stadig. Jord- og Stenlagene bliver derved bragt ud af deres oprindelige Lagstilling og forstyrres ofte i deres naturlige Sammenhæng. Foldningen kan foregaa saa langsomt, at Lagene faar Tid til at bøje sig, saa at de bliver skudt sammen i store Buer. Hele Bjergkæder er opstaaede paa denne Maade. „Foldebjerge“ (Alperne).

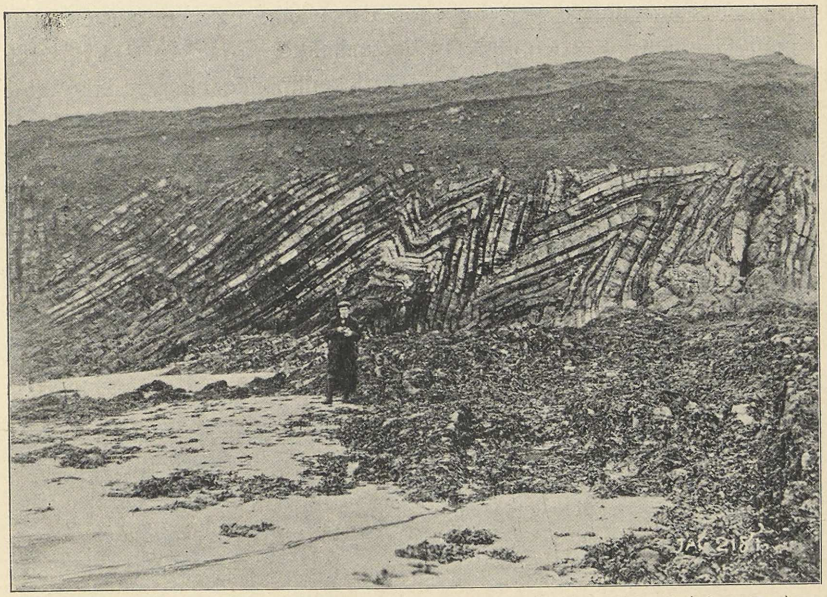


Fig. 67. Foldede Lag. Kulformationen. Lough Shinny, Irland (efter Fot.).

Der kan dog ogsaa ske Bristninger efter visse Brudlinjer, saa at Lagene paa hver sin Side af Brudlinjen bliver forskudt i Forhold til hinanden. En saadan Forskydning kaldes et Spring.

Nærmere Kendskab til Forskydningens Art kan have stor Betydning i praktisk Henseende, fx. ved Kulbrydningen.

Ikke sjældent bliver et Parti af Jordskorpen, der begrænses af jævnløbende Revner, staaende tilbage i den oprindelige Højde, medens de omgivende Masser synker i Dybet. Den tilbagestaaende Masse kaldes en Horst. Der haves adskillige Eksempler i Naturen paa saadanne ret anselige Horstbjerge eller Brudbjerge (Vogeserne, Schwarzwald m. fl.).

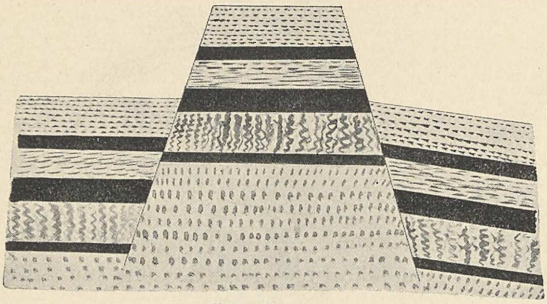


Fig. 68. Horst.

Det mellem to eller flere Horster liggende forsænkede Stykke af Jordskorpen kaldes en Gravforsænkning. En Del af Rhindalen er en saadan Gravforsænkning, det samme gælder den nordligste Del af Øresund, sandsynligvis ogsaa Store- og Lillebælt.

Spændingen i Sten- og Jordlagene, som foraarsages af Foldningsprocessen, udløses ved Lagenes Bevægelse og kan derved give Anledning til en vis Art Jordskælv, de saakaldte geotektoniske Jordrystelser. Disse er langt de hyppigst forekommende, om end ikke altid de voldsomste af de forskellige Arter Jordskælv. I Virkeligheden er Jordskorpen næppe nok et eneste Øjeblik i Ro, men krymper og vrider sig ustandseligt, om end i Almindelighed paa temmelig ubemærket Maade. Ved de nyere Jordskælvmaalere: Seismografer kan dog opdages og registreres selv meget svage Bevægelser, og det har herved vist sig, at der aarligt finder mindst 30000 saadanne mindre Jordrystelser Sted.

Foruden ved de geotektoniske Rystelser kan Spændingen i Jordskorpens Lag ikke sjældent udløses paa en særegen eksplosionsagtig Maade, hvorved større Stenmasser slynges ud fra Klippevæggene, og ofte sprænges i tusinde Smaastykker. Fænomerne ligner i mangfoldig forstørret Maalestok ganske de Sprængninger, som man kender fra Glas, der er pludselig eller uregelmæssig afkølet (Glastaarer, Bologneserflasker o. l.). Der kendes mange Eksempler paa saadanne „Bjergstød“, „Stenskud“, eller hvad man nu vil kalde det,

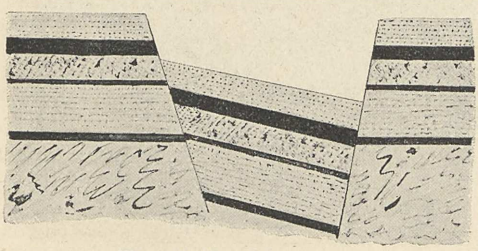


Fig. 69. Gravforsænkning.

baade fra ældre og nyere Tid. Disse Eksplosioner kan være af ret farlig Art og har foraarsaget Ulykkestilfælde i Stenbrud, ved Tunnelboringer og i Bjergværker. Nogle Eksempler kan anføres: Ved *Monson* i Massachusetts i U. S. findes et stort Stenbrud i en meget ensartet og sprækkefri Gneis. I Tredserne i forrige Aarhundrede optraadte, efter hvad Prof. *W. H. Niles* beretter, under Brydningen af denne Gneis flere mærkelige „Stenskud". Engang dannede der sig paa en glat Væg i Stenbruddet efterhaanden en langstrakt Bule, som pludselig brast med et stort Knald og kastede Sten og Stenstøv højt tilvejrs. En anden Gang lød der, lige efter at Arbejderne havde forladt Bruddet, en saa voldsom Detonation, at de omboende mente, at der var sprængt et Krudtmagasin. Det viste sig, at der fra Stenbunden i Bruddet var udsprængt en kredsrund Stenmasse med et Tværsnit af 30 m. og en Dybde af $0{,}3$ m. Brudstykkerne af denne Stenmasse laa som en kegleformig Stenhob af 1 m.s Højde omkring Eksplosionsstedet. Som andre Tegn paa de Tryk, som Stenmasserne i Bruddet ved Monson er underkastede, kan anføres, at det ikke sjældent viser sig, at løsbrudte Stenblokke, naar de har henligget i nogen Tid og „sundet sig", ikke længere passer i de Huller i Klippen, hvoraf de er løsbrudte, de „har kastet sig", eller er blevet længere eller tykkere, end de oprindelig var, medens de var indspændte i de sammentrykkende Lags haarde Klemme.

Som et andet Eksempel kan anføres en Beretning fra den østrigske Ingeniør *H. Stefan* fra Bjergværket *Przibram* i Bøhmen. I 1897 blev her inddrevet en Stolle (vandret Gang), der halvt gik i en Grønstengang, halvt i en derunder liggende Graavakke. Da to Bjergmænd gav sig til at drive Borehuller ind i Grønstenen, røg der med et kanonskudlignende Knald ud fra Bjergvæggen en flere Centner svær Stenmasse, der sprængtes i tusinde Smaastykker og dræbte den ene Bjergmand paa Stedet. Ved et Tunnelforetagende i Bjergkæden *Tauern* (mellem Salzburg og Tyrol) i 1904—1905 fandtes der paa en lang Strækning en fast og sprækkefri Granitgneis, som viste sig at være i en mærkelig spændt Tilstand, til stor Fare for Arbejderne. Uden ydre Foranledning løsnede der sig af og til fra Tunnelvæggen under skudlignende Eksplosioner store Stenplader, der blev slynget bort med stor Kraft og som Granater sprang i mangfoldige Sprængstykker. Under Tunnelboringen kom en Mængde Arbejdere svært til Skade, og 3 Mand blev dræbt paa Stedet ved disse Eksplosioner.

Springene i Jordlagene, der fremkommer ved Jordskorpens Bevægelser, kan være af grumme forskellig Størrelse og Udstrækning. Undertiden er de meget lange. Saaledes indtraf der den 23. Januar 1855 paa *New-Zealand* paa Nordsiden af Cookstrædet et Jordskælv, hvorved

Øen slog en Revne, der strakte sig 145 Kilometer ind i Landet paa Nordøen og laa i Forlængelse af en anden Revne, der var opstaaet i Sydøen 1848. Langs Revnen skete der en Forskydning af Lagene. Alt, hvad der laa Øst for Revnen, blev liggende uforandret, medens alt, hvad der laa Vest for Revnen paa Sydøen, blev sænket 1,7 m., men paa Nordøen derimod hævet 3 m. Lignende store Spring foraarsagede ved Jordbevægelser i Nutiden kendes fra Indien, Japan o. fl. St.,



Fig. 70. Granitgange i krystallinsk Skifer. Cornwall (efter Fot.).

og i ældre Formationer forekommer der mangfoldige Steder Spring i Lagene.

Ved en lignende, men endnu langt mægtigere Forskydning maa man antage, at Norges Kyst er blevet løsbrudt fra den vesten for den liggende Del af Jordskorpen, som nu er sænket dybt i Havet. Den fremkomne Kant („den skandinaviske Stejlrand") er senere blevet bearbejdet af de nedbrydende Kræfter (Is, Hav, Vejrsmulring) og derved er de over Havets Overflade liggende Partier rykket noget længere mod Øst bort fra Brudlinjen. Andre krydsende Revner findes i Kristianiafjorden, langs den svenske Kattegats Skærgaard og mange andre Steder, fx. langs Sydamerikas Kyst. Beskrivelsen af disse Fænomener i det enkelte maa vi henvise til den fysiske Geografi.

Gangdannelser. Revnerne i Jordskorpen kan ogsaa aabne sig og derved give Anledning til en Gangdannelse. Ved en Gang forstaar man fra gammel Tid en Revne i en Stenart, der er udfyldt med fremmed Materiale: Gangarten. Udfyldningen af Gangspalten kan foregaa paa tre væsentlig forskellige Maader:

1) Gangspalten kan fyldes fra oven ved, at der nedfalder eller ned-

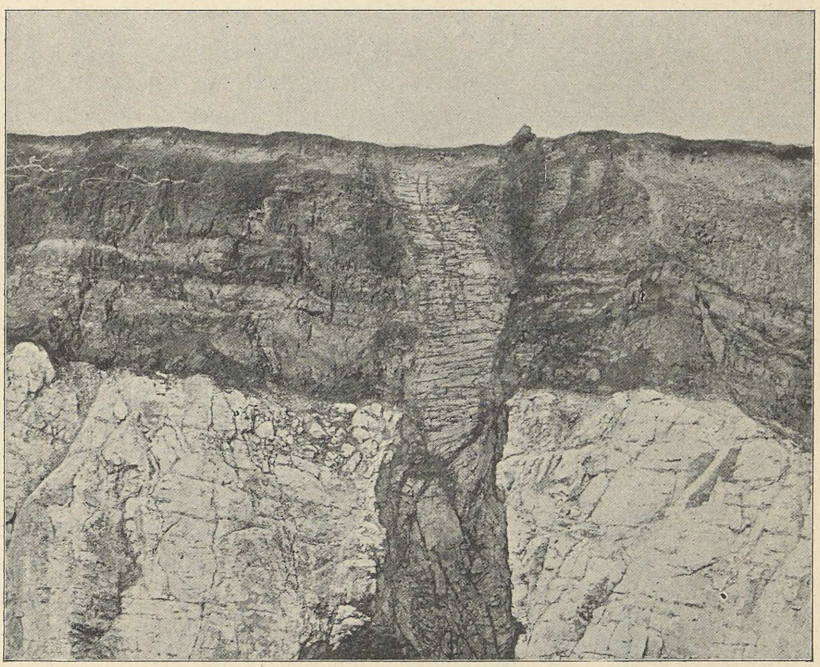


Fig. 71. Basaltgang i Grønsandskalk. Cave Hill, Irland (efter Fot.).

skylles løst Materiale, som lagvis kan udfylde Gangen. Naar dette Materiale bliver hærdet i Tidens Løb, kan der opstaa Sandsten eller en skiferagtig Stenart, saa at man altsaa kan tale om Sandstengange, Skifergange osv. Ikke sjældent kan Dyr eller Plantedele falde ned i Kløften i Bjergarten og der blive opbevarede til senere Tider. Man har saaledes Kløfter udfyldte med Knokkelbreccier af forlængst uddøde Dyr.

2) Gangspalten kan blive udfyldt fra Siden ved Hjælp af gennemsivende Vand, der har udtrukket Mineralbestanddele af Sidestenen. Af denne Opløsning kan der atter udfældes eller udkrystalliserer Mineraler som Gangart. Gange, der er udfyldte paa denne Maade, kaldes Infiltrationsgange. Ofte er der i saadanne Mineraludskillelser en vis Regelmæssighed, saa at visse Mineraler fortrinsvis forekommer i Selskab sammen med andre bestemte Mineraler. Som saadanne Mineralselskaber kan nævnes gediegent Sølv og Kalkspat eller gediegent Guld og Kvarts m. m.

3) Gangspalten kan ogsaa udfyldes fra neden ved smeltet Stenart fra Dybet. Saadanne plutonisk udfyldte Gange af meget forskellig Alder er meget almindelige særlig i de ældre Stenarter (Granitgange, Porfyrgange, Grønstengange m. fl.). Yngre vulkanske Stenarter som Basalt, Liparit og andre Lavaer træffes ogsaa jævnlig som Gangarter i Gange fra nyere Tid.

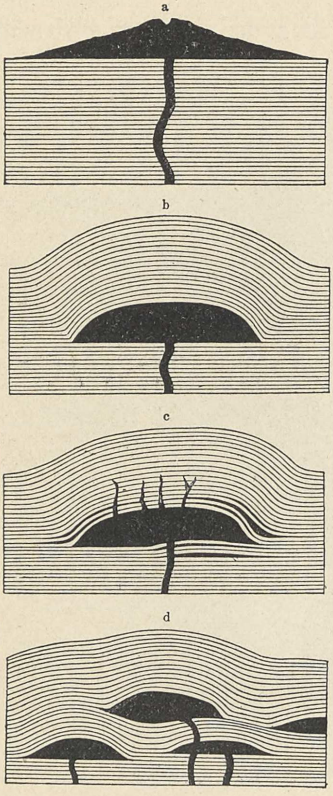


Fig. 72. Skematisk Tværsnit af en Gangspalte. *a* Vulkan; *b*, *c*, *d* Laccoliter.

Undertiden gaar Gangspalten ikke helt op til Jordens Overflade og de smeltede Masser, der under stærkt Tryk stiger op fra Dybet, kan saa med stor Kraft trænge ind mellem Lagene, presse dem til Side, løfte dem op og selv aflejres som Gange og Indlag. En saadan eruptiv Masse kaldes en Laccolit og kan være af alle mulige Størrelser undertiden som et helt Bjerg. Ved Forvitringen og Bortskylningen af de overliggende Lag kan Laccoliten, hvis den er af en mere modstandsdygtig Stenart blive liggende paa Overfladen og danne et kuppelformigt Bjerg. I Fig. 73 er gengivet efter Fotografi en ved Erosionen blotlagt Laccolit den saakaldte *Bear Butte* i U. S. Den danner nu et ret anseligt Bjerg bestaaende af porfyritiske Eruptivmasser, men har i fordums Dage været helt indesluttet og overdækket af sedimentære Lag, hvoraf der nu kun er smaa Rester tilbage langs Bjergets Sider.

Vulkaner[5]). Gaar Spalten i Jordskorpen helt op til Jordens Overflade og dybt ned til Jordens glødende Indre, kan der opstaa en Vulkan. Man kender omtrent 700 Vulkaner paa Jorden, der har haft Udbrud i nyere geologisk Tid, men af disse kan man regne, at kun de 300 er virksomme eller har været virksomme i historisk Tid. Iøvrigt er det ikke let at afgøre i alle Tilfælde, om man skal henregne en Vulkan til de virksomme eller til de udsluktes Tal, da det sker, at Vulkaner, der har været i Ro i Aarhundreder, en skønne Dag vaagner til nyt brændende Liv.

Tager man et almindelig geografisk Kaart for sig og undersøger ved dettes Hjælp Vulkanernes Udbredelse, vil man finde, at Hovedmængden af de virksomme Vulkaner findes i forskellige Kæder og Rækker langs

Fastlandenes Kyster eller paa Øgrupper, altsaa i Nærheden af Havet. Dette skulde efter nogle Forskeres Mening bero paa, at der paa Græn-

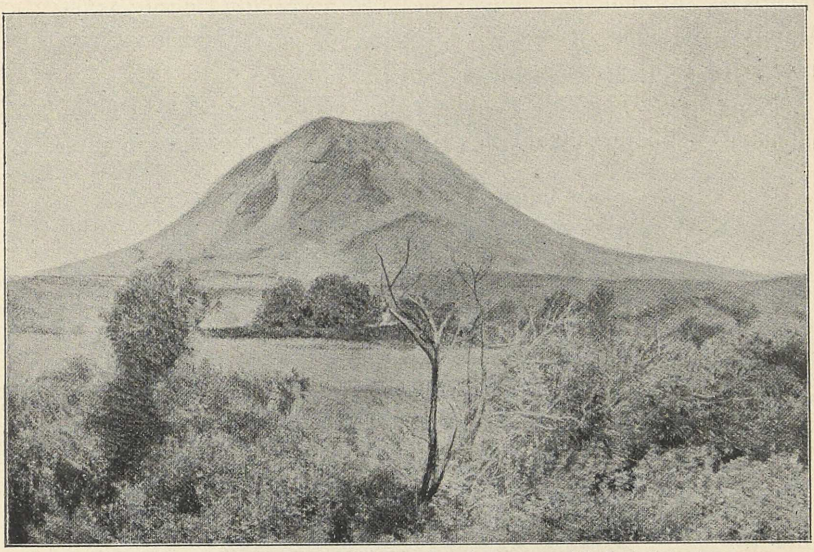


Fig. 73. Bear Butte Laccolitbjerg. South-Dakota U. S. (efter Fot.).

serne mellem Oceanerne og Fastlandene mange Steder findes Brudlinjer i Jordskorpen, fremkommet ved Jordskorpens Bevægelser, hvorved Fastlandet i sin Tid hævedes op, eller Oceanets Bund sænkedes. Disse Brudlinjer er ganske vist i Tidens Løb blevet delvis helede igen, men som gamle Ar repræsenterer de dog altid svage Steder, hvor Vandet paa Grund af Haarrørsvirkningen og Tyngden kan bevæge sig ned til de stærkt ophedede Masser i Dybet. Disse glødende Stenmasser indsugede Vandet som en Svamp, og det derved dannede Produkt, der fik langt lavere Smeltepunkt end den vandfri Stenmasse, blev derved til en smeltet letflydende Magma: den glødende ildflydende Lava, der dels paa Grund af de omliggende faste Stenmassers Tryk af Tyngdekraften klemtes op gennem Revnen, dels paa Grund af Vanddampenes Spændkraft sprøjtedes op og ud over Jordens Overflade.

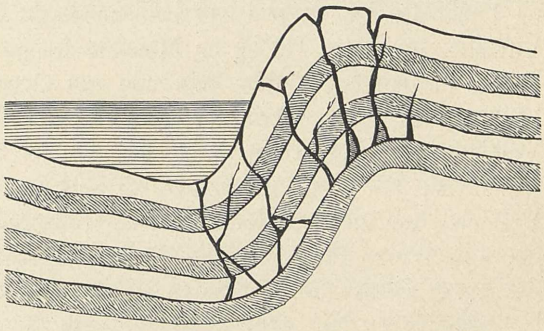


Fig. 74. Skematisk Tværsnit af Spalter i Jordskorpen paa Grænsen mellem Fastland og Ocean.

Nu er det sikkert nok, at mange af de nulevende Vulkaner findes paa Øer eller langs Fastlandenes Havkyster, og det er ligeledes fuldt ud bevist, at Vanddampe udgøre en meget væsentlig Del af Vulkanernes Udbrudsprodukter, og at der i Reglen ogsaa udtømmes Klornatrium i ikke ringe Mængder sammen med Lavaen.

Flere nyere Forskere benægter dog, at der er nogen egentlig Sammenhæng mellem Vulkanernes Beliggenhed og Grænsen mellem Hav

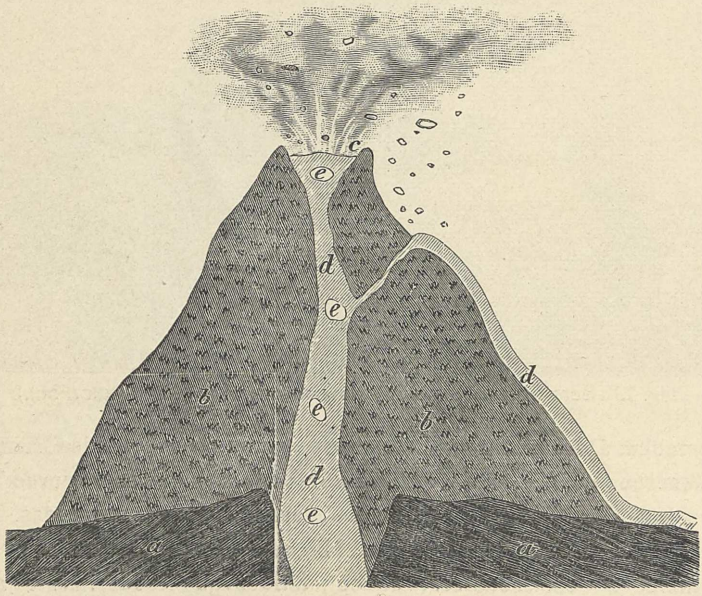


Fig. 75. Skematisk Tværsnit af en kegleformig Vulkan. *a* ældre Bjergarter; *b* Opdyngningskeglen; *c* Krateraabningen; *d* Lava; *e* Dampbobler.

og Land. De fremfører i saa Henseende, at der findes flere udslukte Vulkaner fra nyere Tid og en Mængde fra geologisk ældre Tid saavel inde i Fastlandenes Midte som ude paa Oceanets Bund. Teorien om Vulkanernes Beliggenhed paa Spalter i Jordskorpen er vel for visse Vulkangrupper øjensynlig rigtig nok, men for den største Mængde Vulkaner kan den ikke opretholdes, da selv nær ved hinanden liggende Vulkaner kan føre helt forskellige Udbrudsprodukter, og derfor maa faa deres Forsyning fra forskellige Regioner i Jordens Indre. Selv Vulkaner, der ligger ganske tæt ved Siden af hinanden og har samme Art af Udbrudsprodukter, kan som de to berømte *Mauna Loa* og *Kilauea* paa Sandwichøerne have en Højdeforskel af c. 3000 Meter mellem deres Krateraabninger. De har Udbrud ganske uafhængig af hinanden snart til forskellige Tider og snart samtidig, hvad der ganske vilde stride mod „Loven om samkvemhavende Kar", hvis man forudsatte, at de var beliggende paa samme Spalte.

Efter Vulkanernes Udseende og Dannelsesmaade kan man nogenlunde let skelne mellem tre forskellige Maader, hvorpaa de optræder. Det er:

1) De kegleformige Vulkaner.
2) De kuppelformige Vulkaner,
3) Kraterrækkerne.

1) De kegleformige Vulkaner. Ved disse Vulkaner er Bjerget opbygget hovedsagelig af Vulkanens løse Udbrudsprodukter, der er blevet udspyet gennem Krateraabningen og opdynget langs Aabningens Rand. Udadtil ligger Masserne under Stoffets naturlige Anlægsvinkel, men Overfladeforholdene er stærkt under Indflydelse af Vinden og fures af de ved Regnskyllene opstaaede Bække og Bjærgstrømme.



Fig. 76. Vulkanen Colima i Mexiko. Marts 1903 (efter Fot. af Arreola).

Indadtil er der en tragtformig Krateraabning, der holdes aaben under Udbrudene, og hvorigennem der udkastes Eruptionsprodukter. I roligere Tider bliver Krateraabningen derimod ofte helt eller delvis tilstoppet med nedskredne eller nedfaldne Partier af Kratervæggene. Ved Vulkaner af denne Type maa man antage, at der er en enkelt eller flere rørformige Kanaler, der fra Krateraabningen fører ned til Jordens glødende Indre. Det er, som omtalt, i første Linje Tyngden af Jordlagene, der trykker paa den flydende Lava og presser den op gennem Kanalerne fra det Indre. Men hertil kommer, at de indesluttede Luftarter og Dampe, der i Dybet er ophedet til en Temperatur af flere tusinde Grader, er underkastet et voldsomt Tryk af den ovenover værende Stenmasse og

derfor i Besiddelse af en mægtig Spændkraft. Naar den smeltede dampholdige Magma kommer nærmere op til Overfladen gennem Kraterrøret, kommer Dampene under formindsket Tryk og udvider sig voldsomt. De kan herved drive den smeltede Masse ud foran sig gennem selve Krateret. Er Massen sejgflydende nok, kan den blive opblæret i Skum til Pimpsten, men sprænges ofte helt i Stykker til „vulkansk Aske", der kan slynges højt op i Luften sammen med Dampene og de udviklede Luftarter som en mægtig „Røgsky" (Fig. 76).

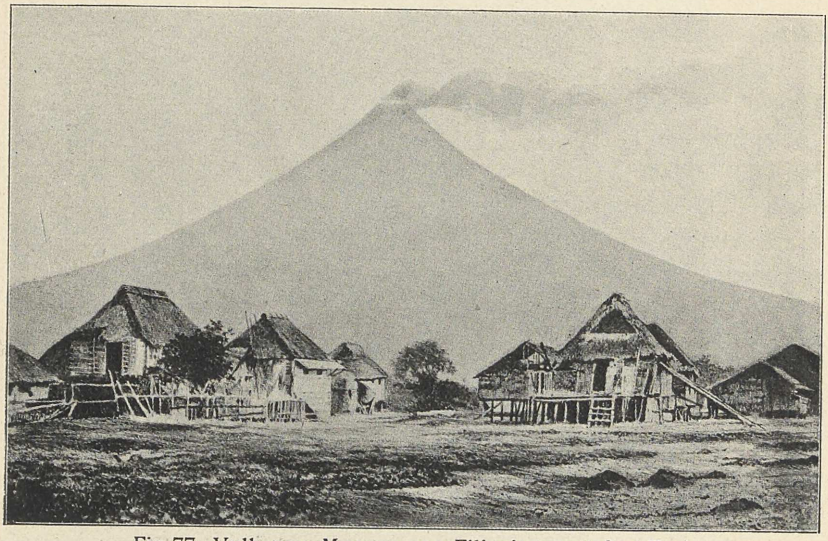


Fig. 77. Vulkanen Mayon paa Filippinerne (efter Fot.).

Er Smeltemassen endnu mere sejgflydende, kan der ved den eksplosionsagtige Luftudvikling løsrives Klumper og Draaber, undertiden af flere Tons Vægt. De mindre Stykker: „Lapilli" og de store: „vulkanske Bomber" kan slynges milevidt bort fra Vulkanen og foraarsager ofte Skade og Ulykkestilfælde, naar de falder ned i beboede Egne. Største Parten af Udbrudsprodukterne falder dog ned omkring Krateraabningen og danner Kraterkeglen. Der kan dannes store Bjerge paa denne Maade af en karakteristisk Kegleform, saaledes fx. Vesuv (1200 m.), Japans hellige Vulkan Fusi-Yama (3745 m.) og Vulkanen Mayon (2374 m.) paa Filippinerne (Fig. 77), der dog ogsaa bestaar af Dolerit og Basaltmasser.

I Almindelighed vil den egentlige Lava ikke naa op til Toppen af saadanne Vulkankegler, men bane sig Vej ud paa Kraterets Side gennem de løse Masser og dér som Lavastrømme stivne eller flyde bort. Disse Lavastrømme kan ganske vist anrette store Ødelæggelser i Om-

egnen, men Askefaldet og de Slamstrømme, der opstaar af Asken og de samtidig af Vulkanen i uhyre Mængde udspyede Vanddampe, der falder ned som Regn og blander sig med Asken, breder sig i Reglen langt mere og gør mere Skade.

2) De kuppelformige Vulkaner er mere afrundede og udgøres af det ene stivnede Lavadække ovenpaa det andet. Jordens højeste for Tiden virksomme Vulkan, den mægtige Mauna Loa (4170 m.) paa Hawaii, er opbygget paa denne Maade. Islands berømte Hekla (1557 m.)

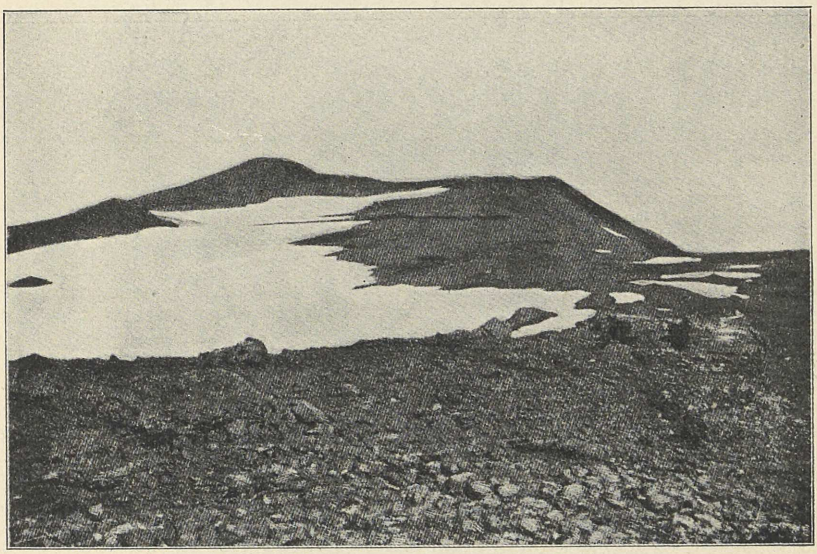


Fig. 78. Hekla paa Island (efter Fot.).

maa ogsaa nærmest henregnes til denne Art Vulkaner, selv om den indeholder betydelige Mængder af „Slagger" og „vulkansk Aske" og saaledes staar nær ved den første Gruppe, og ogsaa i visse Henseender nærmer sig til den næste Gruppe.

3) Vulkanrækkerne. Som veludpræget Type paa saadanne kan nævnes Ætna paa Sicilien. Den er Europas største Vulkan (3320 m.). Dens Udbrudsprodukter bestaar baade af Lava og Askemasser og dækker over et Areal af 5—600 Kvadratkilometer. Som omstaaende Fig. 79 viser, er Ætna tydelig nok beliggende paa en Spalte i Jordskorpen. Naar der er Uro paa Færde, udstødes der fra Vulkanens Top gennem Krateraabningen Vanddampe og Askemasser i store Mængder, men Lavaudbrudene finder i Reglen ikke Sted fra Toppen, da de smeltede Masser baner sig Vej gennem Bjerget paa et eller andet svagt Punkt lavere nede, hvorved der dannes et Parasitkrater, af hvilke man i Ætnas Omegn kender over 200, som til forskellige Tider har været i Virksom-

hed. Helt rolige Perioder veksler med Udbrudsperioder med temmelig regelmæssige Mellemrum paa omtrent 100 Aar*). Vistnok det voldsomste kendte Udbrud fandt Sted 1669. Det varede i over et Fjerdingaar. Hele Toppen af Bjerget styrtede ind, og Bjergets Side kløvedes med en 18 Kilometer lang Revne, fra hvis nederste Ende Lavaen brød frem. Der dannedes et Parasitkrater som et helt Bjerg: Monte Rossi, der af Udbrudsprodukterne efterhaanden forhøjedes til 250 Meters Højde over Omgivelserne. Lavastrømmene bredte sig over en Strækning af omtrent 50 Kvadratkilometer og ødelagde tolv Landsbyer og største Delen af Staden Catania, hvorfra Lavaen strømmede ud i Havet og dannede et helt Forbjerg. Nord for Sicilien findes ogsaa en hel Række Vulkaner paa de lipariske Øer, blandt hvilke Volcano er i jævnlig Virksomhed,

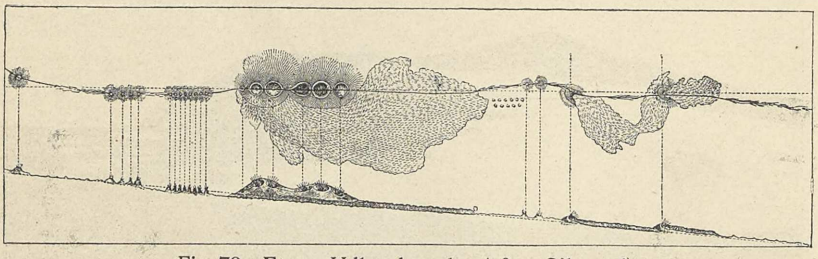


Fig. 79. Ætnas Udbrudsspalte (efter Silvestri).

og Stromboli har været i Gang i over 3000 Aar. Volcano har haft Eruptioner særlig 1775, 1786, 1873, 1883 og 1888—89. Af Vulkanens Virksomhed under dette sidste Udbrud vedføjes her et Billede, som viser Dampskyen over Krateraabningen. Asken naaede helt til Messina. Selve Lipari er sjældnere i direkte vulkansk Virksomhed, men er i Besiddelse af varme Kilder og Solfatarer (se det efterfølgende). Fra Lipari udføres en Mængde Pimpsten, der er fremkommet som Skum paa den sejgflydende kiselsyrerige Lava (Liparit), hvoraf Øen er opbygget. Stromboli har Form som en temmelig regelmæssig Kegle af 926 Meters Højde. Sædvanlig svæver der over Bjerget en tæt Dampsky, der føres hid og did af Vinden. Om Natten oplyses Dampskyen ved Genskinnet af den glødende Masse i Vulkanens Krateraabning, hvorfor Stromboli ogsaa kaldes „det tyrrheniske Havs Fyrtaarn". Krateraabningen ligger 90 Meter lavere end Toppen og er som en kæmpemæssig Smeltedigel fyldt med en sejgflydende, næsten hvidglødende Lava. Lavamassen stiger og falder som en Gryde i Kog, og naar den stiger, ender det med, at der ud af Massen med eksplosionsagtig Voldsomhed slynges tætte Dampskyer, som puffer og river med sig Partier af Lavaen, der

*) Der kendes Udbrud fra 1183, 1285, 1381, 1682 og 1781, men desuden flere mellemliggende, saaledes det anførte store Udbrud 1669.

som et mægtigt Fyrværkeri af glødende Stenmasser slynges højt op i Luften. Dette gentager sig ganske regelmæssig med omtrent et Kvarters Mellemrum (A. Geikie). Saaledes har det, saavidt man ved, gentaget sig i Løbet af de sidste 3000 Aar. Man mente i tidligere Tid, at Barometerstanden havde megen Indflydelse, og at Udbruddene tiltog i Hæftighed og Hyppighed ved lavt Lufttryk, naar Dampskyen som en Fane førtes ud fra Bjergets Top, men nærmere Iagttagelser synes ikke at be-

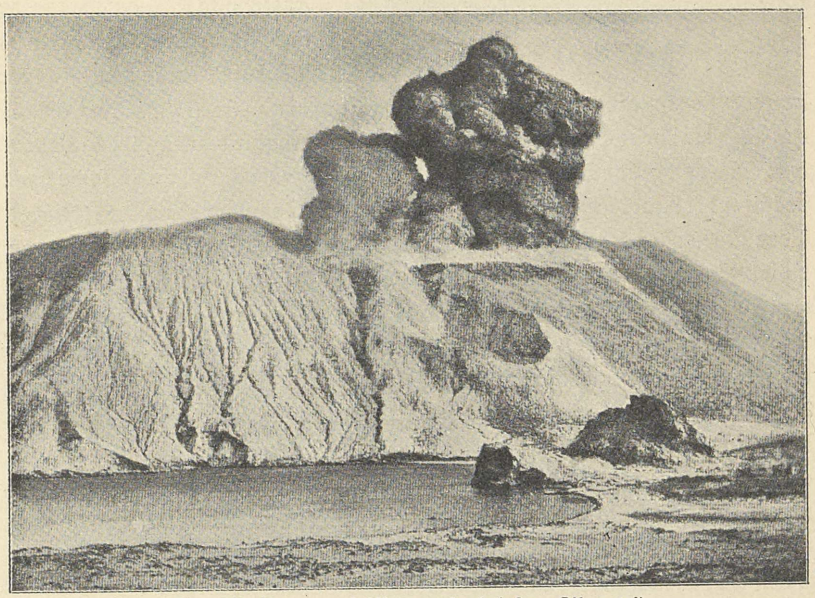


Fig. 80. Volcano i Virksomhed (efter Silvestri).

kræfte en saadan Sammenhæng. Fiskerbefolkningen paa Øerne i Omegnen af Stromboli tror dog sikkert herpaa og er overbevist om, at naar Stromboli viser Fanen, faar de Storm og Uvejr.

Andre Rækkevulkaner findes i Vulkanomraadet paa de græske Øer og i særlig Grad udpræget paa Island, som senere vil blive omtalt.

Naar vi nærmere som Eksempler vil betragte enkelte Vulkaners Virksomhed, ligger det nær først at henvende Opmærksomheden paa Vesuv, da den er en fra Oldtiden kendt Vulkan, for Tiden den eneste virksomme paa Europas Fastland, og dens Forhold baade under Hvile og fuld Virksomhed er forholdsvis nøje kendte og undersøgte.

Efter de tidligste Efterretninger fandtes der i Oldtiden et ringformig skovbeklædt Bjerg paa Vesuvs Plads. Det havde maaske nok en Gang

i forhistoriske Tider haft Udbrud, medens der levede Mennesker i Omegnen, men det var ganske glemt, og ingen tænkte paa, at dette Bjerg *Somma* kunde forvandles til en ildsprudende Vulkan. Ringvolden omsluttede en flere Kvadratkilometer flad Slette, som dækkede over den gamle Kraterbund. *Spartacus,* der en Tidlang med sin Hær af løsbrudte romerske Slaver bragte det romerske Rige til at knage i Fugerne (73—71 f. Chr.), havde i nogen Tid slaaet Lejr her. *Strabo* har godt et halvt Aarhundrede senere givet en ret tydelig Beskrivelse af Bjerget, hvad der i Forbindelse med Studiet af Naturforholdene har tilladt en Rekonstruktion af Bjergets Udseende, som vist i Fig. 81. Resterne af Bjerget staar nu tilbage som en halvmaaneformig Vold „Monte Somma" N. O. f. Vesuv. Efter Strabos Beskrivelse var Bjerget paa hans Tid dyrket helt op til Toppen udvendig, og indvendig skov- og kratbevokset. I Aaret 63 (e. Chr.) skete der et ret hæftigt Jordskælv, som ødelagde ikke saa lidt af de omkring Bjerget liggende Byer. Sporene af Jordskælvet kan man endnu se i Herculanums og Pompejis revnede og atter reparerede Mure. Nu hengik der nogle Aar i Ro, indtil der i Aaret 79 (e. Chr.) skete det verdensberømte voldsomme Udbrud, som er beskrevet i *Plinius* den Yngre's Breve til *Tacitus.* Udbruddet begyndte med voldsomme Jordskælv, og fra Bjergets Aabning rejste der sig en Dampsky, der hævede sig til en vældig Højde og udbredte sig foroven „som Toppen paa en Pinje". Dampene blev ledsagede af svære sorte Røgskyer bestaaende af opslynget vulkansk Aske og Lapilli. Hele den sydvestlige Væg af Somma styrtede sammen og blev pustet væk, og indenfor rejste sig et helt nyt Bjerg i Vesuvs kegleformige Krater, som vist i Fig. 82. Byerne Herculanum, Pompeji og Stabiæ blev begravede af de Slammasser, som opstod af den nedstyrtende Regn og de i uhyre Mængder nedfaldende Aske- og Lapillimasser. Herculanum blev delvis ogsaa dækket af Lava. En Mængde Mennesker blev dræbte. Den i vor Tid stedfundne Udgravning af disse Oldtids Byer har som bekendt ydet overordentlig interessante Oplysninger om den romerske Oldtids Kultur, Kunst og daglige Liv.

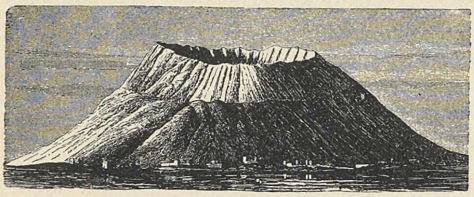


Fig. 81. Somma før 79 e. Chr. (efter B. Cotta).

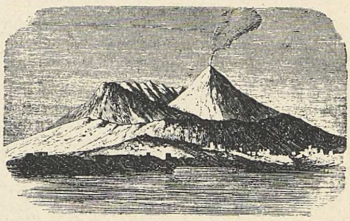


Fig. 82. Vesuv og Somma efter Udbrudet Aar 79 (efter B. Cotta).

Siden Plinius' Dage har Vesuv haft mange Udbrud afløste af Hvileperioder, af hvilke den ældste strakte sig over næsten 500 Aar til 1631, Bjerget var i disse Aarhundreder blevet helt bevokset og delvis opdyrket. Inde i Krateret fandtes saaledes en mægtig gammel Egeskov og kun paa enkelte Steder fandt der Dampudvikling Sted fra smaa Fumaroler, der antydede, at den gamle Kæmpe endnu ikke var helt hensovet. Men den 16. Dec. 1631 revnede Vesuv under stærke Jordskælv og udgød Strømme af Lava i Dalen mellem Vesuv og Somma, den saakaldte

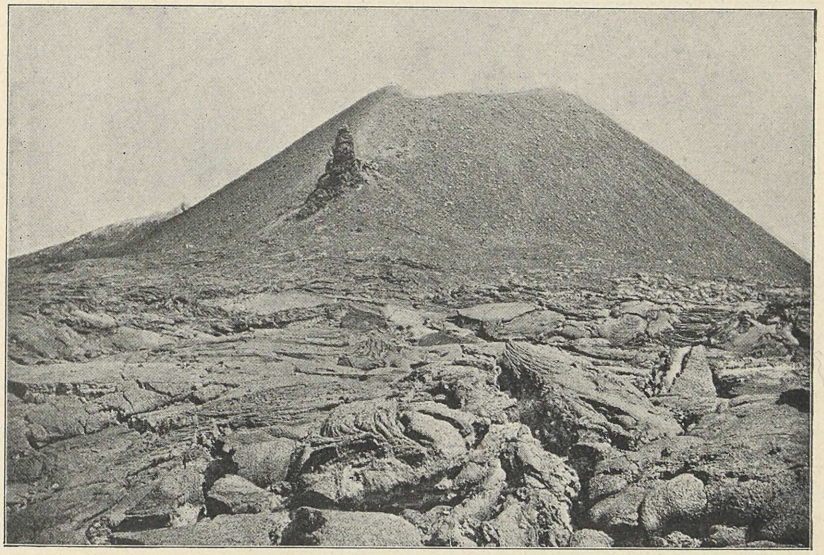


Fig. 83. Vesuv efter Udbrudet 1872. I Baggrunden Askekeglen med et lille Adventivkrater paa Siden. I Forgrunden en stivnet Lavastrøm (efter Fot.).

Atrio del Cavallo. Der blev udkastet en Mængde Aske og vulkanske Bomber, der endog blev slynget 20 Kilometer bort fra Bjerget. To Dage senere frembrød der fra Krateret en vældig Lavastrøm, der delte sig i flere Arme og flød mod Sydvest ud i Havet, idet den paa sin Vej ødelagde en Mængde Landsbyer og dræbte over 3000 Mennesker. Senere hen har Vesuv haft Udbrud, blandt hvilke et særlig heftigt i 1794. Af dette har en berømt tysk Geolog, *Leopold v. Buch,* der var Øjenvidne dertil, givet en meget levende Beskrivelse omtrent i følgende Ord: „Den 12te Juni 1794 skete der om Natten et hæftigt Jordskælv, som mærkedes over den største Del af Italien, men endnu viste Vesuv ingen foruroligende Tegn. Men 3 Døgn senere, ogsaa om Natten, mærkedes i Neapel pludselig et voldsomt Jordstød, saa at flere Huse revnede. Umiddelbart derefter oplystes Himlen af et stærkt Ildskær i Retning af Vesuv. Der var gaaet Hul paa Bjerget ved Foden af Keglen, og helt fra Neapel

kunde man se, hvorledes Lavaen styrtede ud i buede Straaler som et pragtfuldt glødende Springvand. Man hørte en heftig Brusen, Bjerget rystede, og det ene Jordskælv fulgte ovenpaa det andet. I Neapel opstod en voldsom Panik, og Folk styrtede forvildede om i Gaderne. Paa Bjerget fremkom der stadig nye Aabninger, udaf hvilke Lavastrømmene vældede. En mægtig Strøm, der bevægede sig med en Hastighed af omtrent en Kilometer i Timen, banede sig Vej til Havet og ødelagde Byen Torre del Greco, hvorved 18000 Mennesker blev husvilde. Da

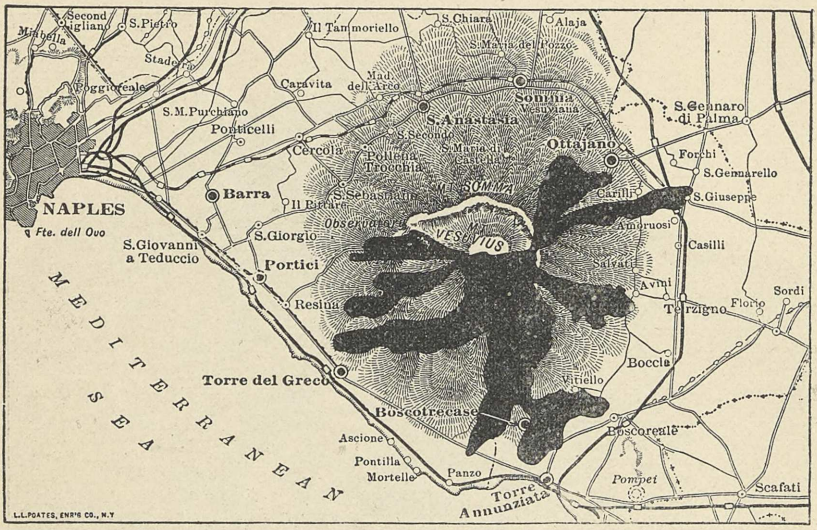


Fig. 84. Kaart over Vesuvs Lavastrømme fra Udbrudet i April 1906. De sorte Masser er Lava.

Lavastrømmen naaede Havet, bragte den glødende Masse Vandet i Kog, og uhyre Mængder af Fisk og dræbte Havdyr flød op. Om Dagen var det paa Grund af Askefaldet saa mørkt i Neapel, at man ikke kunde se Vesuv. De fra Vulkanen udslyngede Vanddampe, der faldt ned som en hed Regn, dannede sammen med den nedfaldende Aske en dejgformig Masse, som dækkede alt, og ved sin Vægt knuste Husenes Tage, brækkede Træernes Grene og ødelagde al Plantevækst."

Et senere betydeligt Udbrud havde Vesuv i 1872, hvorved Byerne Massa og San Sebastian paa Bjergets Sider blev ødelagte, og endelig i April 1906 fandt et Udbrud Sted, der af flere regnes for at være det voldsomste, der har været siden Plinius' Dage. Paa hosstaaende Kort, Fig. 84, er gengivet de Strækninger, der ved Udbrudet i April 1906 blev bedækket med Lava, men langt betydeligere Landstrækninger tog Skade ved det uhyre Askefald, der overdækkede mere end 77,000 Hectarer, dels Vingaarde og Kornmarker, dels Skove. Pengeværdien af

de ødelagte Huse, Afgrøder o. s. v. er anslaaet til 60 Millioner Francs. Den udslyngede Mængde Aske og Lapilli udgør flere Millioner Kubikmeter. Professor *Matteucci*, Vesuvs uforfærdede Vogter, blev under hele Udbrudet paa sin Post i det stærkt truede Vesuvobservatorium. Man angiver, at Udbrudet var begyndt de første Dage i April 1906, men Professor M. har gjort opmærksom paa, at det i Virkeligheden begyndte den 27. Maj 1905, da der paa den Dato paa Vulkanens Side skete et

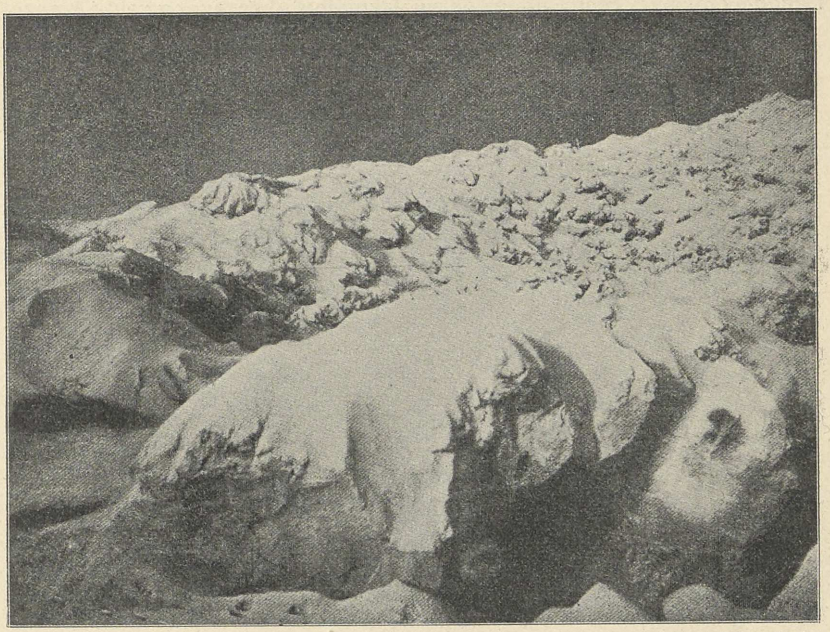


Fig. 85. Askelag paa gamle Lavastrømme ved Vejen til Vesuv (efter Schwahn).

mindre Udbrud, der sendte en Lavastrøm ned i Atrio del Cavallo. Fra den Tid af lige til det store Udbrud i 1906 var Vulkanen ikke i Ro, og efterhaanden begyndte den indre Uro ogsaa at give sig til Kende i selve Krateret ved smaa Eksplosioner, der kastede vulkansk Aske til Vejrs. I Vinteren 1905—6 skete der stadig Lavastrømninger gennem nyaabnede Adventivkratere, men disse Udbrud var dog uden skadelige Følger og var ligesom velarrangerede Skuespil for de mange Turister fra Alverdens Lande, der opholdt sig Vinteren over i Neapel. Men Onsdagen den 4. April 1906 hævede der sig pludselig fra Krateret en mægtig mørk Røgsøjle, og Askefaldet begyndte og mærkedes helt over til Neapel. Det var Indledningen til det store Udbrud, der nu skulde finde Sted. Den 6. April iagttog man, at der paa Sydøstsiden af Keglen havde dannet sig en ny Udbrudsaabning, en uhyre Mund, gennnem hvilken den syge Jord lettede sit beklemte Indre ved at udspy glødende Lava,

der i mægtige Strømme tog Vejen nedad Bjergets Side henimod Byen *Boscotrecase*. Udbrudet fortsattes med stigende Voldsomhed, Lavaen naaede Boscotrecase og fejede alt væk foran sig. Vinden bar de fra Krateret udpustede mægtige Askemasser mod N. O., og Byerne *S. Guiseppe* og *Ottajana* blev udsatte for en saa kraftig Overdyngen med Aske og Lapilli, at de aflejrede Massers Vægt knuste Tagene og bragte Husene til at styrte sammen. Fuldstændig bælgravende Mørke indhyllede Egnen omkring Vesuv under den voldsomme Askeregn, og selv i Neapel

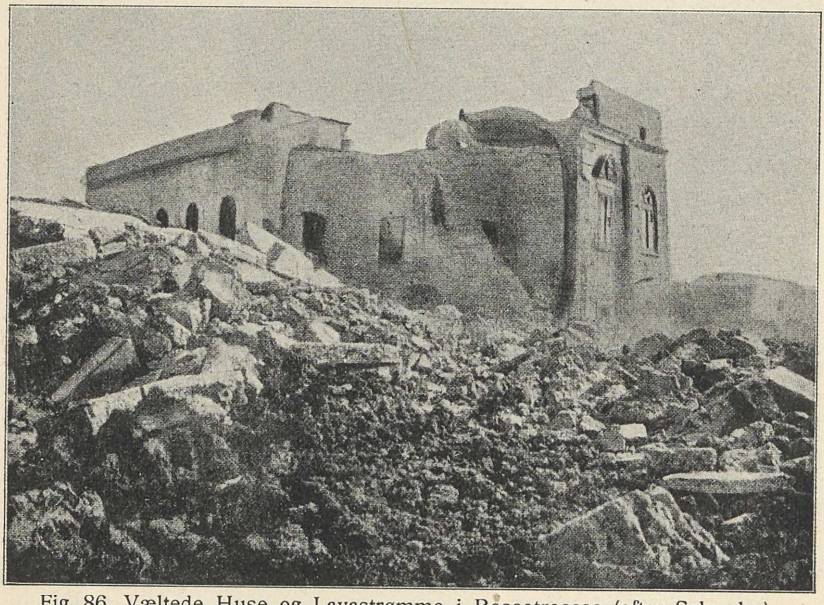


Fig. 86. Væltede Huse og Lavastrømme i Boscotrecase (efter Schwahn).

var hele den almindelige Virksomhed i Byen standset. Asken laa som et 15 ctm. tykt Lag i Gaderne og forhindrede Vogn- og Sporvogns-Færdsel, og Vægten af Asken paa Taget bragte den store Torvehal paa Monte Oliveto til at styrte sammen, hvorved flere Mennesker omkom. Endnu værre var Forholdet i de ved Vulkanen nærmere liggende mindre Byer. I *Torre del Greco* laa Asken i 30 ctm. tykke Lag og truede alt med Ødelæggelse. Beboerne, der til Lands var afskaarne ved Askefaldet, blev afhentede paa Krigsskibe og bragte i Sikkerhed. Militæret bragte ogsaa Hjælp, og de norditalienske Soldater, der har nordisk Blod i sig (Lombardiet) og er af bedre Stof end de fejge Sydboer, blev udkommanderede og kæmpede som Helte mod Lava og Aske med Skovl og Spade for at frigøre Husenes Tage for de tyngende Askelag og frelste mange Menneskeliv. Fig. 85 gengiver et Fotografi af den med hvidgraa Aske bedækkede Egn ved Turistvejen fra Neapel til Vesuv.

Lavaen, der brød sin Vej gennem Boscotrecase, væltede Husene og bragte alt brændbart til Antændelse. Strømmen, der gik gennem Byen, var omtrent 200 Meter bred og 5 Meter tyk. Overfladen afkøledes forholdsvis hurtigt, saa at den smeltede Lava efter faa Timers Forløb var bedækket med en 15 ctm. tyk Skorpe, der var saa stærk, at den kunde bære Mennesker uden synderlig Fare for at plumpe igennem, skønt man gennem Revner i Skorpen kunde se den rødglødende Lava og let

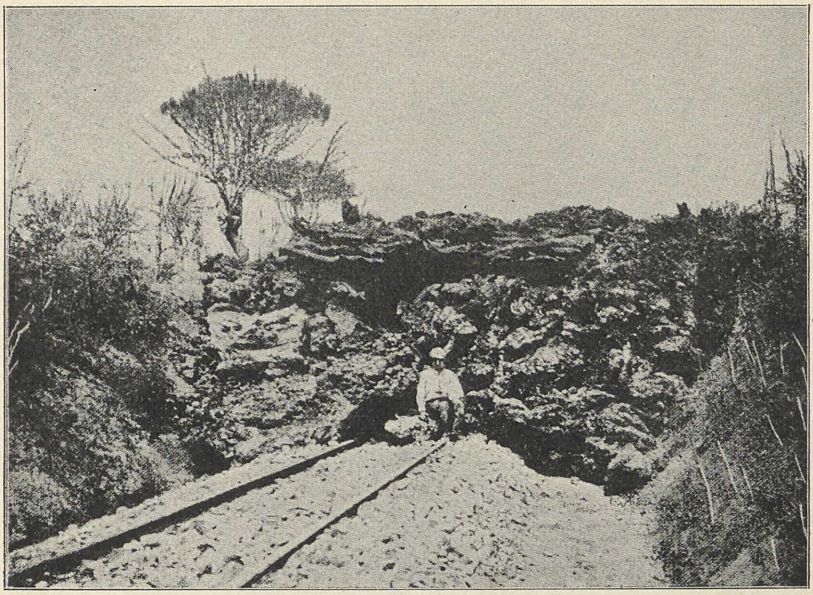


Fig. 87. Lavastrøm stivnet i Jernbaneudskæringen i Boscotrecase (efter Schwahn).

tænde sin Cigar ved den underjordiske Ild. Lavastrømmen bevægede sig med en ret stor Hastighed — omtrent 10 Meter i Minuttet — og fyldte paa en Strækning af 200 Meter Jernbaneudskæringen ved Boscotrecase, hvoraf Fig. 87 gengiver et Fotografi. Mærkeligt nok var de vældige Askefald denne Gang ikke ledsagede af Regnskyl, saa at der ikke opstod de ødelæggende Slamstrømme, der ellers karakteriserer Vesuvs Udbrud. Dette bidrog meget til at holde Ødelæggelserne indenfor visse Grænser, skønt de, som angivet, var store nok endda. Ligesaa voldsomt som Udbrudet havde taget paa Veje, ligesaa hurtigt hørte det op igen. Befolkningen vendte snart tilbage til de hærgede Hjemsteder og søgte at reparere de ødelagte Huse og opdyrke de askedækkede Marker, men der vil gaa Aaringer hen, inden Sporene helt forsvinder og Tabene erstattes. Vesuvs Askemasser er dog af meget frugtbar Beskaffenhed. Naar de tilstedeværende Plantegifte (Jernklorid m. m.) er blevet udvaskede af Regnen, skyder det grønne snart frem i bugnende Fylde,

takket være Italiens Klima og blandt andet ogsaa den forholdsvis store Mængde Kalisalte og Fosfater, Asken indeholder.

Medens Vesuvudbrudene trods de Variationer, der kan finde Sted til forskellige Tider, er særlig karakteristiske ved den stærke Produktion af løse Masser (Aske og Lapilli), og Lavaudstrømningen i Reglen kun spiller en underordnet Rolle, findes der andre Vulkantyper, hvor det modsatte er Tilfældet, hvor der saa godt som ikke frembringes Aske og Dampe, men kun Lava. Vi kan i saa Henseende gaa over paa den anden

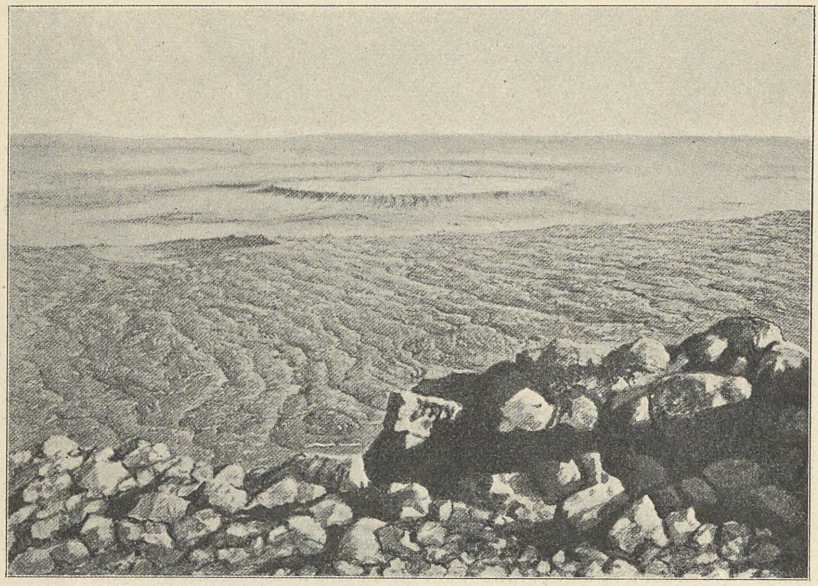


Fig. 88. Udsigt over Kilaueas Kratere (efter Friedländer).

Side af Jordkloden til Sandwichøerne med deres mægtige Vulkaner, der frembyder et ganske andet Billede end det kegleformige, rygende og askespyende Vesuv. Sandwichøerne er næsten alle af vulkansk Natur og opbyggede ved at det ene Basalt- og Lavalag er flydt ud og har aflejret sig ovenpaa det andet. Den største af Øerne Hawaii bærer Jordklodens højeste virksomme Vulkan *Mauna-Loa* (4170 m.). Bjerget har Form som en ganske flad Kuppel, hvis øverste Parti er bedækket med evig Sne, og paa hvis Side der findes en selvstændig kuppelformig Vulkan *Kilauea* (1200 m.). Desuden har Hawaii andre anselige virksomme Vulkaner *Mauna-Hararai* og *Ponahohoa*. Kilauea, der er let tilgængelig, er særlig bekendt paa Grund af sit Kraters mægtige Størrelse og den til Tider vældige Lavaproduktion, medens der næsten ikke fremkommer synlige Dampe og slet ikke Lapilli og Aske*).

*) I 1789 fandt der dog et eksplosionsagtig Udbrud Sted, hvorved der skete en stærk Udkasten af Pimpsten og Lapilli, der dræbte en Del Hawaiikrigere af Kamehameha den førstes Hær.

Naar man fra Hawaiis Nordostkyst bevæger sig op ad Kilaueas flade Skraaning for at bestige Bjerget, kommer man først gennem store opdyrkede Strækninger, bevoksede væsentlig med Sukkerrør, og dernæst gennem en smuk Skovregion med en Mængde tropiske og subtropiske Vækster i rig Fylde. I henved 1000 Meters Højde over Havet hører Skoven op, og Egnen bliver efterhaanden mere øde og hedeagtig. Lavaen stikker mere og mere igennem, indtil man endelig staar ved det vældige omtrent ellipseformige Krater. Der er her egentlig tre Kratere, det ene inden i det andet, hvoraf i Almindelighed kun det inderste, det

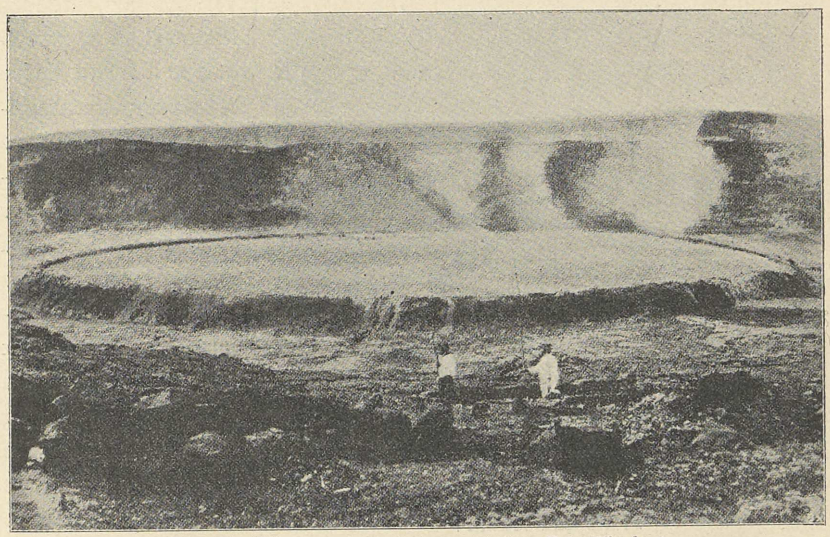


Fig. 89. Kilaueas indre Krater (efter Friedländer).

tredie, er virksomt. Det ydre — primære — Kraters Omfang er 12,5 Kilometer og dets største Tværsnit 4,7 Kilometer. Krateret danner en stor Kedeldal begrænset af Kratervæggene, der dels som stejle Volde, dels som Terrasser sænker sig ned mod den flade kun svagt indbuede Kraterbund. Kratervæggene bestaar af sorte undertiden ogsaa brunsorte og rødbrune Lavalag, saaledes at man i nogen Afstand bliver fristet til til at antage, at Kratervæggene er dannet af sedimentære Aflejringer. Kraterbunden bestaar af glinsende sort Lava, der dækker over en Strækning af næsten 10 Kvadratkilometer. Heri findes nedsænket det 2det — sekundære — Krater, hvis Bund i Almindelighed ligger 20 Meter under den første Kraterbund. Efter større Udbrud er dette Krater omgivet med en Vold af størknet Lava, som man kan se paa Fig. 89, men denne Ringvold plejer i roligere Tider næsten helt at forsvinde ved Indstyrtning i Krateret. Kraterets Tværsnit er c. 750 Meter. Under almindelige Forhold findes inden for dette Krater et mindre — det tertiære

— Krater, der altid er i Virksomhed. Naar Vulkanen derimod er i større Bevægelse, fyldes hele det sekundære Krater med smeltet tyndflydende Lava, der under brusende Larm kan presses ud fra Kraterbunden som glødende Springvand og som ildflydende Vandfald kan strømme ud over Kratervolden. I Reglen udtømmes Krateret gennem en eller anden underjordisk Kanal, naar Lavaen i længere Tid har været i Stigning, saa at de smeltede Masser sjældent nu til Dags løber ud over det primære Kraters Rand.

Kilauea er saaledes i noget vekslende Tilstand, men er dog altid i Virksomhed, medens Mauna-Loa har periodiske Udbrud. Disse er særlig karakteristiske ved de uhyre Lavastrømme, der udgydes, medens der ligesom ved Kilauea saa godt som ikke udslynges Askemasser og kun meget lidt af synlige Dampe. Fra Mauna-Loa kommer Lavaen nu sjældnere fra Kratertoppen, men i Udbrudsperioderne fyldes Krateret mere og mere med smeltet tyndflydende Lava, der stiger og stiger, indtil Trykket er blevet saa stort, at den bryder og smelter sig Hul et eller andet Sted et Stykke under Toppen højt oppe paa Bjergets Side flere tusinde Meter over Kilaueas Krateraabning, der kun ligger 32 Kilometer derfra. Man kender saadanne voldsomme Udbrud fra 1852, 1855, 1859, 1881 og 1885. Ved det sidstnævnte Udbrud dannede der sig paa Bjergsiden i en Højde af henimod 4000 Meter af smeltet Lava nogle vældige Springvand, hvorfra de glødende Strømme flød sammen til en Lavaflod, der var op til 20 Kilometer bred og med en Gennemsnitstykkelse af 35 Meter løb næsten 100 Kilometer ned ad Bjergets svagt hældende Side. Det mest forunderlige er, at Kilaueas rolige Virksomhed tilsyneladende slet ikke berøres af Mauna-Loas Luner, skønt den Lava, de udgyder, er af samme Art.

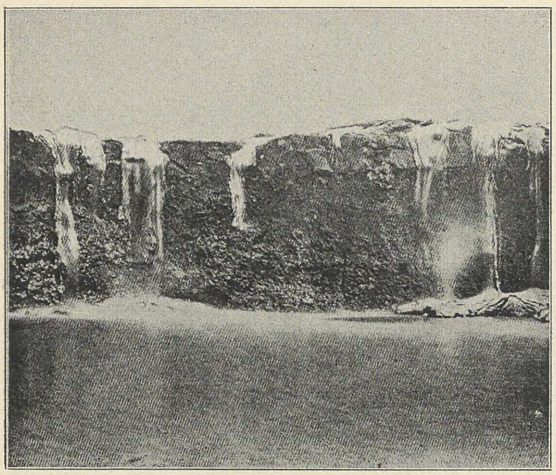


Fig. 90. Lavakaskade udover en Fjeldvæg. Nær ved Hilo paa Hawaii.

Langs hele den vestlige Side af det stille Ocean findes et Bælte, hvor den vulkanske Virksomhed er særlig fremtrædende. Det strækker

sig fra Sydspidsen af Kamtschatka over Japan og Philippinerne lige ned til Sundaøerne. Sumatra og Java er stærkt vulkanske, og paa en lille Ø i Sundastrædet findes Vulkanen *Krakatau,* som i 1883 havde et vældigt Udbrud, der fortjener særskilt Omtale som Type paa de eksplosive Eruptioner. Det er dog trods sin Styrke ikke det voldsomste, der kendes fra disse Egne. Vulkanen *Tambora* Øst for Java havde i 1815 et Udbrud, hvis Virkninger var endnu mange Gange stærkere end Udbrudet af Krakatau, men det er kun ufuldstændig kendt og beskrevet.

Krakatau ligger midt i Sundastrædet omtrent lige langt fra Java og Sumatra. Øen er nu kun 15 Kvadratkilometer stor, men havde før Udbrudet noget over den dobbelte Størrelse. Den var ubeboet og skovbevokset og bar en Vulkankegle af omtrent 820 Meters Højde. Man ved, at den havde haft et Udbrud i 1680, men iøvrigt var der ikke noget særligt at bemærke ved den fremfor de mange andre vulkanske Øer. I Slutningen af Maj 1883 iagttog man fra det tyske Krigsskib Elisabeth, der krydsede i Farvandet i Nærheden af Øen, at der fra Vulkanen hævede sig en kæmpemæssig Røgsøjle, hvis Højde maaltes at være 11000 Meter. Den vulkanske Virksomhed fortsattes i Løbet af Sommeren, og den 26. August mærkede man paa et engelsk Skib i Sundastrædet, at Vulkanens Virksomhed var stærkt forøget. Om Aftenen faldt der Aske helt over paa Sumatra, og om Morgenen den 27. indtraadte der et fuldstændigt Bælgmørke, som varede i 18 Timer. Her under var de nærmest liggende Dele af Java og Sumatras Kyster udsat for et voldsomt Nedfald af vulkansk Slagge, Pimpsten og Aske. Kl. 10 om Formiddagen d. 27. August mærkede man en utrolig heftig Eksplosion, hvorved største Parten af Øen Krakatau blev slynget i Luften. Havet kom i voldsomt Oprør, og en Bølge af 30 Meters Højde brød ind over Kysterne paa de nærliggende Landstrækninger og voldte de frygteligste Ødelæggelser, saa at der ved Oversvømmelsen i Forbindelse med Askefaldet paa Java, Sumatra og de i Sundastrædet værende Smaaøer blev dræbt 40000 Mennesker. Bølgen forplantede sig hele Jorden rundt, saaledes mærkedes den tydeligt paa Ceylon, Mauritius, i Kapkolonien og ved Aden. Endogsaa helt ind i Atlanterhavet paa Frankrigs Kyster og tværs over Stillehavet paa Amerikas Kyster mærkedes dens Virkninger. Man har beregnet Bølgens Hastighed til c. 600 Kilometer i Timen. Med en endnu større Fart (1000 Kilometer i Timen) bevægede de ved Eksplosionen frembragte Luftbølger sig rundt om Jorden, hvad der gav sig til Kende ved Barometer-Svingningerne. Luftbølgen, der gik Vesten om Jorden, mærkedes 10 Timer efter Eksplosionen i Berlin, og 16 Timer senere kom Luftbølgen, der var gaaet Østen om over Amerika, og dette gentog sig flere Gange. Selve Knaldet ved Eksplosionen hørtes rundt

om i en Afstand af 3400 Kilometer, hvad der vilde svare til, at man, hvis Eksplosionen havde fundet Sted i Wien, vilde have hørt Knaldet i Østgrønland, paa Madeira eller ved det kaspiske Hav. Egentlige Lavastrømme synes ikke at være fremkomne ved Udbrudet, men derimod anslaar den hollandske Geolog *Verbeek* Mængden af de udslyngede løse Udbrudsprodukter til 18 Kubikkilometer, hvad der vilde være i Stand til at dække hele Danmark med et Lag paa $^1/_2$ Meters Tykkelse. Efter andres Angivelser kommer man til endnu langt større Tal. Verbeek har studeret Forholdene efter Udbrudet meget omhyggelig, og hans Forklaring af, hvorledes Eksplosionen er gaaet for sig, har en høj Grad af Sandsynlighed. Den gaar nærmest ud paa følgende (*N. V. Ussings* Gengivelse): „I Løbet af det tre Maaneder lange Udbrud er lidt efter lidt den af gammel Lava bestaaende Jordskorpe, som bar største Delen af Øen, blevet svækket ved den stærke Ophedning, som efterhaanden smeltede eller blødgjorde den; den gik i Stykker paa flere Steder, hvad der viste sig ved, at Kraternes Antal forøgedes. Maaske har der samtidig paa Grund af de store Mængder Aske og Pimpsten, som Vulkanen udstødte, dannet sig et underjordisk Hulrum. Til sidst kunde Lavaskorpen ikke længere bære den Vægt, som hvilede paa den: det hele styrtede i Dybet, og Havet brød ind over de glødende Lavamasser. Hvad der saaledes forsvandt i Dybet, var ikke Smaating: paa den sydlige Del af Krakatau fandtes et massivt Lavabjerg paa 820 Meters Højde, som spaltedes langs en omtrent lodret Brudflade gennem Toppen, og den ene Halvdel fulgte med de nedstyrtende Masser. Ved denne Indstyrtning opstod Bølgebevægelsen, og den store Eksplosion fremkom, idet Havet pludselig fik Adgang til den glødende Lava.

Den store dybe Indsænkning mellem de tre nuværende Krakatau-Øer er saaledes et „Indstyrtningskrater". Man kender adskillige lignende, milebrede Kraterindsænkninger (paa de azoriske Øer, ved Santorin i det ægæiske Hav o. fl. St.), om hvilke man tidligere troede, at de var opstaaede ved uhyre Eksplosioner, som havde slynget hele den indenfor Ringvolden liggende Del af Jordskorpen op i Luften. I saa Fald vilde disse Kraterindsænkninger bære Vidne om en Fortids-Vulkanvirksomhed af eksempelløs Styrke; men efter al Sandsynlighed er de ligesom Krakatau opstaaede ved Indstyrtning af Jorden omkring virksomme Kratere af betydelig mindre Omfang."

Islands Vulkaner.

Intetsteds paa Jordkloden er der udfoldet en saa mægtig vulkansk Virksomhed som paa Island. Øen er helt opbygget af Vulkaner, som allerede i den tertiære Tid begyndte deres Værk; senere hen er den

vulkanske Virksomhed aftaget en Del, men endnu kendes der paa Island over 100 Vulkaner, der har haft Udbrud siden Istiden, og 25 af dem har haft Udbrud i den historiske Tid. Omtrent 12000 Kvadratkilometer dækkes af postglaciale Lavamarker, der ligger rundt om i Landet i store Pletter omkring de Vulkaner, hvorfra de stammer. Vulkanerne er ordnede i Rækker paa Spalter, der gaar i et Bælte tværs igennem Landet fra Sydvest til Nordøst, hvortil paa Nordlandet slutter sig en anden Række Spalter i Retningen Syd til Nord. Alle tre Vulkanformer optræder paa Island; her findes baade Askekegler, flade Lavakupler og i Særdeleshed Kraterrækker. Den største sammenhængende Lavamark paa Island er Udaadehraun paa Højlandet Nord for Vatnajøkel. Den er frembragt ved utallige Udbrud fra over 20 Vulkaner og dækker 340

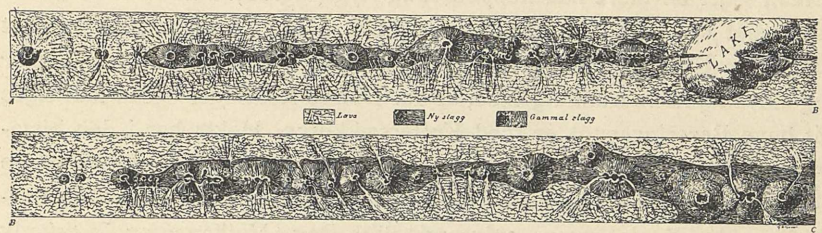


Fig. 91. Lakis Kraterrække (efter Helland).

Kvadratkilometer. Særlig karakteristisk for Island er Kraterrækkerne, blandt hvilke vi her hensætter et Grundrids af en Del af Lakis Kraterrækker (ved Skaftaa paa Sydlandet), der har en samlet Længde af 30 Kilometer og tæller omtrent 100 særskilte Kratere af forskellig Størrelse. Ved Udbrudet her i 1783 fremkom der den største Lavamasse, som kendes fra nogen europæisk Vulkan i den historiske Tid; Lavaen dækker over et Areal af 565 Kvadratkilometer og har et Rumfang af lidt over 12 Kubikkilometer.

Store Arealer paa Island er ogsaa dækket med vulkansk Aske, Slagger og Bomber, udkastede af Vulkanerne. Den fine Aske spredes ofte ved Udbrudene over en stor Del af Landet og føres undertiden af Vinden tværs over Atlanterhavet. Ved Katla's Udbrud 1625 førtes Asken til Bergen i Norge og ved Askja's Udbrud 1875 paa 11 Timer og 40 Min. til Vestkysten af Norge og paa 15 Timer til Stockholm. Udbrudenes Askeregn gør ofte stor Skade paa det beboede Land, Græsgangene tildækkes, og Kreaturerne dør af Hunger eller forskellige Sygdomme. Intet Udbrud har dog foraarsaget saadanne Ulykker som det omtalte Udbrud fra Laki's Kraterrække 1783. Vinteren efter og Foraaret 1784 fik Kreaturerne alle mulige Sygdomme af den usunde Føde og døde i massevis; paa mange Gaarde uddøde hele Kvægbesætningen, og paa

hele Island døde næste Aar af Hornkvæg 11500, Heste 28000, Faar 190500 ɔ: 53 % af alt det Hornkvæg, der fandtes, 77 % af Hestene og 82 % af Faarene; derefter fulgte en Hungersnød, der kostede 9500 Mennesker Livet, 1/5 af hele Befolkningen (efter *Th. Thoroddsen*).

Det fra Oldtiden berømte Hekla er beliggende paa den nordøstlige Rand af Islands sydlige Lavland i en Afstand af 53 Kilometer fra Havet og hæver sig til en Højde af 1557 Meter. Over 400 Kvadratkilometer af det omgivne Land dækkes her udelukkende af vulkanske Udbrudsprodukter fra Hekla og de i dets Nærhed beliggende Kratere. Landet hæver sig jævnt op mod Vulkanen, der staar paa en 22 Kilometer lang Fjeldryg.

Set fra Sydvest har Hekla et kegleformig Udseende, medens det set Siden viser en mere flad kuppelformig Ryg (Fig. 78). Selve Hekla er dels opbygget af Lava, dels sammendynget af Slagge og Aske, saaledes at det i sin Bygning er en Mellemting mellem de kegleformige Vulkaner og Lavakuplerne samtidig med, at det i visse Retninger ogsaa kan siges at have Berøringspunkter med Kraterrækkerne. Hekla har i den historiske Tid haft 18 Udbrud, og desforuden kendes flere Udbrud fra andre Vulkaner i Heklas Nærhed. Den bekendte islandske Geolog *Th. Thoroddsen* har i sin meget oplysende lille Bog „Vulkaner og Jordskælv paa Island" (Kbhvn. 1897) samlet de historiske Efterretninger om Heklas forskellige Udbrud, hvortil vi vil henvise interesserede; vi vil nøjes med efter samme Forf. at hensætte en Beskrivelse af det store Udbrud i Aaret 1845 (med ubetydelige Ændringer):

„Sommeren kom dette Aar meget tidlig; Jorden begyndte allerede at grønnes i April, og i Sommermaanederne herskede der en stærk Varme og Tørke. Efteraaret var ogsaa mildt. Tirsdag den 2. September 1845 var Fjeldene om Morgenen tilhyllet af tunge Skyer, saa at Hekla ikke kunde ses af de omkringboende. Kl. 9 Fm. hørte man nogle dumpe Knald, og man sporede en svag Jordrystelse; en dunkel Sky hævede sig over Hekla, og Kl. 11 begyndte Skyen at udsende en tæt Regn af graaliggule Slagger af et Rævehagls Størrelse. Himlen formørkedes, saa at det ved Middagstid var mørkt som den mørkeste Vinternat; man maatte tænde Lys i Gaardene, og de, der var ude, kunde med Nød finde hjem til deres Boliger; først henimod Kl. 3 blev det lyst som før. Det større, graalige Grus blev ved at regne ned i en Timestid, saa at det paa tør Jord kom til at ligge et Par Centimeter tykt; derefter faldt et vulkansk Sand, sort af Farve, med en svag, staalgraa Glans og ikke saa let som det tidligere Grus, der kunde flyde paa Vand.

Askefaldet fortsattes ogsaa næste Dag, saa at Jorden om Middagen den 3. September allerede var dækket af et 3 Centimeter tykt Lag

Grus, Sand og Aske; Asken førtes især mod Øst over Vester-Skaftafellssyssel; Vest for Hekla faldt der derimod ingen Aske. De dumpe underjordiske Knald, som i Nærheden af Hekla ikke syntes saa særlig stærke, hørtes dog næsten over hele Landet, ja selv paa den lille Grimsø Nord for Island. Efter at det havde klaret noget over Bygderne Vest for Hekla, kunde man se en Askestøtte, der hævede sig fra Bjergets Top, af og til belyst af et pludselig Glimt og for oven hældende mod Øst over Ubygderne.

Henved Kl. $7^1/_2$ Fm. den 2. September, efter et voldsomt Drøn, kom Genskinnet af Fjeldets glødende Indre til Syne midt i Dampene, og det saa ud, som en stedse voksende Flamme skød sig ud fra Fjeldets Top, store lysende Klippeblokke boltrede sig op og ned i dette rædselsfulde Baal, og i Mørket saas en Ildstribe af den udstrømmende Lava langs ad Heklas vestlige Side lige ned til Lavlandet. Asken blev af Vinden i de højere Luftlag drevet langt ud til Søs, og om Aftenen fik et Skib ved Shetlandsøerne Aske paa Dækket. Næste Morgen regnede der ogsaa Aske ned i Mængde paa et Skib ved Ørkenøerne; Asken har haft en Fart af 60—70 Kilometer i Timen. De nærmeste Floder svulmede stærkt op af Asken, Gruset og Pimpstenene, og Laksørrederne drev døde i Land i Hundredevis. Udbrudet fortsattes med aftagende Kraft til den 12. September, mens Lavastrømmen skred jævnt frem over Lavlandet ved Heklas Fod. Den 9. September havde Lavastrømmen endnu kun naaet omtrent 3 Kilometer fra Heklas Fod; men dens Bredde var betydelig. Lavaen var da begyndt at størkne noget, fordi der var Standsning i Tilstrømningen fra oven; men overalt saas dog det glødende Indre gennem Mellemrummene mellem de mørke, størknede Skorper, og stak man en Jernstang der ind imellem, blev den i faa Minutter glødende i Enden. Den udstraalende Varme var ogsaa saa betydeligt i et Par Favnes Afstand fra Lavaen, at man ikke kunde udholde den i det blotte Ansigt, og Folks Klæder, som var gennemvædede af Regn, tørredes i et Øjeblik.

Medens tykke Dampe udviklede sig af Lavamassen, skred denne langsomt fremad med Knagen og Bragen under uafbrudt Nedrullen af Brudstykker fra de opskudte Toppe og Kanterne. Betragtede man fra et højere Standpunkt det indre af Strømmen, saa man den glødende, tungtflydende Masse bevæge sig frem under den størknede Skorpe. Som smaa Bølger trængte den frem igennem Revnerne, og det saa ud, som naar smeltet Metal hældes ud af en Digel; men næsten i samme Øjeblik, som den udsattes for Luften, blev den overtrukket med en størknet Skorpe, som ved Dagslyset var blaalig sort, men i Mørke viste sig rødglødende. Naar Trykket af den ovenfra tilflydende Lava forøgedes

ved en eller anden Modstand, saasom en større Ophobning af det nedstyrtede Grus, kunde Lavaen stundom bryde igennem og bedække Jorden udenfor med en Masse luerøde Brudstykker, dannede ved dens øjeblikkelige Størkning. Slige uforudselige Gennembrud gjorde det farligt at komme Randen altfor nær.

Den 12. September forøgedes Udbrudene atter, og den 13. regnede det med Aske over de nærmeste Bygder. Hvor Græsset ikke var slaaet, visnede det, og Kaal i Haver blev fortørret og ødelagt; Kreaturerne mistede deres Føde og løb frem og tilbage paa Græsgangene, medens Mælken blev borte hos Køer og Malkefaar. Om Aftenen den 14. September hørtes Drønene saa stærkt 24 Kilometer borte nede i Bygden, „at Folks Hoveder næppe kunde taale det". De fulgte regelmæssig efter hinanden med et Minuts Mellemrum og efter hvert Drøn fulgte der en livlig Udvikling af sort Røg (Aske), men i Mellemrummene saa man kun hvidlige Dampmasser, uden Aske. De nærmeste Dage fortsattes Askeudbrudet paa samme Maade, og Drønene var især heftige den 17. og 18., da de næsten uafbrudt varede i 36 Timer som de heftigste Tordenskrald, medens de store Kratere paa Bjergets Top syntes at udspy Flammetunger. Udbrudsvirksomheden fortsattes med smaa Afbrydelser paa lignende Maade med Udkasten af Aske og Fremstrømmen af Lava indtil den 27. November; da var alt ophørt, baade Lavaudstrømningen og Askestøtten. Men den 30. November brød Lavaen atter frem lidt nordligere og strømmede i flere Dage ned ad Fjeldets Side over de tidligere Strømme.

I største Delen af December og indtil den 11. Januar 1846 var Heklas Virksomhed kun ringe; men da brød en frygtelig Askesøjle frem og udtømte sit Indhold over de nærmeste Bygder, og i den sidste Halvdel af Januar var Askefaldet af og til betydeligt. I Februar og Marts var Virksomheden som oftest svag, skønt Aske- og Lavaudbrudene enkelte Gange var ret betydelige; efter den 6. April var den vulkanske Virksomhed ophørt, og allerede den 10. var Lavastrømmen saa afkølet, at der bemærkedes Snepletter hist og her paa den neden for Krateret. Hermed var Udbrudet endt efter at have varet i over 7 Maaneder. Heklas Top kløvedes ved Udbrudet af en dyb Spalte med Retning fra SV. til NO., hvorpaa der opstod fem Kratere, der ligger et Par og tredive Meter under Toppen.

Den udkastede Masse Slagger, Sand og Aske var umaadelig; enkelte Steder havde Askelaget en Tykkelse af $^1/_3$ Meter. Isdækket paa den nærliggende Torvajøkel, der har et Areal af 100 Kvadratkilometer, var dels smeltet, dels tilsølet, og gamle Lavastrømme, hvorover der før havde været ufremkommeligt ved de skarpe Rygge og Spalter, var saa

tildækkede, at de lignede en jævn og flad Slette, hvoraf kun hist og her enkelte højere Lavatoppe stak frem. Den nye Lavastrøm havde en Længde af ca. 11 Kilometer, og Bredden, hvor den var tykkest, var ca. 5 Kilometer. Lavaens Tykkelse var fra 15 til 50 Meter og derover. Som vi før har set, er dette dog kun en middelmaadig Størrelse for en islandsk Lavastrøm. Den Skade, dette Udbrud anrettede, var ikke stor i Forhold til, hvad andre Udbrud har gjort, men dog følelig; til alt Held for Folk faldt den meste Aske i ubeboede Egne. Høhøsten var dog meget daarlig, og en stor Del af Kvægbesætningen i de nærmeste Herreder maatte slagtes. Kreaturerne blev ogsaa hjemsøgt af de sædvanlige Sygdomme, som følger med den usunde Føde, de faar under vulkanske Udbrud; men Skaden kunde dog ingenlunde sammenlignes med de Ulykker, som andre Udbrud har foraarsaget, især Udbrudene ved Skaftaa 1783."

Senere hen har Hekla flere Gange været urolig og har blandt andet haft Udbrud i Aaret 1878 uden dog at have anrettet nogen større Skade.

Vulkanske Forvarsler.

Som vi har set ved Beskrivelsen af de enkelte før omtalte vulkanske Udbrud, gaar i Reglen forud for det egentlige Udbrud en Varselsperiode af kortere eller længere Varighed. Man mærker ofte Jordskælv af tiltagende Styrke, og Vulkanen begynder „at ryge", d. v. s. udsende Vanddampe og Askemasser. Der er dog megen Forskel paa de forskellige Vulkaner i saa Henseende og ligeledes paa samme Vulkans Forhold til forskellige Tider. Undertiden giver de underjordiske Kræfter et Varsel længere eller kortere Tid i Forvejen for derefter tilsyneladende at hvile, saa at Iagttagerne falder til Ro igen. Meget karakteristisk i saa Henseende var Forholdene ved Opstaaelsen af Vulkanen *Jorullo* i Mexiko for c. 150 Aar siden.

Den berømte *Alexander v. Humboldt* besøgte Stedet i 1804 og senere har den engelske Vulkanolog *George P. Scrope* (1797—1876) ligeledes beskrevet Forholdene omtrent paa følgende Maade: *Velladolidsletten* mellem *Toluca* og *Colima* i Mexiko var i næstforrige Aarhundrede overordentlig frugtbar og dækket med rige Plantager. I Juni 1759 fandt der stærke Jordskælv Sted, der gentoges i Løbet af Juli for dog atter at ophøre i August, saa at Skrækken begyndte at fortage sig. Da Markarbejderne om Aftenen den 28. Sept. kom hjem til *Pedro Jorullos* Avlsgaard, opdagede de med Forbavselse, at deres store Straahatte var bedækkede med et tyndt Askelag. Om Natten skete Katastrofen. Paa en Strækning af 220 Kvadratkilometer hævede hele Sletten sig som en uhyre Bule, der snart slog en Revne, paa hvilken der dannede sig seks

store Kratere, hvor der for kort Tid siden havde været frugtbare Marker. Den højeste Top af Hovedkrateret naar nu 517 Meter op over det omgivende Land. Fra Kraterne udslyngedes Slagger og Aske og udgødes den ene Lavastrøm efter den anden, der bragte Ødelæggelse over Omegnen. Desuden skød der sig op rundt om paa Markerne omkring Vulkanerne kegleformige Smaahøje paa 3—4 Meters Højde ligesom brændende Muldvarpeskud, der snart aabnede sig i Spidsen og udsende Dampe og Røg, snart atter lukkede sig. Beboerne kaldte dem for „brændende Ovne" eller *hornitos*. Endnu ved Humboldts Besøg i 1804 var de i Virksomhed, men er nu „slukkede". De kendes ogsaa for andre vulkanske Egne og er saaledes beskrevne af Th. Thoroddsen fra Island. Udbrudet af „Jorullo", som Vulkanen blev kaldt, varede til Februar 1760 og tog derefter gradvis af, saa at Vulkanen nu for Tiden synes at være udslukt.

De Varsler, der gaar forud for de vulkanske Udbrud er dog ikke altid lette at tyde. Ved det frygtelige Udbrud af *Mont Pelée* paa Martinique i 1902 laa i St. Pierres Havn et italiensk Skib, som indtog Ladning. Da Vulkanen begyndte at røre paa sig, var Folk i Byen og i Omegnen ganske vist blevne meget ængstelige og havde begyndt at flygte bort fra Øen, men efterhaanden beroligedes man dog og antog, at der ikke var umiddelbar Fare paa Færde. Men Kaptejnen paa det italienske Skib, som kendte vulkanske Forhold fra Vesuv, havde udtalt, at Mont Pelée rummede en langt større Fare. Den 7. Maj afbrød han resolut Ladningen af Skibet og sejlede bort trods Befragternes Indsigelser. Dagen efter Kl. 8 om Morgenen udsendte Mont Pelée det vældige Pust af askeblandet, overhedet Vanddamp og glødende Luftarter, som i Løbet af faa Minutter dræbte 30000 Mennesker i St. Pierre og forvandlede Byen til en Brandtomt.

Selv fra saa nøje undersøgte Vulkaner som Vesuv kan der dog ogsaa ske Udbrud, naar man mindst aner det. Den berømte Vesuvforsker, Prof. *Palmieri*, havde Aftenen før det store Udbrud i 1872 forladt sit Observatorium paa Vulkanen for at gaa i Selskab, da han var overbevist om, at der var Fred og ingen Fare. Ud paa Natten revnede hele Krateret og udgød mægtige Lavastrømme som Indledning til det store Udbrud.

Vulkanske Eftervirkninger.

Den egentlige Udbrudsperiode af Vulkanerne kan, som vi har set, være af meget forskellig Voldsomhed og Længde. Derefter følger, naar den egentlige Eruption er forbi, de vulkanske Eftervirkninger, der ofte kan strække sig over meget lange Tidsrum. Ved selve Eruptionen udsender Vulkanen foruden Lava, Bomber, Slagger og Aske,

store Mængder af Vanddamp og forskellige Luftarter, og denne Luftudvikling kan fortsættes i Aarhundreder efter at Udbrudet er sluttet.

Sammen med Vanddampene udsendes under Udbrudene ofte Svovlsyre og Saltsyre og desuden forskellige flygtige Klorider saasom Salmiak, Natriumklorid, Ferriklorid, Cupriklorid, undertiden ogsaa Zinnober i mindre Mængder og yderligere Borsyre. Af Luftarter optræde under Udbrudet, og længe efter at det egentlige Udbrud er sluttet, Kulsyre, Svovlbrinte og Brint. Efter de udstrømmende Dampe og Luftartens Beskaffenhed har man givet Udstrømningsaabningerne forskellige Navne. *Fumaroler* afgiver væsentlig Vanddamp og staar saaledes i nært Forhold til de senere omtalte varme Kilder. *Mofetti* udsender fortrinsvis Kulsyre og *Solfatarer* navnlig Svovlbrinte og Brint. Der er dog ikke noget skarpt Skel mellem disse forskellige Former, og i Tidens Løb kan der ske store Forandringer i Forholdet mellem Mængden af de udviklede Luftarter og de fremkomne Dampe og i Luftarternes Sammensætning. I 1845 undersøgte *Bunsen* Udstrømningsprodukterne af en Fumarol ved *Krisuvik* paa Island. Han fandt, at den udstrømmende dampblandede Luft bestod af 82,3 % Vanddamp og 17,3 % iblandet Luft. I 1871 tog *F. Johnstrup* Prøve af de udstrømmende Masser paa samme Lokalitet. Nu indeholdt de udstrømmende luftblandede Dampmasser kun 0,3 % Luft. I 1845 bestod den udstrømmende Luft efter *Bunsens* Analyse af 87,4 % CO_2, 6,6 % H_2S, 4,3 % H og 1,7 % N. Medens den af Johnstrup indsamlede og af *O. T. Christensen* senere undersøgte Luft indeholdt 80,6 % N, 19,4 % O og altsaa ikke væsentlig afveg fra atmosfærisk Luft i sin Sammensætning [6]).

Ved Krisuvik fandtes altsaa i 1845 en „Solfatar", som stod paa Overgang til „Mofetterne", men i 1871 var den bleven til ren „Fumarol". Iøvrigt kan der være ret stor Variation i Luftarternes Beskaffenhed selv ved tæt ved hinanden beliggende Udbrudssteder.

Ved *Krabla* i det nordostlige Island opsamlede F. Johnstrup paa samme Dag i Sommeren 1871 Luftprøver fra to tæt ved hinanden beliggende Udbrudssteder Nr. 5 og 6. Ifølge O. T. Christensen's Analyse fandtes der i 100 Rumfang Luft i:

	Nr. 5:	Nr. 6:
H_2S	= 5,89 Rmf.	13,94 Rmf.
CO_2	= 68,80 —	63,52 —
H	= 15,59 —	11,71 —
N	= 9,72 —	10,82 —

Denne Forskel i Sammensætning er let forstaaelig, da Svovlbrinte let dekomponeres under Brintudvikling og Dannelse af Svovljern ved

at ledes henover ophedede jernholdige Bjergarter (fx. Basalt), dels ogsaa ligefrem dissocieres ved højere Temperatur i Svovl og fri Brint.

Svovlbrinteudvikling giver ved de vulkanske Eftervirkninger ofte Anledning til Svovludskillelser i mindre eller større Stil. Ved delvis Iltning opstaar Vand og Svovl: $H_2S + O = H_2O + S$ og ved fuldstændig Iltning Vand og Svovlsyrling: $H_2S + 3O = H_2O + SO_2$, der atter med Svovlbrinte giver Vand og Svovl: $SO_2 + 2H_2S = 2H_2O + 3S$.

Saadanne Svovludskillelser kendes fra *Krisuvik* paa Island, hvor de dog er uden større økonomisk Betydning, ligeledes fx. fra den udslukte Vulkan *Solfatara* ved Neapel, som havde et Udbrud i 1198, men siden har beskæftiget sig med den mere fredelige Svovlproduktion. Paa Sicilien findes ved *Girgenti* stærkt udnyttede Svovllejer fra Tertiærtiden. De var indtil for en Snes Aar siden det vigtigste Produktionssted for Svovl i Verden, men nu faas Svovl fra mange andre Steder særlig i U. S. (Kalifornien, Carolina m. fl. St.), New-Zealand og Java.

Borsyreindholdet i Dampene fra Fumarolerne ved *Sasso* og *Laderello* i Toskana har ikke ringe praktisk Betydning, selv om man nutildags ogsaa har andre Kilder til Fremstilling af Borsyre og dens Salte, fx. af *Boracit* ($Mg_3B_8O_{15}$) og af *Borocalcit* ($CaB_4O_7 + 6aq$) fra visse Saltlag i Europa (Stassfurth, Lyneburg m. fl. St.) og af andre Borater fra Salpeterlagene i Chile.

Kulsyreudviklingen ved Vulkanerne maa dog siges at spille den allerstørste Rolle i „Naturens Husholdning", da den her udviklede Kulsyre anses for det vigtigste Erstatningsmiddel for den af Organismerne og ved Forvitringen fastbundne Kulsyre. Der vil i senere Afsnit blive nærmere Lejlighed til at gaa ind paa dette Forhold. Ved de vulkanske Eftervirkninger udstrømmer der som nævnt ogsaa ofte betydelige Kulsyremængder fra Jordens Indre baade ved Fumarolerne og de varme Kilder og paa Steder, hvor den vulkanske Virksomhed iøvrigt tilsyneladende helt er ophørt. Som Eksempler paa Kulsyreudviklinger plejer man at nævne Hundegrotten ved Neapel, en Klippehule hvor der til Stadighed paa Grund af de vulkanske Ekshalationer findes et meterhøjt Lag af Kulsyre i Grottens Bund, medens Luften ovenover er ren, da den udviklede Kulsyre, naar den har naaet en vis Højde, flyder bort over Grottens Tærskel. Mennesker, hvis Aandedræt foregaar i den øvre atmosfæriske Luft, tager derfor ingen Skade ved at færdes i Hulen, medens fx. Hunde, der ikke kan naa op over Kulsyrelaget, kvæles. Giftdalen paa Java er et andet lignende Eksempel paa Kulsyreudstrømning. Flere Steder i Tyskland har man taget den naturlig udstrømmende Kulsyre i Industriens Tjeneste og ofte hjulpet paa Udstrømningen. Saaledes vindes henimod en Million Kubikmeter Kulsyre aarligt fra

et Borehul ved *Burgbrohl* (i Nærheden af Koblenz) i en gammel vulkansk Egn.

Varme Kilder forekommer almindelig i vulkanske Egne, men ogsaa paa Steder, hvor der ikke længere spores vulkansk Virksomhed. De egentlige koghede Springkilder eller *Geysere* findes dog kun paa Steder med udpræget vulkansk Virksomhed, eller hvor denne først for nylig er ophørt. Selve Springkildefænomenet er nærmest at ligne ved den stødvise eksplosive Kogning, som let indtræder i en ophedet Beholder, hvor Vædskesøjlen er forholdsvis høj i Forhold til Beholderens Vidde, fx. i et med Vand fyldt smalt Reagensglas. Vædsken bliver her ved Bunden ophedet til noget over Kogepunktet, og naar de første Dampbobler har naaet at støde noget af Vædsken ud af Beholderen, forvandles paa en Gang en større Mængde af Vædsken til Damp, der med eksplosionsagtig Voldsomhed kan udkaste Resten af Vædskemassen af Røret. Saaledes har Geyser paa Island et Rør, der er c. 3 Meter vidt og c. 20 Meter dybt. I Almindelighed er Vandets Temperatur i det af Kiselsinter opbyggede Bassin, der omgiver Rørets Munding, c. 80 °, medens Vandets Temperatur i Dybden er 127 °. Omtrent en Gang i Døgnet udkaster Geyser en dampblandet Vandmasse, der som et Springvand stiger 30—40 Meter til Vejrs. Andre mindre Springkilder og koghede Kilder findes i Omegnen af Geyser. Deres Virksomhed paavirkes i Almindelighed temmelig stærkt af de vulkanske Udbrud. Saaledes var selve Geysers Virksomhed i Løbet af forrige Aarhundrede blevet meget svagere end tidligere, saa at den kun „sprudede“ med Ugers Mellemrum, men efter de store Jordskælv i 1896, der rystede Sydlandet, kom Geyser i fornyet Virksomhed, saa at den i Begyndelsen havde Udbrud flere Gange i Døgnet.



Fig. 92. *Giant-Geysir* i Udbrud. Yellowstone Park. U. S. (efter Fot.).

Det største Geyseromraade i Verden er i de forenede Staters „Nationalpark“ i Yellowstoneomraadet ved Rocky-Mountains. Her findes omtrent 60 Springkilder og c. 3000 Fumaroler og Dampkilder. I Fig. 92 er gengivet et Udbrud af en af de største Springkilder: Kæmpekilden (Giant-Geysir). Den af Kiselsinter opbyggede rørformige Munding ses ogsaa tydelig. Det varme kulsyreholdige Vand har nemlig megen Evne til at opløse Stenarterne, som det kommer i Berøring med. Silikaterne kan dekomponeres, og den opløste Kiselsyre kan afsættes som Kiselsinter omkring Kildens Udløb, hvorved der kan opstaa Bassiner og

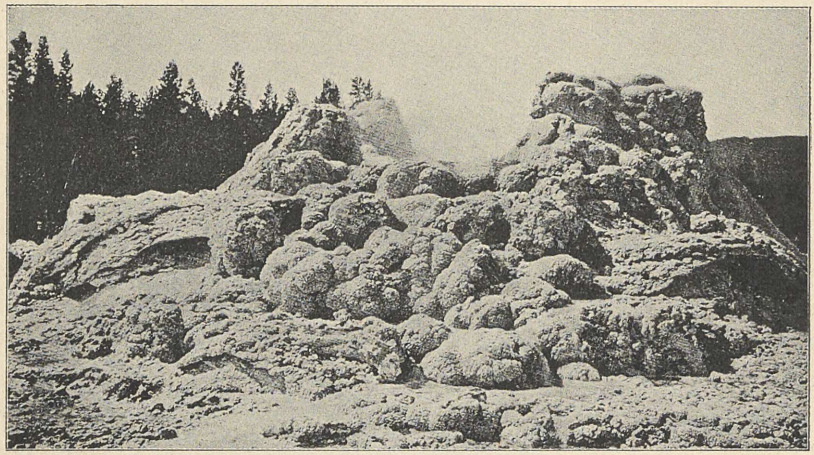


Fig. 93. Kiselsinter omkring *Castle-Geysir*. Yellowstone Park. U. S. (efter Fot.).

kraterlignende Udbrudsaabninger af meget varierende Art. I Fig. 93 findes en Afbildning af en saadan kraterlignende af Kiselsinter opbygget Kegle omkring „Castle-Geysir“ i Yellowstone Parken.

Meget bekendt er ogsaa *Mammoth Hot Springs* samme Steds, som udmærker sig ved en pragtfuld Afsætning af Kiselsinter i flere Terrasser paa over 100 Meters Højde, der har en Udstrækning af 3—4 Kilometer.

New-Zealands vulkanske Nordø frembyder lignende Fænomener som i Yellowstone Parken i visse Henseender i endnu større Maalestok. Her findes en Mængde Fumaroler og adskillige sprudende Geysere, kogende Dyndpøle og varme Kilder, hvis Vand ved at flyde ud over Skraaninger har givet Anledning til pragtfulde Kiselsinterterrasser. De berømteste, der fandtes ved den varme Sø *Rotomahana*, blev tilintetgjorte ved et vulkansk Udbrud i 1886, men ved *Orakei-Korako* ikke langt fra Auckland findes andre, som prises meget for deres Skønhed og som i 1906 blev fredlyste af Regeringen, og sammen med forskellige Geysere og varme Kilder er indlemmede i en Slags „Nationalpark“.

Varme Kilder, hvis Temperatur dog ikke naar Kogepunktet, spiller

særlig i Mellemeuropa en ikke ringe Rolle paa Grund af de i Vandet opløste Stoffer, der foraarsager, at Vandet dels kan bruges til indvendig Brug som Medicinalvand dels til Badning. Nogle af de vigtigste er Kilderne i Baden-Baden, der er 86° varm, „Karlsbader-Sprudel“ 75°, „Kochbrunnen“ i Wiesbaden 78°, „Kaiserquelle“ i Aachen 55°, yderligere i Ems, Teplitz, Gastein, Nauheim m. fl. St. Karlsbader-Kilderne er særlig berømte ved deres Kalkafsætning. Vandet indeholder desuden

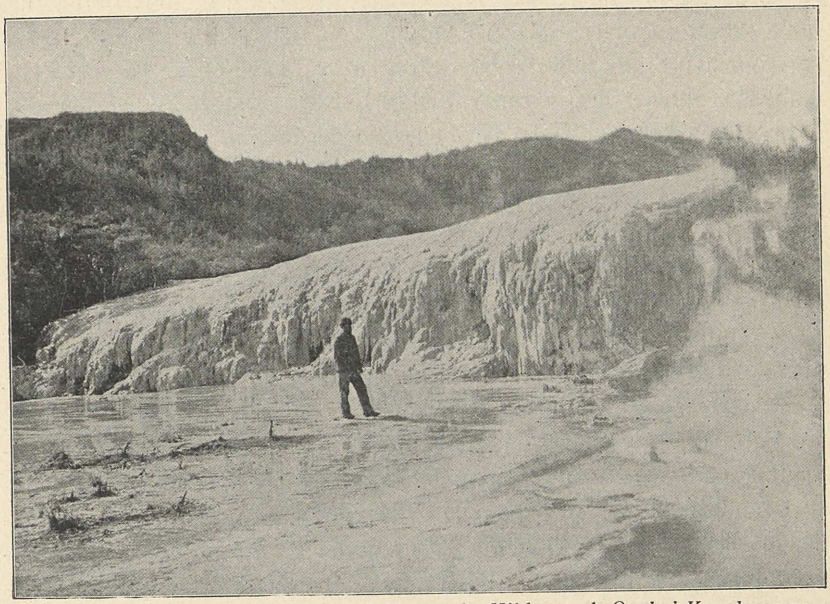


Fig. 94. Kiselsinterterrasser ved de kogende Kilder ved *Orakei-Korako* nær Auckland. New-Zealand (efter Fot.).

Calciumflorid opløst, og skønt det kun indeholder 1 Vægtdel Calciumflorid i 300000 Dele Vand, bortføres der dog med Vandet 125000 Kilogram Calciumfluorid aarlig foruden 0,5 Millioner Kgrm. Calciumkarbonat, 2,5 Millioner Kgrm. Natriumsulfat, 1,5 Millioner Kgrm. Natriumkarbonat, desuden Natriumflorid, Gibs o. fl. Salte.

Varmens Tiltagen med Dybden. Det geotermiske Maal.

Ved de varme Kilder og i endnu højere Grad ved de vulkanske Udbrud har man Lejlighed til at erfare, at der maa være en høj Temperatur under Jordoverfladen paa de Steder, hvor det kogende Vand eller det ildflydende smeltede Lavamasser kommer fra. Men det er ikke godt muligt herved at erfare noget om, hvor hurtig Varmen tiltager med Dybden, da man ikke ved, fra hvilken Dybde det ophedede Vand eller Lavaen kommer. Man er derfor henvist til at benytte de kunstige Ud-

gravninger saasom Tunneller, Bjergværksskakter og Brønde, i hvilke man samtidig kan maale Dybden under Overfladen og Temperaturen af Jordlagene.

Den lærde Jesuit *Athanasius Kircher* udgav for omtrent 250 Aar siden i Amsterdam et stort og pragtfuldt udstyret Værk „Mundus subterraneus" d. v. s. den underjordiske Verden[7]). Værket indeholder i mærkelig velordnet Form en stor Rigdom paa geografiske, naturhistoriske, geologiske og fysiske Iagttagelser, der viser, at Forfatteren maa have været en højt begavet Mand, der var inde i hele sin Tids Viden, selv om han ogsaa delte Tidens Overtro og Fejltagelser. Han gør heri opmærksom paa, at i Gruber bliver Luften varmere og varmere, jo dybere man kommer ned i Gruben, naar der ikke er sørget for tilstrækkelig Lufttræk, der kan virke afsvalende. Da man senere hen fik Termometere, der var brugelige til den Slags Maalinger, viste det sig godt nok, at Kirchers Angivelser holdt Stik.

En af de første, der anstillede nøjere Maalinger, var *W. A. Lampadius* (1772—1844), der var Professor i Kemi ved Bjergværksskolen i Freiberg samtidig med A. G. Werner. Senere er det blevet bekræftet ved mangfoldige Maalinger baade i Bjergværker, Borehuller og Tunneller. Herved viser der sig følgende Forhold:

Varmegraden i Jordskorpens yderste Lag med Overfladen er afhængig særlig af Straalevarmen, der modtages fra Solen, og er saaledes varierende dels med Breddegraden, Stedets Højde over Havet, Jordoverfladens Hældning i Forhold til Solstraalerne m. m., og ligeledes af Bevoksningens Art, Jordbundens Farve, Fugtighedsgrad o. fl. Forhold. Solens Straalevarme naar dog ikke langt ned i Jordlagene, og graver man sig ned i Jorden, kommer man snart til et Punkt, hvor Døgnets Temperaturafvekslinger ikke længere gør sig gældende. Noget dybere nede mærker man heller ikke Aarets Temperaturveksel, men Jordlagene har en omtrent konstant Varmegrad, der svarer nær til paagældende Steds aarlige Middelvarmegrad (Luftvarme).

Som Eksempler herpaa kan anføres Middeltallene af en lang Række Iagttagelser (1873—1886) fra en Station ved Königsberg (efter *P. Volkmann*):

Dybde	Aarlig Svingning	Højeste Varmegrad indtraadte
2'*)	17,5°	2. August
4'	13,9°	15. August
8'	9,0°	8. September
16'	3,9°	26. Oktober
24'	1,7°	14. December

*) Maalene er „preussiske Fod". 1' = 0,314 Meter.

Ved Edinburgh er der anstillet flere Rækker lignende Maalinger baade i Sandjord og i Basaltklippe. Middeltallene af Iagttagelserne fra 1837—42 var:

Dybde	Aarl. Svingning Sandjord	Højeste Varmegrad indtraadte	Aarl. Svingning Basaltklippe	Højeste Varmegrad indtraadte
3'*)	10,1° C	13. August	8,2° C	19. August
6'	7,4° -	31. August	5,6° -	8. September
12'	3,8° -	13. Oktober	2,7° -	19. Oktober
24'	1,0° -	27. December	0,7° -	6. Januar

Ved Königsberg, der har et temmelig udpræget Fastlandsklima, er den aarlige Temperatursvingning i de øvre Jordlag (d. v. s. Forskellen mellem den højeste og laveste Temperatur) betydelig større end ved Edinburgh med sit udprægede Øklima, men i omtrent 8 Meters Dybde under Overfladen mærkes disse Temperaturvekslinger kun lidt, og *P. Volkmann* har beregnet, at ved Königsberg kan i en Dybde af 16 Meter under Jordoverfladen den aarlige Temperatursvingning kun være $^1/_{10}{}^0$ og ved 22 Meters Dybde $^1/_{100}{}^0$.

Den Dybde, man maa arbejde sig ned til for ikke at mærke nogen aarlig Temperatursvingning, er forskellig paa de forskellige Steder. Under Ækvator, hvor der ikke er saa stor Forandring i Lufttemperaturen Aaret rundt, behøver man i Almindelighed kun at gaa 6 Meter ned, medens man i Nordtyskland, som vi har set, maa gaa 20—25 Meter ned. Ved Jakutsk i Østsibirien, som har en aarlig Middeltemperatur af kun $\div 7{,}5^0$, men en temmelig høj Sommervarme og frygtelig Vinterkulde, fandt man ved en Brøndgravning, at Jorden 116 Meter under Overfladen endnu var $\div 3^0$, men ogsaa her mærkede man, at Varmen tiltog med Dybden.

Man har altsaa et vist Lag i forskellig Dybde hele Jorden rundt, hvori den aarlige Temperatursvingning ikke længere mærkes. Dette Lag ligger omkring Ækvator nær ved Overfladen, ved Polerne dybt nede. Gaar man dybere ned under dette Lag, vil man overalt mærke, at Temperaturen stiger med Dybden. Det Antal Meter, man skal ned under Laget for at faa 1^0 Tilvækst i Temperatur, kaldes det geotermiske Maal. De dybere Bjergværker, Nutidens store Tunnelforetagender og navnlig Dybdeboringerne, der udføres i praktisk eller videnskabeligt Øjemed, er velkomne Lejligheder for Geologerne til at bestemme det geotermiske Maal. Tidligere brugte man særlig at bestemme Grubeluftens eller Grubevandets Varmegrad i forskellige Dybder i Bjergværkerne og deraf at beregne Varmetilvæksten med Dybden. Dette

*) Maalene er „Pariser-Fod". $1' = 0{,}325$ Meter.

giver dog ikke saa nøjagtige Resultater som at maale selve Klippemassernes Varmegrad. I Bjergværker maa man helst vælge en Stolle*), som lige er bleven aabnet og derfor endnu ikke haft Lejlighed til i synderlig Grad at forandre Temperaturen ved Luftudveksling. I en af Klippesiderne borer man et helst flere Meter dybt Hul, der renses og fyldes med tørt Sand, hvori et passende Termometer anbringes. Ved Dybdeboringer — artesiske Brøndboringer — maa der ogsaa træffes særegne Foranstaltninger ved Anbringelsen af Termometerne i Borehullet, for at det virkelig kan blive de omgivende Jord- eller Stenlags Varmegrad, man kommer til at maale og ikke Temperaturen af det Vand, som maaske cirkulerer i Borehullet og maaske stammer fra en hel anden Dybde end den, hvor Termometeret er anbragt. Ved en stor Mængde saadanne Undersøgelser i Løbet af forrige Aarhundrede har det vist sig, at det geotermiske Maal er af forskellig Størrelse. Det kan variere betydeligt indenfor samme Dybdeinterval paa forskellige Steder, og selv i et og samme Borehul kan det være af forskellig Størrelse indenfor forskellige Dybdeintervaller. Ved et stort Antal Maalinger i tyske (særlig i preussiske) Bjergværker har man fundet som Middeltal for det geotermiske Maal 54,3 Meter, men det varierede mellem 15,5 M. og 115,5 M. I sachsiske Bjergværker fandt *Reich*, at det geotrm. Ml. var 41,8 M. Ved Schemnitz i Ungarn fandt man 41,4 M, ved Przibram i Bøhmen 65 M., ved Grenelle ved Paris 32,6 M., ved Mondorf i Luxemburg 28,6 M. og i England ved Newcastle 33,3 M., ved Manchester 33,3 M. o. s. v.

Denne Forskel i det geotermiske Maals Størrelse er navnlig begrundet paa, at de forskellige Stenarter har temmelig forskellig Varmeledningsevne, hvorfor man ogsaa stadig iagttager en Vekslen i den Hastighed, hvormed Temperaturen tiltager med Dybden, naar man borer afvekslende i godt og slet ledende Sten- eller Jordarter.

Et af Jordens dybeste Bjergværker er Adalbertigruben ved Przibram i Bøhmen. Her har man arbejdet sig over 1000 Meter ned under Overfladen for at forfølge en Malmgang, der væsentlig fører sølvholdig Blyglans og Zinkblende. Varmen naar i Grubens dybeste Parti 1070 Meter under Overfladen dog kun 21,8 °. Den Dybde man fra oven skal gaa ned for at faa 1 ° Varmetilvækst er først 97 M., dernæst 53, 172, 74, 52,8, 68,7, 57,7, 55,9, 135,5 og 82,7 Meter, altsaa meget vekslende.

Endnu dybere end ved Bjergværksforetagender er man naaet ned ved artesiske Boringer. En af de dybeste Boringer blev udført 1880—86 paa den preussiske Regerings Bekostning ved Schladebach i Nærheden af Merseburg. Den naaede ned til 1748 Meter under Over-

*) „Stoller" eller „Strækker" er de vandrette Minegange, „Skakter" de lodrette.

fladen og kostede 180000 Kr., altsaa c. 100 Kr. pr. løbende Meter i Gennemsnit. Temperaturen dybest nede var 57°. I Middeltal tiltog Varmen med 1° for hver 37 M., tog man derimod kun Hensyn til de dybeste 500 M., blev det geotermiske Maal 40 M. Varmen tiltog altsaa med Dybden, men ikke saa hurtigt i de dybere Lag som højere oppe. Boringen ved Schladebach havde desuden en særlig Interesse ved det smukke geologiske Profil gennem de forskellige Jordlag lige fra Nutidsdannelserne i Jordskorpen til den devoniske Formations Lag i Borehullets Bund.

Lignende Iagttagelser er gjorte ved de store Tunnelforetagender. Ved St. Gotthardt fandt *Stapff*, at det geotermiske Maal var 52 Meter og ved Mont Cenis fandt *Giordano* paa det nærmeste det samme Tal.

Det viser sig altsaa, at *Athanasius Kircher's* 250 Aar gamle Iagttagelse om at Varmen tiltager med Dybden, fuldt ud bekræftes ved de mangfoldige Undersøgelser, der er anstillet med Naturvidenskabens bedste Hjælpemidler i Nutiden, og at man som Middeltal af de mange Iagttagelser kan sige, at Tilvæksten er omtrent 1° for hver 33 Meter, rigtignok adskillige Steder med meget store Afvigelser, men udover dette kan man ikke gaa synderlig videre i Slutningsrækken paa Grund af den i Forhold til Jordens Størrelse forsvindende ringe Dybde, som man er naaet ned til.

Til Oplysning herom anføres i Almindelighed følgende Eksempel: Tænker man sig Jorden som en Kugle af 1 Meter i Tværmaal, vil det dybeste Borehul reduceret i samme Forhold kun være et ubetydelig Naalestik paa $^1/_{10}$ Millimeter i Kuglens Overflade. Man vil ved Boringen kun have erfaret noget om et ydre Lag af Tykkelse som et Ark Skrivepapir og ser hvor letsindigt det vilde være heraf at gøre nogen Slutning om den metertykke Kugles Indre!

Vulkanerne, de varme Kilder og Temperaturmaalinger i Borehuller viser dog alle enstemmig hen paa, at der i Dybet er langt højere Varmegrad end i Overfladen. Forsaavidt som Temperaturen tiltager regelmæssig med Dybden, lader det sig beregne, at en Kilde, hvis Vand er koghedt (100°), maa komme fra omtrent 4000 Meter under Overfladen, og at Lava, der har omtrentlig Støbejerns Smeltepunkt, maa komme fra c. 40 Kilometers Dybde for lige at være smeltet. Dog lader der sig heraf ikke slutte noget med Sikkerhed om den faste Jordskorpes Tykkelse, da Stenarternes Smeltepunkter stiger med Trykket, og Trykket tiltager med Dybden. Man har anstillet mange Spekulationer dels over Temperaturen i Jordens Indre, dels over Stoffernes mulige Tilstandsform ved den mulig tilstedeværende umaadelig høje Temperatur og det sikkert tilstedeværende overordentlig høje Tryk, men intet vides med Sikkerhed.

Om Aarsagen til den i Jordens Indre herskende høje Varmegrad har der i Tidens Løb været meget forskellige Meninger. Man har tilskrevet den kemiske Processer, dels Gæringer, dels ligefrem Forbrænding af „Kul, Svovl og andre brændbare Stoffer" i Jordens Indre. Andre antog, at der skete en hæftig Varmeudvikling, ved at Jorden trak sig sammen paa Grund af Tyngden. Til andre Tider opfattede man Varmen i Jorden som en Rest af den Varme, der endnu kunde være tilbage i Jorden fra en Tid, hvor man formodede, at hele Solsystemet var passeret gennem varmere Egne i Verdensrummet, men ingen af disse Hypoteser kunde holde Stik ved nærmere kritisk Undersøgelse. Derimod tyder alt hen paa, at Varmen i Jordens Indre beror paa, at Jorden oprindelig helt igennem havde en meget høj Varmegrad, ligesom Solen endnu er i Besiddelse af. Hvor høj den indre Jordvarme er, kan man derimod endnu kun gøre sig meget ufuldkomne Forestillinger om, skønt der igennem den nyeste Tids fysiske Undersøgelser og Overvejelser er arbejdet overordentlig meget for netop at klare disse Forhold.

Jordskælv[8]). Fra den tidligste Oldtid har der næppe været nogen Naturbegivenhed, som har gjort saa stærke og gribende Indtryk paa Menneskenes Sind som Jordskælvene. I de fleste Tilfælde er de blevet ansete som Tegn paa guddommelige Magters umiddelbare Indgreb i Naturforholdene, hyppigt som Beviser paa disse Magters Vrede over, at Menneskene ikke var ivrige nok i deres Tilbedelse eller havde begaaet strafværdige Handlinger, undertiden ogsaa, om man saa maa sige, til Højtideligholdelse af vigtige Begivenheder i Folkeslagenes Historie. I det gamle Testamente findes flere Hentydninger til Jordskælv af denne ejendommelige højtidsfulde Art, som med de gamle Krønikeskriveres glødende Fantasi blev til en Art storslaaet Festsalut. Saaledes ved Jødefolkets Indtog i Palæstina efter Opholdet i Ægypten blev denne historisk vigtige Begivenhed højtideliggjort ved Jordskælv, hvorved:

Havet saa det og flyede,
Jordan vendte om og løb tilbage,
Bjergene sprang som Bukke,
Højene dansede som unge Lam.

(114de Psalme, Vers 3—4).

I det havomkransede Hellas antog man, at det var Havets Gud *Poseidon,* som i sin Vrede eller blot for at vise sin Magt rystede Landene med sin Trefork.

Saaledes beretter *Herodot* (VIII Bog, 129. Kap.), at en persisk Hærafdeling i Aaret 479 f. Chr. belejrede den af atheniensiske Kolonister besatte Stad Potidæa: „Byen havde allerede i 3 Maaneder været indesluttet fra Nordsiden, da der i Havet indtraadte et usædvanligt stærkt Lavvande, som varede i længere Tid. Da Barbarerne bemærkede dette, begav de sig ud paa den tørlagte Strand for at komme over til Halvøen Pallene. Men de var knap komne Halvvejen derover, før der kom en vældig Jordskælvsbølge og indhentede dem. De, der ikke kunde svømme, druknede, og de øvrige blev dræbte af Athenienserne, som sejlede ud i Baade og slog dem ihjel". Det var tydelig nok *Poseidon*, der her kom sine Tilbedere til Hjælp, da det netop var de Persere, der druknede, som en Tid forud havde skændet Poseidons Tempel i Potidæas Nærhed.

Romerne var praktiske Folk: naar der indtraadte Jordskælv, gav deres Præster sig ganske vist til at anstille Ofringer og Højtideligheder i deres Templer for at formilde de vrede Guder, men da det ikke var saa lige til at vide, hvilken enkelt i deres Guders Vrimmel, der netop i Øjeblikket var fornærmet, vogtede de sig for at nævne Gudernes Navne for ikke at spilde de gode Gaver paa en Guddom, der ikke var vred, og derfor ikke i Øjeblikket trængte til Tilbedelse. Iøvrigt var Anskuelsen i den klassiske Oldtid nærmest den, at Jordskælvene blev foraarsagede ved en eller anden i Jordens Indre indesluttet Kæmpe eller personificeret Naturkraft, saa at Jordskælvene i Virkeligheden blev sat i nær Forbindelse med den underjordiske Ild og de vulkanske Udbrud. De græske Naturfilosofer og deres Efterfølgere var dog i Retning af sund naturvidenskabelig Opfattelse af Jordskælvene og de ledsagende Fænomener langt forud for deres Samtidige og nærede Anskuelser, der ikke afveg meget fra Nutidens.

I Norden, hvor Jordskælvene, uden for det sent bebyggede Island, ikke har spillet nogen nævneværdig Rolle, antog man, at det var Ildens Gud Loke, der i en Hule under Jorden lænket til Stenen som Straf for sine Forbrydelser mod Aserne krympede sig og bragte Jorden til at skælve, naar Edderslangernes neddryppende Gift ramte ham*).

Ned gennem Middelalderen var Anskuelserne om Jordskælvenes Oprindelse nærmest en broget Sammenæltning af Anskuelserne i det gamle Testamente, af Brudstykker fra de græske Filosofers Lærdomme og af Tidsalderens egen grove, tarvelige Overtro.

I den nyere Tid har der været opstillet mange forskellige Teorier om Aarsagen til Jordskælvene, men gaar man til Bunds i Sagen, maa det erkendes, at der i Virkeligheden ikke vides noget med Sikkerhed

*) Sagnet menes dog af nogle Forskere at være af indisk Oprindelse, hvad der er troligt nok.

derom. Man har dog søgt at indføre en Klasseinddeling ved Jordskælvene. Denne Inddeling er antaget af en Flerhed af Forskere og gaar ud paa at sondre mellem:

1) Geotektoniske Jordskælv foraarsagede ved Jordskorpens Krympning og Jordlagenes Bevægelse under Foldningsprocessen.

2) Vulkanske Jordskælv, som gaar forud for og ledsager de vulkanske Udbrud.

3) Indstyrtnings-Jordskælv fremkomne ved, at Hulheder i Jorden styrter sammen.

Det er dog mere ad Spekulationens Vej end ved virkelige Erfaringer, at man er kommet til denne Inddelingsmaade. Dog er det sikkert, at talløse mindre og desuden nogle af de største og mest ødelæggende Jordskælv er fremkomne tilsyneladende uden nogen Forbindelse med synlige vulkanske Fænomener, og at vulkanske Udbrud oftest ledsages af Jordskælv, og yderligere, at Sammenstyrtninger af Huler — herunder ogsaa kunstige Gruber og Minegange — kan give Anledning til mindre Jordrystelser.

I Nutiden arbejdes der ivrigt paa Studiet af Jordskælvene, og rundt om i Landene findes opstillet Jordskælvsmaalere — Seismografer —, der automatisk registrerer Jordskorpens Bevægelser, hvoraf langt det største Antal er saa smaa, at de unddrager sig den almindelige Iagttagelse. Ved saadanne Undersøgelser har man kunnet paavise, at Jordskælvene opstaar i højst forskellige Dybder under Jordoverfladen, og at de derfra som en Bølgebevægelse forplanter sig opad og ud til Siderne, ja enkelte særdeles kraftige eksplosionsagtige Jordskælv har man endogsaa kunnet mærke tværs igennem Jorden.

Det Punkt paa Jordens Overflade, der ligger lige over Jordskælvets Centrum (Udgangspunktet), kaldes dets Epicentrum. Jordskælvscentrets Dybde er som anført højst forskellig. *Mallet* har ment at kunne bevise, at Centret for et neapolitansk Jordskælv i 1857 var beliggende knap 9 Kilometer under Jordoverfladen, medens andre Jordskælv menes at have haft deres Centrum i over 100 Kilometers Dybde, altsaa dybere nede end den antagelige Grænse mellem den faste Jordskorpe og den ildflydende Kærne. Den Hastighed, hvormed Jordskælvs-Bølgerne forplanter sig, er ogsaa meget forskellig. Et Jordskælv i 1846 i Rhinlandene forplantede sig med en Hastighed af 560 M. i Sekundet, medens Jordskælvet ved Patras den 25. Aug. 1889 gik afsted med en Fart af 3000 Meter i Sek., og der kendes Jordskælv, der havde Udgangspunkter i Japan, der gik endnu langt hurtigere frem. Jordskælvenes forskellige Hastighed kan for en Del skyldes Beskaffenheden af de Jord- og Stenlag, som de gaar igennem, dels ogsaa den

Dybde under Overfladen, hvor de har deres Udgangspunkt, og den Kraft de er i Besiddelse af. Ved Forsøg med kunstig frembragte Eksplosioner fandt de franske Fysikere *F. Fouqué* og *Michel Lévy*, at Hastigheden var:

I Granit	2450—3141	M. i Sekundet
- tæt Kulsandsten	2000—2526	— —
- mindre fast Permsandsten	1190	— —
- Marmor	632	— —
- Sand fra Fontainebleau	c. 300	— —

Abbot fandt, at i samme Stenart (Granit) gav Eksplosionen af:

200	Kilo	Dynamit	en	Hastighed	af	2940 M.
100	—	—	—	—	...	2910 —
35	—	—	—	—	...	2800 —

Samme Forsker fandt, at et vist Kvantum Dynamit frembragte en Rystelse, der i en Afstand fra Eksplosionsstedet gik frem med en Hastighed af 2910 M. i Sekundet; medens Hastigheden i 35 Kilometers Afstand var sunket ned til 2750 M.

Jordskælv ledsages oftest af en underjordisk Larm, der undertiden har Karakteren af enkelte eksplosionsagtige Knald, oftere af „en fjern hæftigt drønende Kanonade“, af „en Rumlen af stærkt belæssede Vogne paa haardt frosne Veje“, eller som den knaldende og brølende Larm, der frembringes, naar stærkt ophedede Dampe ledes ned i koldt Vand. Larmen staar ikke altid i Forhold til Jordrystelsens Styrke, da stærke Rystelser kan foregaa uden særlig stærk underjordisk Larm, og svage Rystelser kan være ledsagede af en voldsom Rumlen, ja der haves adskillige Eksempler paa vældig underjordisk Larm, gentaget gennem længere Tid, uden at der paa paagældende Sted i det hele taget fandt kendelig Jordrystelse Sted. Et af de mest bekendte Eksempler i saa Henseende er fra „den brølende Ø“ Meleda ved Dalmatien. Her hørtes der i Aarene 1822—26 med korte Mellemrum mange hundrede mægtige underjordiske kanonskudlignende Lyd, der, som rimeligt var, satte Indbyggerne i den største Skræk, skønt Larmen kun af og til var ledsaget af ganske ubetydelige Rystelser, der ikke gjorde nævneværdig Skade. De underjordiske Knald frembragte ogsaa andre Virkninger af ret lærerig Art, da de foraarsagede Udtalelser fra en stor Mængde Lærde af større og ringere videnskabelig Rang, hvorved der fremkom omtrent lige saa mange forskellige, ofte meget sindrige og med stor Vægt fremsatte Forklaringer, som der fandtes Undersøgere.

Et andet Eksempel af lignende endnu mere udpræget Art med

underjordisk Bulder uden Rystelse kendes gennem *A. Humboldts* Beskrivelse fra Staden Guanaxuato i Mexiko. Han beretter herom omtrent følgende: „Den berømte og rige Bjergby Guanaxuato ligger langt borte fra alle Vulkaner. Den 9. Januar 1784 begyndte der om Natten i Jordens Indre under Byen en vældig Larm, som fortsattes en hel Maaned igennem. Det var, som der i Dybet fandt et hæftigt Uvejr Sted, hvorved langsomt rullende Bragen af og til afløstes af pludselige hæftige Tordenskrald. Næsten alle Indbyggerne forlod i Forfærdelse Byen, men da der i den var oplagret mange Sølvbarrer fra de omliggende rige Miner, indfandt der sig snart Røverbander, med hvilke de modigste af Beboerne, der vendte tilbage efter at de var blevet vænnede til Bulderet, maatte bestaa forskellige Kampe. Trods det voldsomme underjordiske Spektakel kunde man hverken paa Jordens Overflade, ej heller i en 500 M. dyb Minegang opdage det mindste Spor til selv lette Jordrystelser. Bulderet ophørte efter en Maaneds Vedvaren og er ikke mere blevet gentaget."

Hvad selve Jordskorpens Bevægelser angaar, har man allerede fra Oldtiden ment at kunne skelne mellem 1) egentlige lodrette Jordstød, mellem 2) vandret gaaende Bølgebevægelse og 3) kredsende Bevægelser. Seismografernes Optegnelser viser dog, at Bevægelserne i Virkeligheden er meget komplicerede og uregelmæssige og tillige i Reglen ganske overraskende smaa, ofte kun faa Millimeter. Dette synes ikke at stemme med Øjenvidners Beretninger om, hvad de har oplevet under Jordskælvene, hvor svære Genstande som Bygninger og store Klippestykker har været i meget voldsom Bevægelse og er blevet flyttede og kastede langt omkring. Grunden til disse tilsyneladende modstridende Fakta ligger i, at Seismograferne bliver opstillede paa et saavidt muligt fast Underlag, der er bragt i urørlig Forbindelse med den faste Jordskorpe (Klippegrund, dybe Betonfundamenter i faste Jordlag o. lign.). Derfor gengiver Seismograferne selve Jordskorpens smaa Bevægelser, medens de paa Jordoverfladen værende løse Genstande kastes og stødes omkring. Man har træffende sammenlignet dette med de Bevægelser, der kan frembringes, naar man lader en tung Vægt falde haardt ned mod en Bordplade. Selve Pladen bevæges kun meget lidt, men Genstandene paa Bordet kan foretage store Bevægelser, væltes eller slynges højt tilvejrs. Der haves mange Eksempler paa saadanne stødlignende Virkninger af Jordskælv. Enkelte af de mest almindelig bekendte kan her opføres.

Ved et Jordskælv i Chile i næstforrige Aarhundrede blev en stor Flagmast, hvis nederste Ende var gravet flere Meter ned i Jorden, skudt ud som en Pil fra en spændt Bue. Ved Jordskælvet i Calabrien 1783

blev Brolægningen i Gaderne i Byerne mange Steder brudt op ved de voldsomme Jordstød, og Brostenene fløj tilvejrs som Kanonkugler og dræbte ved deres Nedfald flere Mennesker. Ved Riobamba i Sydamerika blev ved Jordskælvet i 1797 over 100 Mennesker, der skrækslagne var forsamlede paa en aaben Plads, slyngede højt op i Luften tværs over Floden og faldt ned som en Dynge Lig paa en lille Høj paa Flodens anden Side.

De hæftige Stød og voldsomme Bølgebevægelser, som Jord og Hav udsættes for under Jordskælv, har som bekendt ofte foraarsaget frygtelige Ulykker, hvorved mange tusinde Mennesker er blevet dræbte i Løbet af ganske kort Tid, dels ved Bygningernes massevise Sammenstyrten i Byerne, dels ved de vældige Jordskælvsbølger, der kan opstaa i Havet og derfra vælte ind over Landet.

Som nogle af de mest ødelæggende Jordskælv i saa Henseende fra den nyere Tid kan nævnes fx. det, der den 28. Oktb. 1724 hærgede Peru og bragte Hovedstaden Lima til at styrte sammen til en Grushob, medens Havnestaden Callao samtidig blev overskyllet af en 30 Meter høj Jordskælvsbølge, hvorved næsten alle Indbyggere blev dræbte. Ligeledes Jordskælvet i Lissabon 15. Nov. 1755, hvorved Byen i faa Minutter blev rystet i Ruiner, der dels gik i Brand, dels i den lavere Del af Staden blev overskyllet af flere Jordskælvbølger, der steg til 15 Meters Højde, hvorved 40000 Mennesker mistede Livet. Jordskælvet var her forbundet med en betydelig Sænkning af Havbunden paa visse Steder, saa at en stor nybygget Stenkaj ved Havnen pludselig sank i Dybet uden at efterlade noget Spor, saaledes at der efter Katastrofen fandtes Havdybder paa 200 Meter paa det Sted, hvor Kajen havde staaet.

Af andre Jordskælv kan nævnes det, der hærgede Calabrien i 1783, hvorved 320 Købstæder og større Landsbyer blev ødelagte og mangfoldige Mennesker dræbte.

Særlig langvarig var Jordskælvsperioden i Phokis i Grækenland. Den begyndte i Juni 1879 og fortsattes med utrolig Ihærdighed gennem de paafølgende tre Aar, hvorved alle Bygninger i dette Distrikt styrtede sammen, mange Mennesker blev dræbte eller kom til Skade, og mægtige Fjeldskred rullede ned fra Omegnens Bjerge.

Mange andre kunde nævnes fra Island, Italien (Ischia 1881, 1883. Messina 1780, 1781, 1846), Indien, Japan, Sydamerika o. fl. St., saaledes ogsaa Jordskælvet den 18. April 1906, hvorved Størstedelen af St. Francisko blev rystet sammen til en Ruindynge, der snart forvandledes til et flammende Baal.

For at kunne faa en dog nogenlunde sikker Maalestok for Voldsom-

heden af Jordskælvene har Jordskælvsforskerne *F. A. Forel* og *M. S. de Rossi* opstillet en ret praktisk Styrkeskala, bestaaende af 10 Afdelinger, som her anføres i *H. Reusch's* Gengivelse:

1) Meget svag Rystelse kun observeret med fine Instrumenter.

2) Svag Rystelse, kun bemærket af en øvet Iagttager eller ved Hjælp af Apparater.

3) Rystelse, iagttaget af Folk, som i Øjeblikket var ubeskæftigede.

4) Rystelse, bemærket af en hel Del Folk i Virksomhed, Klirren af løse Genstande, Døre, Vinduer, Ovndøre, Knagen i Gulvene.

5) Rystelse, mærket af enhver. Møbler og Senge rystes, en og anden Klokke i Husene ringer.

6) Folk vækkes af Søvne, Lysekroner og Hængelamper kommer i Svingning; alle frithængende Klokker i Husene giver Lyd, Pendulure standser. Enkelte Personer bliver forskrækkede og forlader Husene.

7) Løse Genstande kastes over Ende; Kirkeklokkerne begynder at lyde; almindelig Forskrækkelse; dog ingen Skade paa Husene.

8) Skorstene falder ned, Murvægge slaar Revner.

9) En Del Bygninger ødelægges delvis eller ganske.

10) Store Ødelæggelser; Jorden slaar Revner, Stykker falder ud af Fjeldsiderne.

Foruden at iagttage Styrken af Jordskælvene er det af Vigtighed til Sammenligning med andre Iagttagelser at notere de nøjagtige Tidspunkter for Jordstødenes Indtræffen, desuden den Retning, hvori de synes at bevæge sig, og Maaden hvorpaa løse Genstande forflyttes.

Fra Danmark kendes Beretninger om 30—40 Jordskælv i Løbet af de sidste 800 Aar. De har alle været grumme ubetydelige*), men har dog en vis geologisk Interesse. Man har fra nogle Sider antaget, at Grunden til dem var Indstyrtninger af Hulrum i Kridtundergrunden, hvad der dog næppe er Tilfældet, hvorimod man med nogenlunde Sikkerhed tør henregne dem under de geotektoniske Jordskælv, foraarsagede ved smaa Forskydninger af Jordlagene under Foldningsprocessen.

Der haves ogsaa flere Beretninger om Jordskælvbølger langs den jyske Vestkyst. Saaledes indtraf ved ganske stille Vejr mod rolig Sø den 5. Juni 1858 en Bølge paa 3—4 Meters Højde, der mærkedes lige fra Agger ned langs Kysten til den frisiske Ø Wangenroog. Bølgen bevægede sig ind mod Stranden „saa hurtigt som en Kugle udskudt af en

*) De har næppe overskredet den 3.—4. Styrkegrad paa den Forel'ske Skala, selv om der undertiden berettes, at en gammel Kirkegavl styrtede ned, at en daarlig bygget Skorsten slog en Revne, og en enkelt Gang at en Vielse blev afbrudt, da Brudgommen blev forskrækket over den underjordiske Rumlen og flygtede ud af Kirken i den Tanke, at det maaske var en personlig Advarsel til ham.

Kanon" og skyllede en Mængde Fisk i Land. Med nogle Minutters Mellemrum indtraf senere to andre mindre Bølger.

Strandlinjens Forskydning. I Naturen træffer man som ofte omtalt mangfoldige Beviser paa, at Forholdet mellem Hav og Land ikke altid har været det samme som nu, Fastlande er sunket i Dybet og gamle Havbundsaflejringer findes paa Bjergtoppene. Nogle af disse Forandringer er foregaaet ved pludselige Katastrofer (som beskrevet fx. under Jordskælvet i Lissabon), andre er Virkninger af den langsomt foregaaende Foldningsproces, hvorved Jordlagene nogle Steder bliver bøjet op i Folder eller klemt op i Horster, medens de mellemliggende Strækninger bliver bukket nedad i Trugform eller glider nedad som Gravforsænkninger. Mange Geologer anser det desuden for utvivlsomt, at der endnu stadig foregaar langsomme Hævninger og Sænkninger af Landene, de saakaldte Kontinentalbevægelser, om end i Reglen saa langsomt, at de unddrager sig den almindelige Opmærksomhed, og først bliver klarlagte ved nærmere geologiske Studier. Skønt der tilsyneladende ikke herved frembyder sig større Vanskeligheder, da de geologiske Mærker paa højere eller lavere Vandstand fra tidligere Tid kan være tydelige nok til ikke at skjule sig for Iagttagelsen, er det virkelige Forhold mellem Landets og Havets Stand gennem Tiderne et Spørgsmaal, der hører til de mest indviklede indenfor den dynamiske Geologis Omraade. For ikke paa Forhaand at skulle tvinges til at udtale sig, om det er Landet, der hæver eller sænker sig, eller Havets Stand, der forandrer sig, er man blevet enige om at betegne enhver Forandring, der er foregaaet i Havets og Landets Stand, med Udtrykket Strandlinjens Forskydning. Ved en positiv Forskydning af Strandlinjen forstaar man derefter en Bevægelse, hvorved Havet kommer til at staa højere end før, hvad enten dette er frembragt ved, at Havet virkelig er steget, eller ved at Landet er sænket dybere ned. Er der derimod foregaaet en Sænkning af Vandspejlet, kaldes det en negativ Forskydning af Strandlinjen. Denne kan lige saavel være frembragt ved, at Landet har hævet sig, som ved at Havvandet er svundet bort. De geologiske Beviser paa, at der er foregaaet en positiv Forskydning af Strandlinjen, er i Reglen noget vanskeligere at faa fat paa end Beviserne for de negative Forskydninger. Naar disse har fundet Sted, finder man nemlig Vidnesbyrdene om den tidligere højere Vandstand oppe paa det tørre Land direkte tilgængelige for den geologiske Undersøgelse, hvorimod Beviserne paa foregaaende positive Forskydninger maa søges ude under Havets Overflade og er derfor ikke altid lette at faa fremdraget. Be-

viserne paa, at der er foregaaet en negativ Forskydning af Strandlinjen, er fx. Fremkomsten af allehaande Havaflejringer over det nuværende Vandspejl, saaledes Havstokke, Strandvolde og Terrasser opkastede eller indskaarne over Havets nuværende Rækkeævne, yderligere Havaflejringer saasom Bløddyrskaller, Koralstokke o. lign. paa tørt Land eller blot over den Vanddybde, hvor disse Dyreformer sædvanligvis holder til, yderligere Saltvandsdyr levende i Ferskvandssøer, hvis Vandspejl nu er over Havets Niveau (Reliktformer). Beviserne for positiv Forskydning er derimod fx., at Tørvemoser eller andre Ferskvandsaflejringer nu findes under Havets Vandspejl (submarine Tørvemoser), at Flodlejer kan forfølges som Render ude i Havbunden, at typiske Kystdannelser som Havstokke, Strandvolde og Terrasser nu findes paa dybere Vand udenfor Kysten, at Dyreformer som mange Skaldyr og Koraller, hvis Liv er knyttet til visse bestemte Vanddybder, nu findes (i død Tilstand) aflejrede paa større Dybder.

Ved Tydningen af disse Beviser paa højere eller lavere Vandstand, maa der dog anvendes den største Kritik, for at man ikke skal komme til at gøre falske Slutninger, da det ofte kan se ud, som om der er foregaaet Hævninger og Sænkninger, medens det i Virkeligheden er Forhold af helt anden Art, der har gjort sig gældende. Saaledes behøver Havstokke og Strandlinjer, der nu findes over Havets højeste Rækkeævne, ikke altid at være Beviser paa en tidligere permanent højere Vandstand, men kan være dannede fx. under en enkelt Stormflod eller i en længere Stormperiode, hvor Bølgeslaget satte højere op langs Kysten. Lag indeholdende Saltvandsskaller kan være kastede ind over Landet under lignende Forhold. Dyrearters Ævne til at taale saltere eller ferskere Vand eller til at leve paa større eller ringere Havdybder kan maaske være blevet forandret i Tidens Løb, saa at hvad der nu er en ren Saltvandsform den Gang kunde taale Brakvand, eller maaske kunde de Bløddyr, som nu fx. kun findes udenfor 10 Meters Kurven, i fordums Dage stige helt op til det flade Vand o. s. v. Det er derfor muligt, at meget af, hvad man ved første Øjekast vilde tro var gode og sikre Beviser paa Forskydningen af Strandlinjen paa Grund af geologiske Forandringer, i Virkeligheden skyldes klimatiske Forandringer, hydrografiske Svingninger i Havet, eller Variationer i Organismernes Tilpasningsævne til ydre Forhold. Der er dog ganske utvivlsomt selv i meget sen geologisk Tid foregaaet store Forskydninger i Strandlinjen paa mange Steder. Saaledes kan fx. Kongoflodens Leje forfølges som en mange Kilometer lang og meget dyb undersøisk Rende ud i Havet som et utvivlsomt Bevis paa, at Afrikas Kyst i alt Fald i Kongoegnen har undergaaet en betydelig Sænkning i en sen Tidsperiode. Langs Skandi-

naviens Kyster, ved Skotland, ved Kanada o. fl. Steder findes Muslingebanker og Havstokke, samt i Fjeldsiderne indgravede Strandterrasser hundreder af Meter oppe over det nuværende Havs Vandspejl som Vidnesbyrd om stærke negative Forskydninger af Strandlinjen i disse Egne efter Istiden.

En positiv Forskydning af Strandlinjen kan foregaa paa Grund af meget forskellige Fænomener. Mængden af Vand i Havet kan virkelig blive større under forandrede klimatiske Forhold, fx. ved at der føres mere Ferskvand ud i det under regnfulde Perioder eller naar Gletscherisen paa Landjorden smelter stærkere af end tidligere, eller ved at der fra Havets Overflade maaske fordamper mindre Vand end før. Ligeledes naar Vindene og Havstrømmene sætter Vandet mere ind mod Kysten, saa at det stemmes højere op end tidligere. Havvandet kan ogsaa stige af rent geologiske Grunde, fx. ved at der sker en ligefrem Hævning af Havbunden, eller naar Bunden forhøjes ved, at der fra det faste Land skylles Sedimenter ud, der aflejres og forhøjer Vandstanden. Disse Omstændigheder kan i Særdeleshed bevirke Vandstigning i Indhave eller Bugter, hvis Udgang til Oceanet ikke er helt fri. Havoverfladen kan ogsaa løftes op, naar Attraktionen til Fastlandet bliver større, ved at den langs Havet liggende Fastlandsmasse bliver højere. Dette kan ske fx. ved, at der aflejres Indlandsis, eller ved at Landet forhøjes ved Aflejring af vulkanske Udbrudsprodukter. Nyere Undersøgelser har nemlig skaffet Sandsynlighed til Veje for, at Havoverfladen ingenlunde, som man tidligere har antaget, er vandret — eller rettere sagt krummet i Overensstemmelse med Jordkuglens Form — men at Fastlandsmassernes over Havet værende Dele udøver en betydelig Tiltrækning paa de nærmeste Strækninger af Havet. Havoverfladen langs en højtopragende bjergrig Kyst maa derfor være løftet meget højere op, end hvis paagældende Egn var et lavtliggende Fladland.

Yderligere kan der frembringes en positiv Forskydning af Strandlinjen, dels naar Landet underkastes en virkelig Sænkning, d. v. s. synker nærmere ind mod Jordens Centrum, dels ogsaa hvis det trykkes dybere ned paa Grund af Aflejringer ovenpaa Jordoverfladen (Indlandsis, vulkanske Udbrudsprodukter), yderligere ogsaa ved at Jordoverfladen trækker sig sammen, naar den paa Grund af klimatiske Forandringer bliver mere afkølet end tidligere. Endelig kan ogsaa en Forøgelse eller Formindskelse af Jordens Omdrejningshastighed bevirke en Forandring i Centrifugalkraftens Størrelse. Blev Centrifugalkraften større, vilde Vandet som det lettest bevægelige Element strømme fra Polen mod Ækvator og fremkalde en positiv Forskydning af Strandlinjen i Ækvatorialegnene og en negativ Forskydning i Polaregnene. Foran-

dringer af lignende Art vilde ogsaa foregaa, naar Jordklodens Fladtrykning forandredes, eller hvis Jordaksens Stilling af en eller anden astronomisk Grund blev en anden end tidligere.

Negative Forskydninger af Strandlinjen kan ske af de modsatte Aarsager.

I Almindelighed maa man forudsætte, at en Flerhed af de omtalte Kræfter er virksomme og snart modvirker, snart forøger hinandens Virkninger. Under Formationslæren vil der senere blive Lejlighed til at omtale forskellige Forskydninger af Strandlinjen gennem de geologiske Tidsrum. Særligt Forskydningerne, der har fundet Sted i Skandinavien og Danmark i sen- og postglacial Tid, frembyder megen Interesse.

II. Ydre Kræfters Virkninger.

Forvitring. Neppe nogen Stenart taaler i ubegrænset lang Tid at være udsat for Luften, men Hastigheden, hvormed den smuldrer hen og forvandles fra fast Klippe til løse Jordlag, er meget forskellig. Stenarternes Modstandsdygtighed mod Forvitring afhænger i første Linje af deres kemiske Sammensætning, altsaa af de Mineralers Beskaffenhed, hvoraf Stenarterne bestaar, men desuden ogsaa af Maaden, hvorpaa de enkelte Mineraler er udkrystalliserede eller udskilte, Porøsiteten m. m., altsaa af Stenarternes Struktur. Saaledes kan to iøvrigt ens Stenarter (fx. to Stykker Skifer), hvoraf den ene indeholder fx. Svovlkis, der, som tidligere omtalt, let omdannes ad kemisk Vej, medens den anden er fri for dette Mineral, vise højst forskellig Modstandsevne overfor Forvitring. Ligeledes kan to Stenarter, fx. to Graniter, der har nøjagtig samme kemiske og mineralogiske Sammensætning, men forskellig Kornstørrelse, have meget forskellig Vejrbestandighed, da en grov storkornet Stenart i Almindelighed vil vejrsmuldre meget hurtigere end en finkornet mere fastsammenhængende Stenart. De klimatiske Forhold, hvorunder Stenarterne befinder sig, spiller ogsaa en meget stor Rolle. Saaledes kan Stenarter, fx. Marmor, der viser sig at kunne byde Italiens eller Grækenlands milde Vejrlig Trods gennem Aarhundreder, i Løbet af faa Aartier forvitres og ødelægges i Danmarks skarpe og vekslende Klima, hvorpaa der kan ses mange Eksempler paa Kirkegaardene.

Organismernes Virksomhed kan ogsaa i ikke ringe Grad bidrage til den mekaniske Sønderdeling af Stenarterne. Muslinger og andre klippeborende Dyrs Indvirkning kan være ret betydelig paa Kalksten i Havet, og paa Landjorden kan Planterødder ved at kile sig ind i Klippernes fine Sprækker udvide dem og bidrage til at sprænge

Stenene fra hinanden. Paa Ætna beplanter Beboerne Lavamarkerne med en Figenkaktus *Opuntia*, hvis Rødder anses for særlig skikkede til at trænge ind i Ridserne i Lavaen og smuldre den og derved fremme dens Brugbarhed til senere Kultur. Af lavere Planter er det særlig Lavarterne, der er virksomme ved Søndersmuldringen af Klipperne. Faa Aar efter, at Vesuvs Lava efter et Udbrud er stivnet, indfinder der sig forskellige Arter af Skivesvamplaver særlig *Stereocaulon vesuvianium*, som overtrækker Lavablokkene og derved indleder Vejrsmuldringen blandt andet ved at holde paa Fugtigheden. Det er ogsaa en bekendt Sag, at Mos paa Tegl- eller Skifertag bidrager meget til Tagstenenes Ødelæggelse af Vand og Frost. Svampe og Bakterier anses ogsaa for at være virksomme i saa Henseende.

Man maa skelne mellem den rent mekaniske Vejrsmuldring og den ad kemisk Vej frembragte Forvitring, selv om disse Sønderdelingsmaader i Almindelighed virker i Fællesskab.

Vejrsmuldring. Pludselige og stærke Temperaturforandringer paavirker mange Stenarter saa stærkt, at Sammenhængen mellem de enkelte Smaadele løsnes, og Stenarten smuldrer hen til en gruset eller sandet Jordart. Mineralernes Udvidelse ved Varme er ganske vist overordentlig lille i Sammenligning med fx. Metallernes (se Side 22), men temmelig forskellig for de enkelte Mineraler indbyrdes. Saaledes er Volumenudvidelsen for 1 ° for Feldspat 155×10^{-7}, for Augit 245×10^{-7} og for Magnetjernsten 286×10^{-7}. Det vil altsaa sige, at 1 Kubikmeter Feldspat ved at opvarmes fx. 20 ° forøger sit Rumfang med 310 Kubikcentimeter, medens 1 M^3 Augit bliver 490 Cc. og 1 M^3 Magnetjernsten 572 Cc. større. Da Mineralerne i Almindelighed er meget lidt elastiske og let kløver efter Gennemgangsfladerne, vil deres forskellige Udvidelse og Sammentrækning nødvendigvis foraarsage, at der opstaar Revner og Sprækker i Stenarterne. Hertil kommer, at Mineralerne paa Grund af Farveforskellen og den forskellige Varmeledningsevne indsuger Solvarmen i meget forskellig Grad, saa at de mørke Mineraler bliver langt stærkere opvarmede og om Natten meget stærkere afkølede ved Udstraaling end de lyse, hvad der ogsaa bidrager til forskellig Udvidelse og derved til Sprækkedannelse.

Saaledes fandt *A. Geikie*, at i Yellowstone-Distriktet i Nordamerika kunde der være en Forskel af 26 ° i Lufttemperaturen om Dagen (32 °) og om Natten (6 °), og i Centralasien og Afrika kan Døgnets Temperaturvekslinger være endnu langt større. Den stærke Afkøling om Natten foraarsager et stærkt Slid paa Klippernes Overflade, saa at de til Stadighed revner og falder af i Skaller eller uregelmæssige Splinter. *Livingstone* fandt i Afrika paa 12 ° s. Bredde og 34 ° ø. Længde, at Klippe-

overfladen, som om Dagen blev opvarmet af Solen til 58°, ved Mørkets Frembrud om Aftenen meget hurtig ved Udstraalingen blev afkølet til nær ved Frysepunktet. Klipperne sprang itu og splintredes i Stykker i alle mulige Størrelser fra Sandkorns Størrelse op til Blokke paa 50—100 Kilogram.

Stenarternes Vejrsmuldring, der begynder med den fine Sprækkedannelse paa Grund af Mineralernes ulige Udvidelse, kan fortsættes og fuldføres i endnu højere Grad ved det indtrængende Vand og Frostens Indvirkning. Paa Grund af Haarrørskraften fyldes de ved Mineralernes Udvidelse og Sammentrækning opstaaede fine Revner og Spalter med Vand, der, naar det fryser, udvider sig med meget stor Kraft og sprænger Stenarterne fra hinanden. Jo oftere Frost og Tø afveksler, desto mere vil denne Sønderdeling skride frem. De fra Klippesiderne løsrevne Sten- og Grusmasser skrider ned og ophober sig ved Klippernes Fod som en Skraaning, der bærer forskellige Navne: *Talus*, Ur, Rouse m. m.

Den egentlige kemiske Forvitring indledes og lettes i Reglen ved Vejrsmuldringen, da der derved skabes talrige Angrebspunkter for Luft og Vand, medens en kompakt Stenart, der ikke er opsprækket, kun angribes langsomt, da den udenpaa Stenen opstaaede Forvitringsskal oftest beskytter de indenfor liggende friske Partier af Stenen mod Luftens og Vandets Angreb. Kun meget faa Mineraler, saasom Grafit, Diamant, Guld og Platinmetallerne kan siges slet ikke at være i Stand til at undergaa Forvitring, det samme kan tildels siges om Kvarts (der dog let vejrsmuldrer). Alle andre Mineraler bukker før eller senere under for Atmosfæriliernes Indflydelse og undergaar mere eller mindre dybtgaaende kemiske Omdannelser, hvorved tillige deres Struktur og de enkelte Bestanddeles Rumfangsforhold forandres, saa at Stenarternes Sammenhæng løsnes. Denne mekaniske og kemiske Sønderdeling er af overordentlig stor Betydning, da de i Stenarterne værende „plantenærende Stoffer“ samt de Bestanddele, som er nødvendige til Dyrenes Skelet, til deres Skaller o. s. v., derved bliver gjort lettere tilgængelige og kommer ind i Stoffernes omfattende Kredsløb paa Jordoverfladen, i de nær ved Overfladen værende Jordlag, i Luften, i Havet og i de ferske Vande, et Kredsløb, der ikke alene betinger Havebrug, Agerbrug og Skovbrug, men ret beset overhovedet alle Organismers Liv. I Jordbundslæren vil der nærmere blive gjort Rede i det enkelte for Forvitringsfænomenerne i deres snevrere Forbindelse med Jorddyrkningen, hvorfor vi her kan nøjes med at fremdrage de Træk, der i geologisk Henseende har den største Betydning. Den i Luften værende eller i i Vandet opløste Ilt virker iltende paa Sulfiderne og paa de lavere Ilter,

oftest samtidig med at der optages Vand. Fx.: Blyglans kan omdannes til Anglesit [$PbS + 4O = PbSO_4$], Svovlkis til Svovlsyre og Jernvitriol [$FeS_2 + H_2O + 7O = H_2SO_4 + FeSO_4$ (+ 7aqv.)], Magnetjernsten til Brunjernsten ($2Fe_3O_4 + O + 3H_2O = 3Fe_2O_3, H_2O$], Spatjernsten til Brunernsten og Kulsyre [$2FeCO_3 + O + H_2O = 2CO_2 + Fe_2O_3, H_2O$].

Vandfri Mineraler kan optage Vand undertiden under betydelig Rumfangsudvidelse. Saaledes har *v. Fritsch* vist, at Anhydrit ($CaSO_4$), naar det bliver til Gibs ($CaSO_4, 2H_2O$), udvider sit Rumfang saa stærkt, at fx. 1000 M^3 Anhydrit bliver til 1330 M^3 Gibs, hvorved der kan ske store Forskydninger af Bjerglagene. Yderligere kan Vandet opløse Mineralerne i større eller mindre Grad og derved gøre Stenarterne møre. Særlig kan kulsyreholdigt Vand opløse langt større Mængder af Karbonaterne end rent Vand. 10000 Dele Vand kan saaledes opløse 1 Del Calciumkarbonat men 10 Gange saa meget, naar det ved almindelig Tryk og Temperatur er mættet med Kulsyre og endnu mere ved stærkere Tryk. Ligeledes virker kogende Vand og kulsyreholdigt Vand stærkt angribende paa Silikaterne, navnlig Feldspaterne, hvis Bestanddele dels omdannes til Kaolin, dels opløses og bortføres af Vandet eller aflejres som Karbonater. Fx.:

$$\underset{\text{Orthoklas.}}{K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2} + 2H_2O = \underset{\text{Kaolin.}}{Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O} + \underset{\text{Kaliumsilikat.}}{K_2O, 4SiO_2}.$$

$$\underset{\text{Anorthit.}}{CaO, Al_2O_3, 2SiO_2} + 2H_2O + CO_2 = \underset{\text{Kaolin.}}{Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O} + \underset{\text{Kalkspat.}}{CaO, CO_2}.$$

Disse forskellige Forvitringer foregaar med en meget forskellig Hastighed, der er betinget dels af Stenarternes Beskaffenhed, dels af de klimatiske Forhold. Under tropiske Forhold fx. i Siam vil man saaledes finde, at overalt, hvor Jordbunden ikke er dækket af unge Alluvialdannelser (Flodaflejringer), bestaar den af en ejendommelig, snart mere leret, snart mere gruset Masse, som hist og her indeholder større Sten. Denne Masse, der kan have en Mægtighed af 20—40 M., hviler med en meget uregelmæssig Grænseflade paa stærkt forvitret Grundfjeld. Ved første Øjekast vilde man være meget tilbøjelig til at antage, at det løse Jordlag ovenpaa Grundfjeldet maatte være en Moræne-dannelse, da det har flere af de for Moræne karakteristiske Træk. Det bestaar saaledes (se efterfølgende Afsnit om Glacialdannelser) af fint amorft Ler, Sand, grovere Grus og mindre og større Sten i uregelmæssig Sammenblanding. Ved nærmere Undersøgelse vil man dog finde, at dette Jordlag ikke har noget med Glacialdannelser at gøre, men er opstaaet paa ganske anden Maade. Det hele er et Forvitringslag *in situ* (d. v. s. paa sin oprindelige Plads). Lerpartiklerne stammer fra for-

vitret Feldspat paa mange Steder rødfarvet af forvitrede jernholdige Mineraler, nogle Steder dog helt eller næsten fuldstændigt jernfri med snehvid eller crêmegul Farve. Sandet og Gruset er ikke vandslidt, men kun sønderspræ̈ngt Grundfjeld, og de tilsyneladende Moræneblokke er fastere, endnu helt sammenhængende Partier af samme Grundfjeld. Op gennem de forvitrede løse Grusmasser rager Kvartsgange i uforvitret Tilstand som hvide Volde og Striber, der i Reglen er helt uden Bevoksning paa Overfladen, medens Gruset bærer den frodige tropiske Vegetation. Derimod er de gennem Grundfjeldet gaaende Grønstengange forvitrede til endnu større Dybde end Grundfjeldet og gaar langt ned i det uforvitrede Grundfjeld som dybe Grøfter fyldte med jernholdigt rødt og grønt Ler. Lignende dybtgaaende Forvitringsfænomener kendes fra Indien, Japan, Brasilien o. fl. St.

Derimod kan man under koldere Vejrlag, fx. i Norge adskillige Steder paa de nøgne Fjeldsider iagttage Skuringsmærkerne fra Istiden lige saa tydelig, som om de var indridsede igaar, skønt de har været udsatte for Vejrligets Barskhed i utalte Aartusinder. Det højeste, der er naaet, er, at Stenens Overflade er blevet bleget og Feldspatkornene blevet hvidlige som Tegn paa en begyndende Kaolinisering. Der er dog megen Forskel paa Vejrbestandigheden i saa Henseende. Bornholms Granit, der under det mod Vejrliget beskyttende Morænedække mange Steder viser smukke Isskuringer, er ikke saa standhaftig. Blottes Granitens Overflade for de beskyttende Jordlag, forsvinder Skuringsmærkerne i Løbet af 10—12 Aar paa Grund af Forvitringen.

Vejrskal. Blandt de Omdannelser, Stenene undergaa ved at udsættes for Luften, kan man ogsaa nævne det ejendommelige og i praktisk Henseende meget vigtige, men fra videnskabelig Side næppe nok undersøgte Fænomen, som nogle Stenarter vise, naar friske Flader bliver blottede for Vejrlaget, og som maa siges at være lige det modsatte af Forvitring. Der kan nemlig opstaa en Vejrskal paa Stenens Overflade, saa at den bliver haardere og mere modstandsdygtig, jo længere Tid den har været udsat for Vejrligets Indflydelse. Bevoksning med Mos eller Lav synes at forhindre Dannelsen af Vejrskal, ja endog ødelægge en forud dannet Skal. Stenenes Evne til at danne Vejrskal er yderst forskellig, men deres større eller mindre Tilbøjelighed i saa Henseende spiller en ret betydelig Rolle med Hensyn til deres Brugbarhed som Bygningssten til udvendig Brug. Saaledes kan kun de Sten, der danner Vejrskal, i Længden taale at være udsatte for det vanskelige danske Klima. Praktiske Stenhuggere mener, at Stenen „hærdes“ ved at udsættes for den barske Luft, omtrent paa lignende Maade som glødende Staal hærdes i Vand, men Hærdningen af Sten d. v. s. Dannelsen

af Vejrskal er dog vistnok af anden Art. Iøvrigt synes Grundene til Dannelsen af denne haardere og mere modstandsdygtige Skal at være noget forskellige for de forskellige Stenarter. Skallens Tykkelse overskrider næppe nogensinde nogle faa Millimeter og er ofte kun nogle Brøkdele af en Millimeter. Dannelsen af Vejrskal er særlig kendelig hos visse Marmorarter, hos nogle Kalksten og kalkholdige Sandsten. Undertiden bliver Stenens, ved Kunst afrettede Overflade, mere ru under Dannelsen af Vejrskallen, undertiden dog ogsaa mere glat. Hos Stenarter, der faar en ru Vejrskal, fx. Limstenen fra Stevns, Bremersandsten m. fl., beror Dannelsen sandsynligvis paa, at Stenarterne bestaar af Smaadele af forskellig Haardhed og Opløselighed. De lettest opløselige og blødere Smaadele bortfjernes i fugtige Perioder fra Stenens Overflade og de haardere Partikler, der bliver tilbage, danner et Lag af betydelig større Haardhed end Stenens friske Brudflade har. Samtidig hermed foregaar der ogsaa en Udskillelse af Kiselsyre, som af Vandet i Stenen udtrækkes af Silikaterne eller af den amorfe Kiselsyre i Stenens Indre, og i tørre Perioder paa Grund af Haarrørskraften trækkes ud til Overfladen og der afsætter sig og binder Overfladen sammen*). Hos Dolomitmarmor, som i udpræget Grad kan faa en glat Vejrskal, beror dette sandsynligvis paa, at Stenarten i fugtige Perioder optager i det Indre Vand, der i tørre Perioder trænger ud til Overfladen medførende noget Magniumkarbonat i opløst Tilstand. Dette Salt udkrystalliserer i Skorpen og udfylder muligt tilstedeværende Ujævnheder.

Vandets Virkninger paa Jordoverfladen.

De ved Vejrsmuldring og Forvitring sønderspræ ngte og dekomponerede Bjergarter bliver et let Bytte for de nedbrydende Kræfter paa Jordens Overflade. Ethvert Regnskyl, der er saa stærkt, at ikke alt Vandet synker i Jorden med det samme, vil ved at flyde hen ad Jordoverfladen som en Vandstrøm forflytte og bortføre noget af de løse Jordmasser, det møder paa sin Vej. Fortsættes denne Virksomhed gennem længere Tid, og omdannes den blottede Klippeflade samtidig stadig paany til løse Masser, kan der ske en Stofvandring, hvorved mægtige Jordlag og hele Bjergkæder bortskylles fra Jordens Overflade og som Ler-, Sand- og Gruslag aflejres paa andre Steder, hvor Vandet kommer i Ro. Denne Jævnlæggen af alle fremragende Høje og Udfylden af

*) Hermed stemmer det, at man ved Befugtning med en Vandglasopløsning ofte kan frembringe en kunstig Vejrskal paa saadanne Stenarter.

alle Dale vilde, hvis intet modvirkede den, tilsidst foraarsage Fastlandenes Afgnaven lige ned til Havets Overflade og Havdybdernes Udfyldning. Den modvirkes dog af de tidligere omtalte bjergkædedannende Kræfter (Foldningen, Horstdannelsen, vulkanske Aflejringer m. m.), der danner nye Højdepunkter, der atter, naar deres Tur kommer, forvitrer og bortskylles. Som Vidnesbyrd om, at der er foregaaet en saadan Bortskylning, bliver der undertiden staaende tilbage hele Fjeldpartier af mere modstandsdygtigt Materiale. Den Side 113 gengivne (Fig. 73)

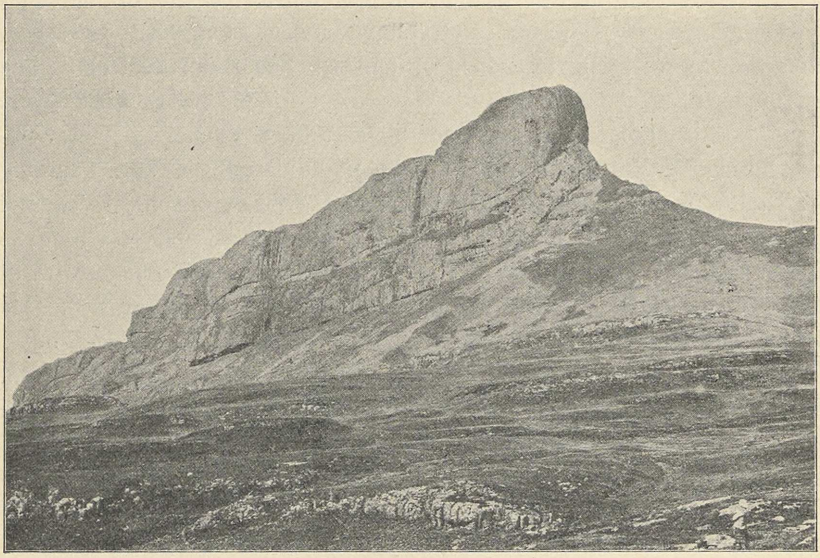


Fig. 94. Lavastrøm i et gammelt Flodleje, blotlagt ved Denudation. Invernessshire, Skotland (efter Fot. af A. S. Reid).

Bear Butte er et godt Eksempel paa en saadan Denudation. Bjerget har været en Laccolit dækket af mægtige Stenlag. Disse er nu helt forsvundne ved Forvitring og Bortskylning, og Laccoliten, der har været mere modstandsdygtig, staar frem som et helt Bjerg.

I Fig. 94 er gengivet et andet karakteristisk Eksempel fra Invernessshire i Skotland. Den ret anselige Fjeldryg, som nu ses at rage op over det flade Sletteland, er en gammel Lavastrøm, der engang i Tertiærtiden som en ildflydende Masse strømmede ud af en nu helt forsvunden Vulkan. Lavaen tog Vejen gennem et Flodleje og lejrede sig ovenpaa Rullestenene og Gruslagene i Flodlejets Bund. I Tidens Løb er Flodens Bredder og hele det omgivende over 100 Meter høje Land fuldstændig forsvunden, det er bleven bortført ved Denudationen, og kun den mere modstandsdygtige, basaltiske Lava i det gamle Flodleje staar nu tilbage som Maalestok paa, hvor højt Landet tidligere ragede op og paa de

jævnlæggende Kræfters Virksomhed. Denudationen, som altsaa i første Linje virker nedbrydende, kan altsaa ogsaa indirekte siges at være Anledningen til, at der opstaar Bjerge og Højdedrag, ved at den fjerner det løse og letforvitrelige Materiale, saa at de mere modstandsdygtige Lag kommer til at staa igen.

Erosion. Regnvandet, der flyder hen over Jordens Overflade, samler sig i Reglen snart til Bække, der ogsaa kan opstaa ved Kildevands Frembryden til Overfladen, og Bækkene og Aaerne kan løbe sammen til Floder, som søger Vejen til en Indsø eller Havet. Ved Opløsning og Opblødning af de underliggende Lag skærer det rindende Vand sig ned i sit Underlag og danner en Fure, et Flodleje, som, naar Hældningen og Vandmasserne er tilstrækkelig stærke, stadig er udsat for yderligere Udvidelse og Uddybelse. Særlig fremtrædende er denne Uddyben og Aflejring af de bortskyllede Masser, fx. i Alperne, hvor der ved pludselige Regnskyl eller Snesmeltning ofte opstaar Vildbække, der i kort Tid kan føre en stor Mængde groft Materiale: Grus og store Sten med sig, der som Savtænder skærer dybt ned i Underlaget. Vandløb, der under sædvanlige Omstændigheder er højst ubetydelige, kan saaledes, naar de slaar sig løs under Regnskyl, have meget omfattende Virkninger. De medførte Grusmasser og Stenblokke afsætter sig i Dalen, hvor Vildbækken munder ud i Form af Gruskegler (se Fig. 95). Ofte skyldes Vildbækkens Ødelæggelser den Omstændighed, at Skovene hensynsløst er borthuggede paa Fjeldsiderne, saa at intet hindrer Vandets Bortløben. Løber Vildbækken ud i en trang Dal, kan de nedskyllede Grusmasser lægge sig tværs over Dalen som en Dæmning og give Anledning til, at der opstaar en dyb Sø, der dog snart kan bryde gennem den dæmmende Grusvold og gøre overordentlig stor Skade. Saaledes skete i Kärnten i Sydtyrol i Efteraaret 1882 ved Vildbække, der fremkom under hæftige Regnskyl, Oversvømmelser, der anrettede Ødelæggelser til et Beløb af 40 Mill. Kroner, og hvorved 53 Mennesker mistede Livet.

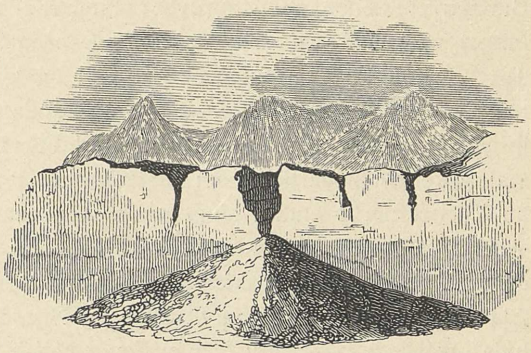


Fig. 95. Virkningen af en Vildbæk i Højalperne (efter A. Geikie).

Fra Danmark haves et ret karakteristisk lille Eksempel paa Dan-

nelsen af en Vildbæk. Lønstrup Aa, der kun har et Opland af 6—7 Kvadratkilometer, er under almindelige Forhold en Bæk, man let kan springe over. Men den har det forholdsvis stærke Fald af 12 Meter pr. Kilometer. Den 11. August 1877 dannede den efter flere Timers voldsom Tordenregn en Vildbæk som en brusende Flod paa 15 Meters Bredde og 5 Meters Dybde. I Løbet af faa Timer bortførte den en Jordmasse af antagelig 10000 Kubikmeters Rumfang, ødelagde en stor Del af Lønstrup By og dannede et efter Omstændighederne ret anseligt Delta ud i Vesterhavet.

Ved Sliddet paa Underlaget af det medførte Grus og de langs Bunden tumlende Sten fordyber Floderne efterhaanden deres Leje. Meget karakteristiske Eksempler paa saadanne Nedskæringer haves fra det sachsiske Schweiz, hvor Elben og dens Tilløb har skaaret sig ned gennem Kridtformationens Kvadersandsten til en Dybde af flere hundrede Meter og i Forbindelse med Forvitringen har frembragt de maleriske Klippepartier, som nu udgør et let tilgængelig Udflugtssted for Turisterne. I endnu langt større Maalestok kendes saadanne Nedskæringer fra Arizona og Colorado i U. S. Landet har her været dækket af regelmæssig afsatte, omtrent vandrette, Lag, der i geologisk Alder gaar lige fra Tertiær til Silur og Grundfjeld. Gennem disse Lag, hvis Overflade oprindelig var en jævn Højslette, har Coloradofloden skaaret sit Leje som dybe Kløfter med terrasseformede Sider. Den store *Canon's* Længde er over 300 Kilometer med en Bredde fra 7,5—18 Kilometer og en Dybde til henimod 2000 Meter. Man kan paavise, at Dannelsen af disse mærkelige Floddale først er begyndt i geologisk set saa sen Tid som Pliocentiden, hvad der giver en nogenlunde Forestilling om de geologiske Tidsrums store Længde maalt i almindelig Aaremaal. Paa mange Steder bestaar Udskæringen egentlig af to Canons, hvoraf den øverstes Bund er en adskillige Kilometer bred Slette begrænset af høje terrasseformige Klippevolde. Nede i denne ældste Canon gentager Fænomenet sig, saa at der der findes en dyb Dal, i hvis Dalbund dybt nede gennem stadig skiftende Krumninger Coloradofloden er i Færd med yderligere at uddybe sit Leje.

Canondannelsen i Colorado er mærkelig ved sine kæmpemæssige Dimensioner, men dog fra et geologisk Standpunkt ikke vanskelig at forstaa, da det er en gennem utalte Tidsrum fortsat regelmæssig Nedskæring gennem regelmæssig aflejrede Lag. Men mange andre Steder har man Lejlighed til at se, at Floder gennemsætter hele Bjergkæder og danner mange hundrede Meter dybe Floddale, hvad der har voldet ikke faa Vanskeligheder ved Forstaaelsen. I tidligere Tid antog man, at den Slags Gennembrudsdale var fremkommet ved, at der gennem Bjerg-

kæden var opstaaet en Spalte, som tillod Vandets Passage, saa at Floden kunde løbe i Spalten og saaledes egentlig blot fulgte det Leje, der var anvist den færdig dannet fra Naturens Haand ved Spaltedannelsen. Men hvis dette var Tilfældet, maatte man antage, at Spalten fortsatte sig i Dybet under Flodlejet som en Revne i Klippemassen. Imidlertid viser det sig, at der i de allerfleste Gennembrudsdale ikke findes nogen underjordisk Revne under Flodlejet, naar man ved Mine- eller Tunnelforetagender kommer ned under en saadan Gennembrudsdal. Man har ved nærmere Undersøgelse fundet, at Dalen er dannet paa en hel anden Maade. Floden har haft sit Leje paa paagældende Sted allerede inden Bjergkædedannelsen begyndte, og Floden har stadig videre uddybet Lejet, samtidig med at Bjergkæden skød i Vejret ved Foldningsprocessen eller Horstdannelsen. Herved bliver det forklarligt, at Floder i Landstrækninger, hvor Sletten afveksler med Bjergkæder, ofte ses fra Sletten tilsyneladende ganske umotiveret at sætte ind gennem et Bjergpas. Floden har i hele sit Liv haft denne Retning, ogsaa før Bjergkæden opkom og er ældre end Bjergdannelsen, medens den upaatvivlelig vilde være løbet uden om Bjerget, hvis Bjerget var det ældste.

Bevæger en Flod sig hen over løse Jordlag, hvor Faldet kun er ringe, vil dens Løb sjældent være en ret Linie, men den vil gaa i mere eller mindre udprægede Slangebugtninger. Strømmen vil i Bugtningernes Yderkreds angribe Flodens Bredder, samtidig med at der i Inderkredsen aflægges Materiale. Saaledes vil Bugtningerne efterhaanden flyttes ned ad mod Flodens Munding. Et Vandløb vil derved under Slangebugtninger udgrave en langt bredere Floddal end selve Vandløbets Bredde, hvad der ofte har givet Anledning til overdrevne Forestillinger om den Vandmasse, som Vandløb formentlig havde ført i fordums Dage. En Mængde af de danske Aaløb har i ældre Tid været udpræget slangebugtede og løber i forholdsvis brede Aadale. Nu er de fleste regulerede ved, at Bugtningerne er gennemskaarne for bedre Vandafledningens Skyld.

Vandfalds Tilbagerykning. En ejendommelig Form for Erosion er den Baglænsmarch, der foretages af adskillige Vandfald. Et Vandfald opstaar, hvor et Vandløb styrter ud over en Klippeside eller Skrænt. Er Stenlagene i Klippesiden af ensartet Beskaffenhed, vil Vandløbet efterhaanden skære sig et Leje ned i Klippesiden, saa at der fra at være et Vandfald vil blive et skraanende Flodleje, hvis Hældning vil blive ringere og ringere, efterhaanden som Floden skærer sig dybere ned.

Forholdet vil derimod kunne blive et andet, naar den Klippeskrænt, hvorover Strømmen styrter ned, bestaar af afvekslende haarde og bløde Lag. Her kan der være Betingelser til Stede for, at Vandfaldet kan

rykke tilbage og dog blive ved at være et Vandfald uden synderlig at forandre sin Højde. Dette er Tilfældet fx. ved Niagarafaldet, hvor Forholdene gennem de sidste hundrede Aar har været Genstand for mange geologiske Undersøgelser og Betragtninger, da man gennem Vandfaldets Tilbagerykning mener at være i Stand til at faa et Maal paa et Tidsafsnit af Alluvialtiden, da Tilbagerykningen paaviselig er begyndt længe efter Istidens Slutning. Niagarafloden danner Forbindelsen mellem Erie- og Ontariesøen, mellem hvis Vandspejl der er en Højde-

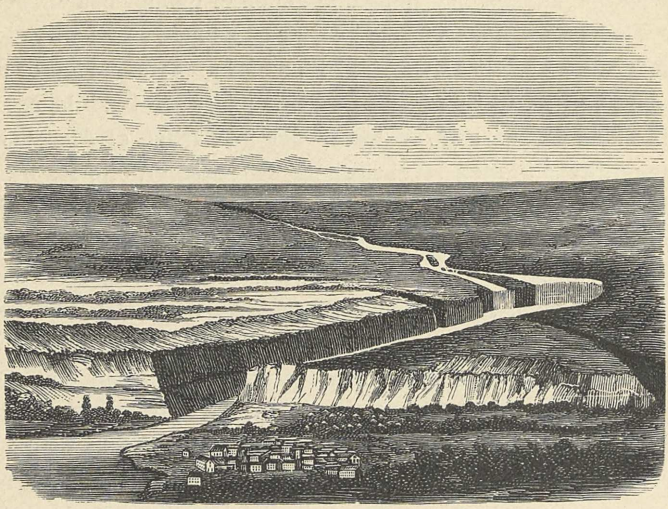


Fig. 96. Niagara med Queenston i Forgrunden.

forskel af 101 M. Fig. 96 giver et Fugleperspektiv af Egnen efter et halvhundrede Aar gammelt Billede og viser Forholdene bedre, end et Billede fra Nutiden vilde gøre, da Egnen omkring Faldet nu er tæt bebygget, og Floden er overspændt af Jernbanebroer m. m. Afstanden fra Udløbet af Eriesøen ved Fort Erie til Byen Queenston nær Ontario er c. 53 Kilometer, og Faldet er beliggende c. 32 Kilometer nedenfor Fort Erie. Paa Strækningen fra Eriesøen til Faldet er Floden 600—1200 Meter bred og løber roligt ovenpaa næsten vandret aflejrede Kalkstenlag, men fra Vandfaldet omtrent til Queenston løber den i en paa sine Steder kun 75 Meter bred, men henimod 100 Meter dyb Canon af 10 Kilometers Længde, som Floden selv har udgravet ved Vandfaldets Tilbagerykning. Grunden til Tilbagerykningen er den vekslende Haardhed af Stenlagene. Underst findes en haard Sandsten, hvori Floden har sit Leje fra Faldet til Queenston, og der ovenpaa en blød Skifer dækket af en fast 25 M. tyk Silurkalk. Ved Vandets Virkning opblødes Skiferen og bortskylles i Vandfaldsskrænten, saaledes at det øverste Lag (Silur-

kalken) underhules og berøves Understøttelsen. Det brækker derfor Tid efter anden af og styrter ned og foraarsager derved Faldets Tilbagerykning. Faldet er ved en lille Ø Goat-Island delt i to, hvoraf det store vestlige Horseshoe-fall i den senere Tid rykkes meget hurtigere tilbage end det mindre østlige, det amerikanske Fald. Fra 1842—90 har Tilbagerykningen været c. 1,5 M. aarlig for Hesteskofaldet, medens det andet Fald i hele denne Tid kun er gaaet c. 12 M. tilbage. Til andre

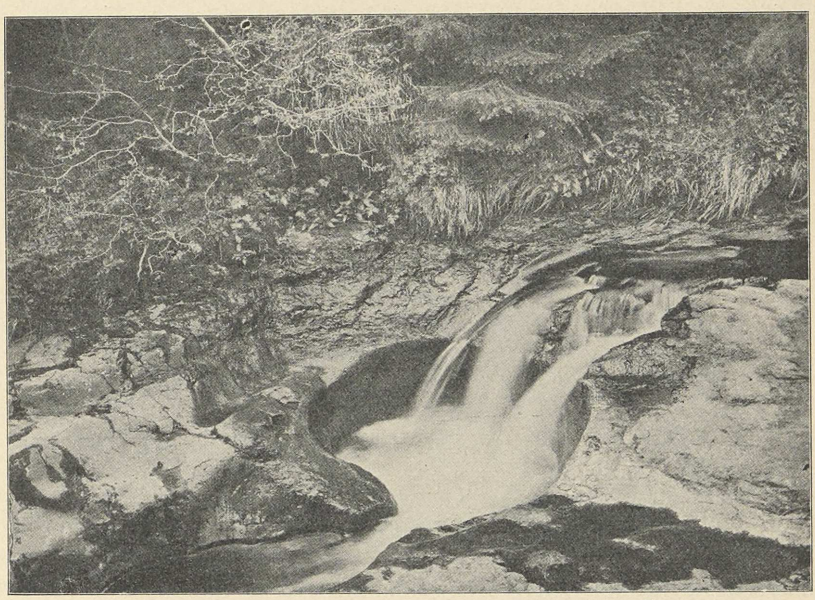


Fig. 97. Jættegryde i Basalt. Antrim, Irland (efter Fot.).

Tider har Tilbagerykningen været en anden, saa at man ikke kan faa noget nøjagtigt Maal for den Tid, det har taget for Faldet at rykke de 10 Kilometer tilbage. Nu antager man dog i Følge de bedste Undersøgelser, at det medgaaede Tidsrum har været 6—7000 Aar, en meget moderat Angivelse i Sammenligning med, hvad der tidligere ansaas for det rigtige.

Jættegryder. En ejendommelig Virkning af Erosionen frembragt ved faldende Vand eller stærke hvirvlende Vandstrømme er de saakaldte Jættegryder. En Vandstrøm, der styrter ud over en Afsats og træffer stendækket Bund med tilstrækkelig Kraft, kan sætte Stenene i hvirvlende Bevægelse, saa at de som et Drilbor arbejder sig ned i Underlaget. De derved frembragte Hulheder kaldes Jættegryder og kan undertiden opnaa anselige Dimensioner. Saaledes undersøgte *W. C. Brøgger* og *H. Reusch* i 1873 i Norge i Nærheden af Kristiania flere mærkelig vel udviklede Jættegryder, hvoraf en ved Bækkelaget havde

en Dybde af 14 M. og en Diameter op til 4 M. Gryderne har i Reglen Form af et nogenlunde cylindrisk Rør med halvkugleformet Bund. Hullernes Sider bærer ikke sjældent spiralsnoede Mærker af Stenenes Bevægelse. Fig. 97 viser en velformet Jættegryde fra et Vandløb ved Antrim i Irland. Den er uddrejet i haard Basalt, dog under langt kraftigere Strømforhold og med større Vandmasser end der nu er i den lille Bæk, der løber ud i den. Jættegryder findes ved mange af Nutidens Elve, der løber over Klippebund, men man kan ogsaa træffe dem paa Steder, hvor det under de nuværende Terrænforhold vil være umuligt for nogen Elv at virke. Man maa derfor antage, at disse Gryder er dannede under

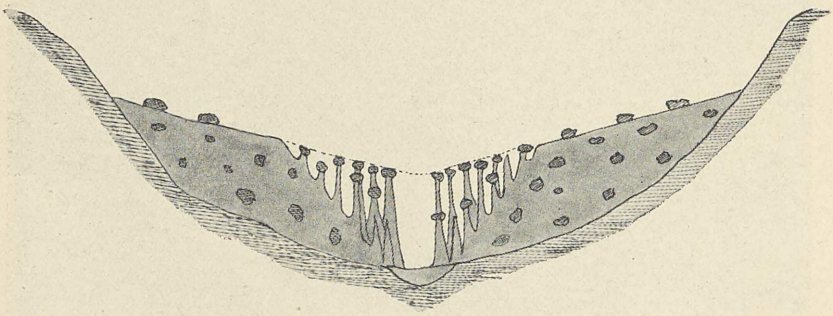


Fig. 98. Skematisk Tværsnit af en Dal med Jordpyramider, tildels efter Credner.

Istiden ved Vandfald, der er styrtede ud over Randen paa den da tilstedeværende Landis eller ned gennem Spalter i Isen. Jættegryder, der i og for sig er et rent Flodfænomen, kan altsaa indirekte regnes ind under Beviserne for tidligere Isbedækning.

Under visse Forhold kan der ogsaa dannes jættegrydelignende Fordybninger ved, at Bølgeslaget langs en Kyst sætter Stenene i Bevægelse og udskurer en Gryde. Den kan dog aldrig naa saa store Dimensioner som Vandfaldsgryderne og har uregelmæssige Former samt i Reglen en skæv Stilling med Aabningen pegende udad mod Havet, Bunden nedad og indad mod Land.

Endelig maa nævnes, at der ved Forvitring ogsaa kan opstaa grydeformige Fordybninger i Klipperne, men disse Forvitringsgryder har i Reglen en langt uregelmæssigere Form og Stilling end virkelige Jættegryder.

Jordpyramider. Endnu maa under Erosionen omtales nogle ejendommelige Dannelser, som ganske vist ikke er af stor geologisk Betydning, men som frembyder et meget mærkeligt Udseende. Det er de saakaldte Jordpyramider eller Jordpiller. De opstaar paa Skraaninger eller i Dalsider, der er dækkede af Moræneler eller en lignende Jordart, der indeholder store Sten. De er direkte fremkommet ved Regnvandets eroderende Virkning og har som Betingelse dels Jordartens Beskaffenhed,

dels fordrer de ogsaa, at Regnen skal falde lodret ned, og at de løsbrudte Masser let kan komme til at løbe bort. Stenene tjener som Tag eller Paraply, der beskytter Underlaget mod Regnskyllet, der bortskyller de mellemliggende Jordmasser, saa at de af Stenene beskyttede Partier kommer til at staa igen som kegle- eller pyramideformige Piller med en Stenhat. Nogle Steder, fx. ved Bozen i Sydtyrol, kan disse Jordpyramider naa en Højde af 30—35 M. I Fig. 99 er gengivet en Jordpille af Moræneler og Konglomerat fra Fochabers i Skotland. De har dog

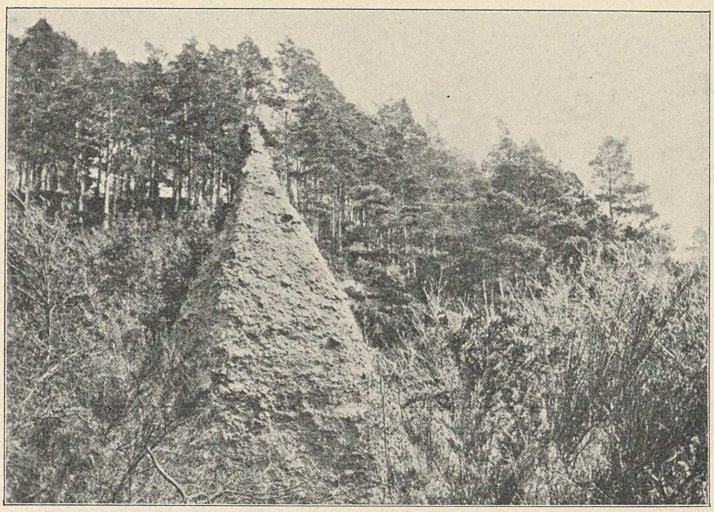


Fig. 99. Jordpille. Fochabers, Morayshire, Skotland (efter Fot.).

ikke saa kæmpemæssige Dimensioner som de tyrolske, der udgør en af disse Egnes mange Seværdigheder. I ganske lille Maalestok kan man ofte efter en hæftig Tordenskylle se Jordpyramider paa Grøfters og Grusgraves Skraaninger her i Danmark, men de opnaar sjældent mere end nogle faa Centimeters Højde, da Skylregns Retning her til Lands er meget vekslende, saa at det ene Regnskyl bryder ned og forstyrrer, hvad det andet har udarbejdet.

Flodaflejringer og Deltadannelse. Jo større Hastighed et Vandløb bevæger sig med, desto grovere vil det Materiale være, som Strømmen kan medføre. Ved Forsøg har man fundet, at en Vandstrøm med en Hastighed af

1	M.	i	Sekundet	kan	medføre	afrundede Sten	omtr. 6 Ctm. i Tværsnit
75	Ctm.	i	—	—	—	2,5 —	—
20	—	-	—	—	groft og kantet Sand.		
15	—	-	—	—	fint Sand.		
8	—	-	—	—	fint Dynd.		

Flodvandets Hastighed afhænger væsentlig af Flodbundens Fald, og en Flod vil derfor, hvis den paa forskellige Steder af sit Løb har forskelligt Fald, medføre højst forskellige Mængder af løst Stof. Saaledes fører Rhinen i Alperne store Sten, ved Strassburg Grus og i Holland fint Sand og Ler. Det kan være overordentlig store Mængder, som Floderne paa denne Maade fører med sig og atter aflejrer i Søerne eller Havet. Man har saaledes fundet, at Donau aarligt fører 680000 Kubikmeter Rullesten og groft Grus med sig forbi Wien, og andre Floder kan opvise endnu langt større Stentransport. I endnu større Masser kan Floderne medføre fint Sand og Slam, der kan holdes svævende i Vandet og ikke som Sten og Grus slæbes langs Bunden. Mindskes Vandets Hastighed, ved at Flodbundens Hældning bliver ringere og Flodens Bredde større, kan de medførte Masser synke til Bunds og give Anledning til Flodaflejringer, som kendes fra mange Floders nedre Løb, hvor de fra Højderne træder ud og breder sig over Lavlandet. Sker en saadan Flodaflejring i et Søbækken eller i Havet, kan det medførte Materiale under visse Forhold aflejre sig som en Deltadannelse. Hvis der paa Kysten ved Flodens Munding staar en stærk Brænding, eller hvis der langs Kysten løber en stærk Strøm, vil Deltadannelsen dog udeblive, da det af Floden medførte Materiale derved forhindres i at aflejre sig ved Mundingen, men føres andet Steds hen. Lettest synes Deltadannelsen at foregaa i en Bugt, hvor Flodmundingen er beskyttet mod Havet ved en Revle, eller hvor Floden udmunder i en Lagune.

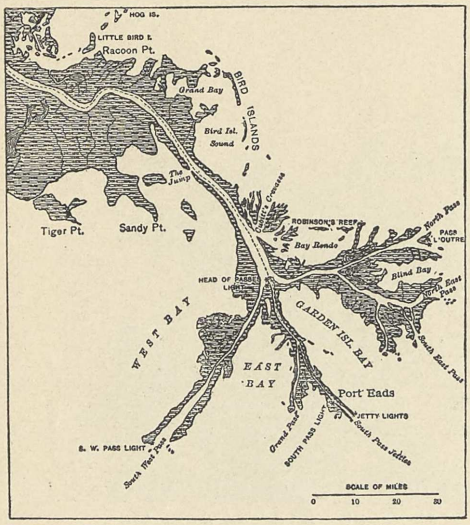


Fig. 100. Mississippideltaets yderste Parti. Efter *Chamberlin & Salisbury.*

Man kender dog ogsaa vældige Deltadannelser, hvor der ikke findes nogen saadan Beskyttelse, saaledes Mississippideltaet, af hvis yderste Parti der i Fig. 100 er givet en Kortskitse. Floden, der med sine talrige Bifloder danner Afløbet for et 3,2 Mill. Kvadratkilometer stort Opland, medfører overordentlig meget Materiale. Det er dels Ler og Sand, hvis Mængde er beregnet til 212 Mill. Kubikmeter aarlig, dels organisk Stof lige fra mægtige Træstammer til fint opslemmet tørve-

agtigt Mudder. Hele Deltaet har et Areal af c. 32000 Kvadratkilometer med en Tykkelse af 10—30 M., men det er meget lavtliggende, saa at Højden over Havet varierer mellem 3 M. og nogle faa Centimeter. Dybden af Floden er ved New-Orleans 36 M., men aftager ved Flodens Mundinger paa Grund af det aflejrede Materiale til 3—4 Meter. Floden danner altsaa foran sine Mundinger selv Fordæmninger, der tvinger den til at vige til Siden og saaledes stadig kløves i nye Arme med mellemliggende Sandbanker, der efterhaanden ved aflejret Mudder og ved Tilgroning naar op over den almindelige Vandstand. Deltaet rykker derved c. 100 Meter længere ud i Havet hvert Aar. Men i Højvandsperioder om Foraaret sættes Flodens Vande mange Meter op over Deltaet og har tillige den største Slamføring, saa at der nu yderligere aflejres Materiale langs Flodbredderne. Derved har Floden selv omgivet sig med naturlige Dæmninger, der er højest ved Flodbredderne og som 4—5 Kilometer brede Volde skraaner langsomt ind mod det indenfor lavere liggende Sumpland.

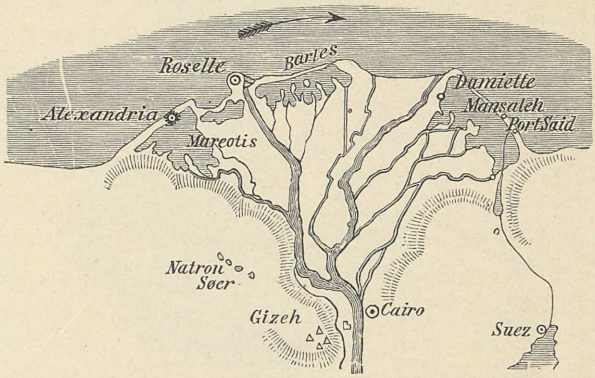


Fig. 101. Nildeltaet.

Endnu større end Mississippideltaet er Ganges- og Bramaputradeltaet, der er beregnet til 130000 Kvadratkilometer. De to mægtige Floder er her delte i talløse Arme og Forgreninger, der har givet Anledning til Navnet *Sundarban*, d. v. s. de tusinde Flodmundingers Land. Alluvialdannelserne har en Mægtighed af c. 150 M., og Udfyldningen af Deltaet maa være begyndt for mindst 14000 Aar siden. Der udføres nu af Floderne her c. 1250 Mill. Kubikmeter Slam om Aaret, hvad der spredt over hele Deltaets Areal vil bevirke en Forhøjelse af 1 M. i noget over 100 Aar*). De indre Dele af Deltaet danner Verdens rigeste Risland, de ydre Dele er lave skov- og kratbevoksede vildtrige Øer, der, hvis Moskitos og Malaria ikke gjorde dem til „et Helvede“ for Mennesker, vilde være meget nær ved de vedtagne Ideer om „Edens Have.“

Det fra Oldtiden berømte Nildelta er c. 22200 Kvadratkilometer og dannet paa noget anden Maade end Ganges- og Mississippideltaet.

*) Denne Masse vilde i Følge *J. G. Forchhammers* Beregning være tilstrækkelig til i Løbet af 25 Aar at fylde hele Øresund.

Den nu af Nilslam udfyldte Landstrækning fra Cairo og nordpaa har tidligere været en Havbugt mellem den libyske Ørken mod Vest og den arabiske Ørken mod Øst delvis afspærret fra Middelhavet ved en Række lave Sandøer, saa at Nilen altsaa har udmundet i Lagunesøer, hvoraf der endnu langs Kysten er ikke ubetydelige Rester, som Kortet Fig. 101 viser.

Nilens Vandstand er, som kendt fra Oldtiden, meget regelmæssig vekslende med Aarstiden. Forskellen mellem den højeste Vandstand (i September) og den laveste Vandstand (i Maj) er ved Cairo 6—8 Meter. Flodvandet faar under Højvande ikke Lov til frit at brede sig som en Sø over Landet, men er indgærdet med Diger og benyttes paa regelret Maade til Overrisling af Markerne, hvorved der afsættes et tyndt Slamlag, der i Forbindelse med Vandingen betinges Nillandets Frugtbarhed. Ved laveste Vandstand fører Nilen ved Cairo 3000 Kubikmeter Vand i Sekundet, men ved højeste Stand 20000 Kubikmeter, men Slammængden er i Virkeligheden selv ved højeste Flod meget ringe, saa at der i Løbet af 1700 Aar ved Cairo kun er afsat Jordlag tilsammen af 1,5 M.'s Tykkelse.

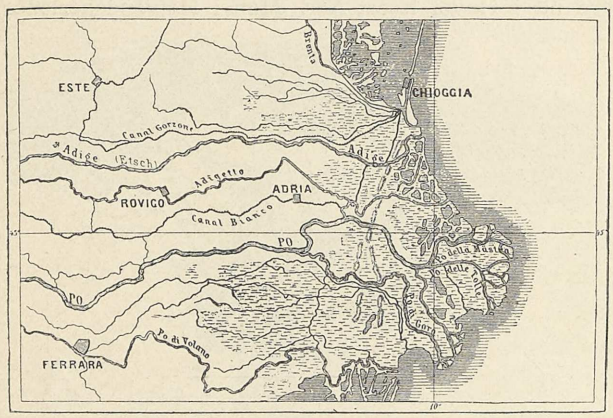


Fig. 102. Podeltaet.

I Europa haves blandt andre Steder paa Italiens Kyst ved Adriaterhavet fra Venedig til Ravenna en Strækning med betydelige Deltadannelser. Der har her i nogen Afstand fra Kysten været en Række Rev eller lave Øer, der har lettet Afsætningen fra de talrige Floder, der løber ud her. Navnlig er Podeltaet et Eksempel paa vidt fremskreden Deltadannelse.

Byen Adria var i Romertiden en Søhavn, nu ligger den 35 Kilometer fra Havet, medens Syd her for Ravenna i Middelalderen laa ved Havet, men nu er fjernet derfra ved Landstrimmel af 6,5 Kilometers Bredde osv. De aflejrede Massers Mægtighed har ved Boringer vist sig at være ved Casa de Dio 172 M. Poflodens Delta er skredet langt ud ud over den skærmende Ørække i Adriaterhavet og Deltaet, der nu rykker stærkere frem end tidligere paa Grund af den fuldkomnere Ind-

dæmning, angives hvert Aar at gaa 70 Meter længere ud, medens Strækningerne udenfor Poomraadet baade mod Nord og Syd endnu ikke er fyldte saa meget op, saa at der findes en Række lavvandede Laguner og Lagunesøer. Po har fra Oldtiden dels ved dens egen Virksomhed, dels ved Kunst været inddiget for at beskytte det omværende lavtliggende Land mod dens Oversvømmelser, men derved er dens Bund stadig blevet forhøjet ved det aflejrede Materiale, saa at man atter blev nødt til at forhøje Digerne. Selve Flodbunden, ikke at tale om Flodens Vandspejl, ligger nu betydelig højere end det omgivende Land. Ved Ferrara ligger Flodbunden saaledes c. 9 M. over en Del af Gaderne. Lignende Forhold findes som bekendt i endnu mere udpræget Grad i Holland, hvor Rhinens og de andre Floders Løb i mange Aarhundreder har været nøje overvaagede og inddigede.

I Danmark findes smaa Deltadannelser ved Storaaens Udmunding i Nissumfjord og omkring Skjernaaens Udmunding i Ringkjøbingfjord. Her er Deltadannelsen udbredt over et Areal af c. 3500 Hektarer og danner udmærkede Enge.

Grundvand og Kilder. Noget af Regnvandet, der træffer Jordens Overflade, fordamper, noget løber bort eller bliver staaende som Søer eller Damme, og noget synker i Jorden, dels paa Grund af Tyngdekraften dels ved Haarrørsvirkningen. Jordlagenes Evne til at lade Vand passere sig — deres Porøsitet — er meget forskellig og spiller en stor Rolle med Hensyn til Benyttelsen af Jordarten til Plantekultur. Dette Spørgsmaal vil derfor blive Genstand for en særskilt Behandling i Jordbundslæren, saa at vi her vil nøjes med at betragte Spørgsmaalets almindelige geologiske Side. Vandet, der bevæger sig nedad, vil blive ved med at synke, indtil der kommer en Forhindring. Som tidligere omtalt (Side 143) findes der i en efter Breddegraden og Jordbundsforholdene vekslende Afstand fra Jordoverfladen et Lag eller en Zone, hvori Temperaturen af Jordlagene er konstant Aaret rundt og ikke paavirkes af Aarstidens Temperatursvingninger paa Jordens Overflade. Tænker man sig, at dette Lag er beliggende c. 22 Meter under Overfladen, og at Temperaturen her er 8°*) samt at det geotermiske Maal er 44 Meter**), vil man altsaa ved

22	M.	Dybde	have	8°	Varme
66	—	—	—	9°	—
110	—	—	—	10°	—
1870	—	—	—	50°	—

*) Disse Forhold passer omtrent for Danmarks Vedkommende.

**) Dette Tal angives af *N. V. Ussing* som Middeltal af Maalinger ved den 840 M. dybe Boring ved Grøndalsengen nær København.

4070	M.	Dybde	have	100°	Varme
8470	—	—	—	200°	—
12870	—	—	—	300°	—
15950	—	—	—	**370°**	—
43670	—	—	—	1000°	—
65670	—	—	—	1500°	—
87670	—	—	—	2000°	—

Ved 1870 M. Dybde naar Grundvandet under de givne Forudsætninger 100°, men det kan dog paa ingen Maade koge, da det paa denne Dybde er underkastet den ovenforværende Vandsøjles Tryk, hvad der svarer til et Tryk af c. 187 Atmf., hvorved Kogepunktet bringes langt højere tilvejrs. Først ved en Dybde af c. 16 Kilometer (15950 M.) under Jordoverfladen vil Vandet være opvarmet til den kritiske Temperatur, d. v. s. nu være Damp, men vil her være underkastet c. 1595 Atmf. Tryk. Det vil derfor ikke som Dampstraaler slaa op gennem Grundvandet og Stenlagenes Porer, men vil af de ovenfor liggende Vandmasser trykkes stadig dybere ned. Som Tabellen viser, vil Stenlagene ved en Dybde af mellem 66—88 Kilometer have en Temperatur af 1500°—2000°. Ved denne Temperatur maa man efter alt, hvad der foreligger, antage, at de allerfleste Stenarter let gaa i Forbindelse med eller indsuger den glohede Vanddamp og derved danner den kemiske Forbindelse eller Art Legering, som tidligere er beskrevet under Navnet *Magma*. Sker det nu ved Jordskorpebevægelser af en eller anden Art, at der opstaar en Revne i Jordlagene, saa at Magmaen delvis bliver befriet for det paa den hvilende uhyre Tryk, kan den blive flydende og bryde frem til Jordoverfladen. Under hæftig Dampudvikling strømmer den ud som Lava, blæres op som Pimpsten eller pustes ud som vulkansk Støv, men samtidig hermed bliver det af Magmaen som Damp indsugede Grundvand atter gengivet Atmosfæren. Ligesom Vulkanerne, som tidligere omtalt, bidrager til at holde Kulsyremængden i Ligevægt i Atmosfæren, bidrager de altsaa ogsaa til, at Vandmængden paa Jordoverfladen holdes i Ligevægt*) ved som Dampe at gengive Atmosfæren det gennem Jordlagene nedsivede Grundvand.

Vand, der fra Jordoverfladen synker ned, standses dog ofte af et for Vandet helt eller delvis uigennemtrængeligt Jord- eller Stenlag et vandstandsende Lag og danner her en underjordisk Sø eller Vand-

*) Ved dette Udtryk menes ikke Ligevægt i aller bogstaveligste Forstand, da man kun ufuldkomment kan danne sig en Forestilling om Mængdeforholdene af optaget og atter afgivet Kulsyre og Vanddamp. Forholdet har sikkert været og er endnu svingende og er vistnok en Grundaarsag til Klimatvariationer m. m.

strøm. Bevægelsen af Vandet i de vandførende Lag ovenpaa de vandstandsende Lag følger ganske vist Tyngdens Love, saa at det underjordiske Vandspejl stræber at indtage vandret Stilling, men Bevægelserne foregaar meget langsommere end hos fritliggende Vandsamlinger paa Jordoverfladen. Grundvandspejlet retter sig derfor tildels efter Terrænoverfladen, saaledes at Grundvandet i en Bakke oftest staar højere end i Dalen ved Bakkens Fod. Vandbevægelsens Langsomhed i Jordlagene foraarsager, at Regnen, der trænger ned gennem de øvre Jordlag i Bakken eller Højdedraget, først efter adskillig Tids Forløb kan naa at brede sig ud til Siderne, og i Mellemtiden forsynes de vandførende Lag maaske paany med Vand ovenfra. Der kan saaledes i Jorden ske et Vandtræk fra de højere liggende Lag til de lavere. Er et vandførende

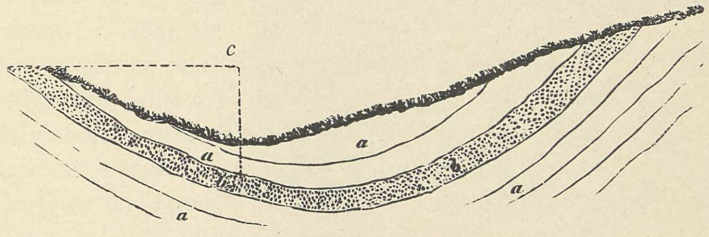


Fig. 103. Fremkomsten af en Kilde.
a vandstandsende Lag; *b* vandførende Lag; *c* Kilde.

Lag beliggende mellem to vandstandsende Lag, som vist i Fig. 103, kan der opstaa en Kilde, naar Vandet faar Lejlighed til at bane sig Vej til Jordens Overflade. Borer man under saadanne Forhold ned til det vandførende Lag fx. under Punktet *c*, kan der dannes en Springkilde, saa at Vandet gennem Borerøret trykkes op som et Springvand. Ofte kan det underjordiske Vandspejl ved disse artesiske Boringer gennem Borerøret ikke naa helt op til Jordoverfladen, men stiller sig i en vis Dybde, saa at Vandet maa hentes op ved Pumpning.

Den Højde, hvortil Vandet stiger, kaldes Vandrejsningen. Vandmængden, der kan pumpes op af en saadan Brønd, afhænger ogsaa af Dybden, hvortil Vandspejlet sænkes i Brønden, og er desto større, jo dybere man sænker Vandspejlet. Man kan derfor tale om den og den Vandføring (Kubikmeter pr. Sekund) ved den og den bestemte Vandrejsning angivet i Meter under Overfladen eller bedre i Højde over Havet. Det er dog en Selvfølge, at det ikke nytter at fordybe Brønden eller Borehullet ned i det vandstandsende Lag, forsaavidt som der ikke findes andre vandførende Lag nedenunder.

Vandførende Lag er dels Grus eller Sandlag, hvor Vandet kan bevæge sig i Mellemrummene — Porehullerne — mellem Stenene eller

Sandkornene, dels ogsaa Bjergarter som fx. Kalksten eller Sandsten, der er gennemsat af Revner, i hvilke Vandet bevæger sig. Københavns Vandforsyning, der sker gennem borede Brønde, er saaledes baseret paa det Vandlag, der findes i den stærkt opsprækkede Kalksten, der danner Underlaget for Glacialdannelserne omkring København. Selv saa faste Bjergarter som Granit kan i ikke ringe Grad være vandførende, saa at man er i Stand til at faa en god vandgivende Brønd ved at bore i Grundfjeldet, som vedføjede Fig. 104 viser.

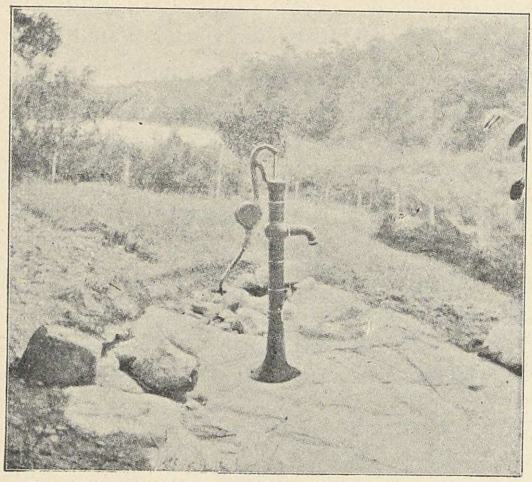


Fig. 104. Brønd boret i Granit. Dalbyö-Gaard, Södermanland. (Efter A. E. Nordenskiöld.)

Kildevands Sammensætning. Vand fra Kilder indeholder i Reglen ikke ubetydelige Mængder af forskellige Salte og organiske Stoffer. Kildevandets Beskaffenhed viser sig i saa Henseende at være afhængig af de Jord- og Stenlags Art, hvorigennem det har passeret paa sin underjordiske Bane. Allerede i Oldtiden var man klar herover, og *Plinius* udtaler om Kildevand: „Tales sunt aquæ, quales sunt terræ, per quas fluunt", d. v. s.: „Som Jordlagene er, saaledes bliver Vandet, der flyder igennem dem." Men desuagtet har Spørgsmaalet om Kildevands Oprindelse og Beskaffenhed været Genstand for de mest fantastiske Hypoteser gennem Middelalderen og langt ned i den nyere Tid. Endnu saa sent som 1827 fremsatte en ellers anset tysk Geolog, *Keferstein*, den Anskuelse, at Kilderne skyldtes en Art Livsproces hos Jorden. Jorden var som et mægtigt levende Væsen og med et rent eskimoisk Fantasibillede forklarede Keferstein, at Kildevand blev afsondret og udflød af Jordkæmpen, ligesom Dyrene afsondrer og udskiller Urin. Andre antog, at Kildevands Saltindhold hidrørte fra, at der i Jorden fandtes mægtige elektriske Batterier, der dekomponerede Jordlagene og udskilte Saltene ad galvanisk Vej. Man blev dog efterhaanden klar paa Rigtigheden af den allerede af Plinius udtalte Anskuelse, og gennem Undersøgelse af Kemikere som *Berzelius, G. Bischoff, H. & R. Fresenius* og mange andre foreligger der talrige Angivelser om Kildevands Sammensætning. I den nyeste Tid har dette Spørgsmaal faaet fornyet Be-

tydning ved Paavisning af de radioaktive Stoffer, adskillige Kilder fører med sig op fra Jordens Skød, men disse Undersøgelser er endnu kun i deres første Begyndelse.

Under Beskrivelsen af de varme Kilder er allerede tidligere givet Eksempler paa de Stoffers Art og Mængde, disse Kilder kan medføre. De kolde Kilder indeholder i Særdeleshed Kulsyre og Karbonater, Klorider, Sulfater m. m. Danske Kilder indeholder i Reglen kun forholdsvis lidt af opløste Bestanddele i Sammenligning med de egentlige Mineralkilder, som findes mange Steder i Udlandet. Man kan efter Indholdet dele disse i:

Surbrønde, d. v. s. Kilder, der fortrinsvis fører Kulsyre og Karbonater*),

Saliner eller Saltkilder indeholdende Natriumklorid og andre Klorider,

Svovlkilder indeholdende Svovlbrinte og Sulfider.

Noget skarpt Skel er der dog ikke mellem disse Afdelinger.

Til Oversigt over Kildevands Sammensætning kan anføres følgende Analyser af Vand fra Kilder og borede Brønde i et vandrigt Omraade ved Jægerspris, Sjælland**).

Nr. 104: Frederikskilde i Færgelunden ved Jægerspris, Sjælland.
- 105: Drænvand fra en Drænledning - — —
- 106: Borehul Nr. 5 - — —
- 107: — - 6 - — —

I 100000 Vægtdele Vand fandtes følgende Stofmængder:

	Nr. 104	Nr. 105	Nr. 106	Nr. 107
Inddampningsrest...	39,6	28,4	34,4	34,8
HCl	8,73	6,24	7,49	7,49
SO_3	3,03	2,02	1,85	2,19
CaO	12,80	10,00	10,80	10,80
MgO	1,87	1,44	1,58	1,58
FeO	0,008	—	0,01	0,15
Fri og halvbund. CO_2	7,50	Spor	6,53	7,02

*) Herunder maa ogsaa henregnes Jernkilder („Staalkilder“) med forholdsvis meget $FeCO_3$.

**) Danmarks geol. Unders. I. R. Nr. 1. Kbhvn. 1893 p. 90.

Disse Kilders Sammensætning giver et Billede af den omtrentlige Sammensætning af det meste Kildevand i Danmark. Ved at udsættes for Luften afsætter Vandet kun ubetydelig Jernokker, de andre Bestanddele afsætter sig først som Kedelsten efter Inddampning af Vandet. Af noget anden Art er visse Kilder, der af ubekendte Grunde indeholder megen opløst Kulsyre og fra gammel Tid er bekendt for deres rigelige Afsætning af Kildekalk omkring deres Udløb. Som Eksempel paa saadant Kildevand kan anføres Vand fra Kilden ved Vintremøller nær ved Holbæk, Sjælland. Kildekalken forekommer i et ret anseligt Lag omkring Kilden eller Kilderne og har fra ældgammel Tid været benyttet til Bygningssten fx. i Sonnerup og Tvejemerløse Kirke.

Vandet indeholdt i 100000 Dele*):

Inddampningsrest	37,54
HCl	1,82
SO_3	2,70
CaO	14,10
MgO	4,97
FeO	0,20
Fri og bunden CO_2 ...	23,51
Opløste org. Stoffer....	1,95

Til Sammenligning kan anføres Sammensætningen af Kildevand fra den berømte „Surbrønd“ i Niederselters (i Nærheden af Ems), der leverer Seltersvand, og fra Saltkilden ved Nauheim ifølge Analyser af henholdsvis *Fresenius* og *C. Bromeis.*

100000 Dele indeholder:

	Selters-Vand	Nauheim-Vand
Inddampningsrest	382,6	2802,5
Na_2CO_3	87,4	—
$CaCO_3$	30,8	148,1
$MgCO_3$	20,2	—
$FeCO_3$	0,3	4,8
NaCl	233,5	2360,0
SiO_2	2,1	2,1
Fri og halvbunden CO_2	284,5	160,3

*) Danmarks geol. Unders. I. R. Nr. 8. Kbhvn. 1900 p. 129.

Mineralkilders Vand har fra Oldtiden været benyttet til Badning og til medicinsk Brug. De paa Natriumklorid rige Kilder benyttes yderligere til Kogsaltindvinding. Ogsaa ad kunstig Vej frembringer man Saliner ved gennem et Borehul at lade Vand løbe ned til det saltholdige Jordlag og gennem et andet noget derfra liggende Borehul atter oppumpe den nu med Salt mættede Opløsning. Herved frembringes der et Hulrum i Jorden svarende til den opløste Saltmængde. Efterhaanden udvides disse underjordiske Huler og kan ikke længere blive staaende, men styrter ind og foraarsager derved jordskælvlignende Fænomener. Paa Jordens Overflade danner der sig Nedsænkninger, hvorved Huse styrter sammen, Gader, Veje og Jernbaner afbrydes, og der dannes Lavninger, der kan fyldes med Ferskvand, saaledes at der opstaar hele Søer af ikke ubetydelig Størrelse. Saadanne Ødelæggelser foraarsagede ved Udludning af Saltlag kendes særlig fra Chesshire i England, hvor Saltudvindingen gennem naturlige og kunstige Saliner har staaet paa i Aarhundreder.

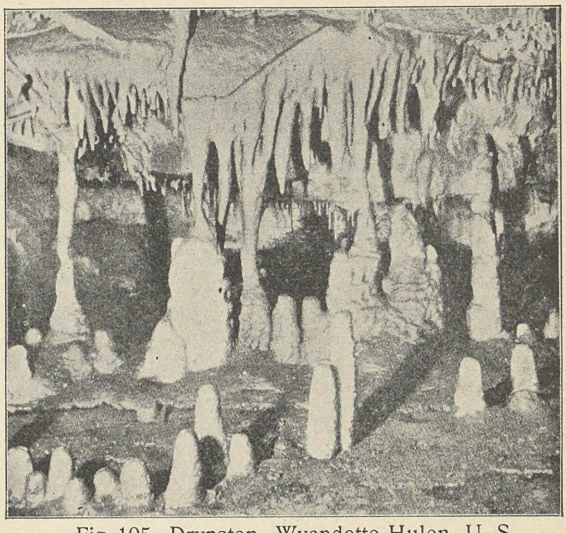


Fig. 105. Drypsten. Wyandotte-Hulen, U. S. (Efter Hains).

Ogsaa ved Opløsningen af Calciumkarbonat i Kalkstenlagene kan der under Jordens Overflade opstaa store Huler og underjordiske Kanaler, som kan blive tilgængelige, naar de ikke længere udfyldes af Vand. Fra Loftet i Hulerne kan der neddryppe Vand, der indeholder opløst Calciumkarbonat. Dette kan afsætte sig som Drypsten, der ikke sjældent udgør nogle af disse Hulers smukkeste Seværdigheder. I Fig. 105 er givet en Afbildning af saadanne Drypstensdannelser fra Wyandotte-Hulen i U. S. Nogle af de største og mest bekendte Huler er Adelsbergerhulen i Krain, Hanhulen i Belgien, Mammuthulen i Kentucky U. S. m. fl. Mange Huler frembyder meget interessante Forhold ved nærmere Undersøgelse, da de kan huse en særegen Hulefauna, og der ofte i dem findes velbevarede Levninger af svundne Tiders Dyreverden (Knokkelhuler).

Havets Virkninger. Bølgeslaget og Havstrømningerne kan i Forening virke forflyttende paa Kystens Jordlag, saa at der nogle Steder tages Land bort, andre Steder lægges Land til. Havets nedbrydende

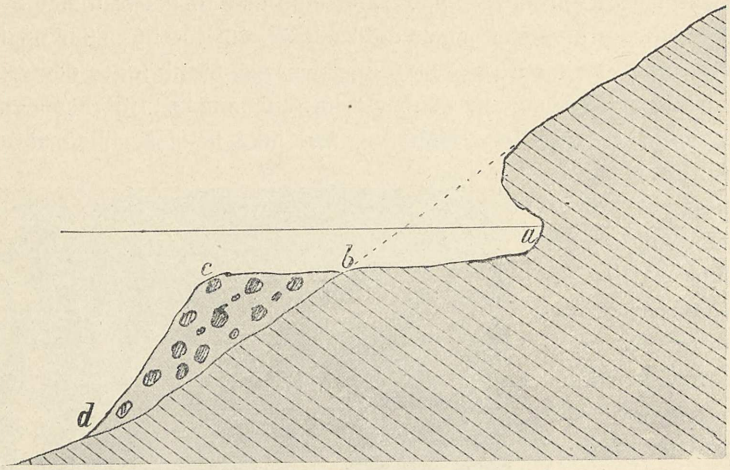


Fig. 106. Terrasse. (Efter A. Geikie.)
a Terrassehakket; *a-b* Abrasionsflade; *c* Terrassekanten; *c-d* Skraafladen. Den vandrette Linje antyder Havets Vandspejl.

Virkninger afhænger dels af Bølgeslagets Magt, dels af Kystens geologiske Beskaffenhed. Jo større Vindstyrken er, og jo dybere Vandet er ved Kysten, desto stærkere vil Bølgeslaget kunne blive. Selv paa Kyster bestaaende af haarde og fastsammenhængende Stenarter vil Havet kunne sætte sine Mærker. Ved Højvande trænger Vandet ind i Klippernes Smaarevner og kan ved Lavvande om Vinteren fryse i Revnerne og derved sønderspræng Overfladen nedenfor Højvandslinjen. Bølgeslaget vil derefter kunne fjerne de løsbrudte Masser og blotter derved nye Partier af Klippen for de nedbrydende Kræfters Angreb. Derved rykker Grænsen mellem Hav og Land — Strandlinjen — længere og længere ind i Landet under Dannelse af en Abrasionsterrasse som vist i Fig. 106. Den ud mod Havet svagt skraanende Flade kaldes Abrasionsfladen, og dens Bredde giver et Maal paa Abrasionens Kraft og Alder. Mange Steder langs

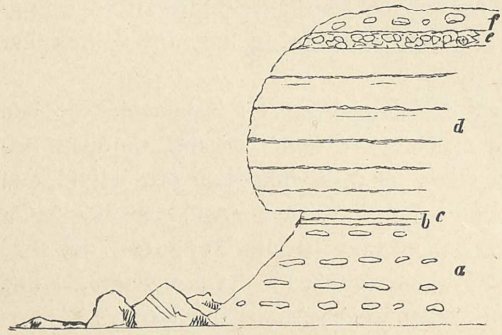


Fig. 107. Tværsnit af Stevns Klint.
a Skrivekridt; *d* Limsten.

Klippekyster kan man have Lejlighed til at se saadanne Terrassedannelser og Strandlinjer indgravede i Kystfjeldene. Langs Norges Kyster findes de ofte i flere Rækker i meget forskellig Højde over den nuværende Vandstand som Vidnesbyrd om Strandlinjens negative Forskydning siden Istiden. Terrassedannelser kan dog ogsaa opstaa ved Aflejring af det ved Frosten og Bølgeslaget fra Klipperne løsbrudte Materiale eller af Sand og Grus, som Strømmen har medført andetsteds fra. Den Art

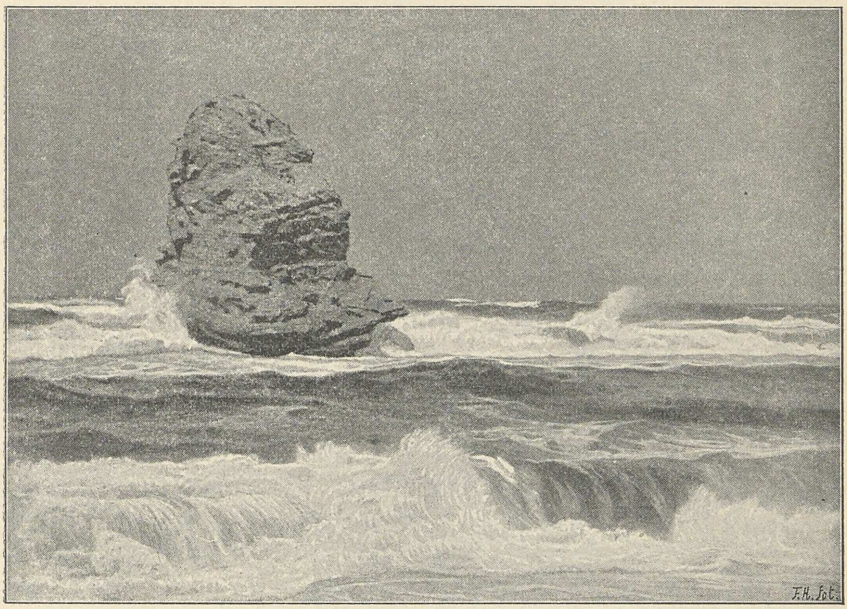


Fig. 108. Skarreklit (efter Fot.).

Terrasser har man kaldt Aflejrings- eller Accumulationsterrasser. Man finder ofte Kombinationer af Abrasions- og Accumulationsterrasser langs Kyster, hvor der er foregaaet en negativ Forskydning af Strandlinjen. Vandet indgravede sit Mærke som en Strandlinje i den faste Klippe under en tidligere højere Vandstand, samtidig med at de løsbrudte Sten og det af Strømmen andetsteds fra medførte Materiale blev aflejret med en vandret eller svagt udad skraanende Flade, som begrænses ud mod Dybet af en stejlere Skraaning. Den vandrette Flade — Strandfladen — kommer ved Landets Hævning til at danne Terrassens Overflade, der indad til ved Terrassehakket grænser op til det faste Fjæld, udad ved Terrassekanten grænser til Skraafladen.

Kystfjeldenes Lagstilling og geologiske Beskaffenhed spiller en ikke ringe Rolle med Hensyn til Nedbrydningens Hastighed. Hælder Stenlagene ud mod Kysten, kan Bølgerne løbe op ad dem uden at gøre

synderlig Skade, hvorimod Klipperne er mere udsatte for Nedbrydning, naar Lagene hælder ind mod Land, saa at Søerne kan faa fat nedenunder dem og undergrave dem, saa at det overliggende maa styrte ned. En lignende Undergravning og Tilbagerykning af Kysten kan ske, naar den bestaar af Lag af forskellig Haardhed som fx. Stevns Klint (Fig. 107). Skrivekridt danner her Underlaget, dækket af Limsten. I og for sig er Skrivekridt ret modstandsdygtig mod Bølgeslaget, men ved Vejrsmuld-

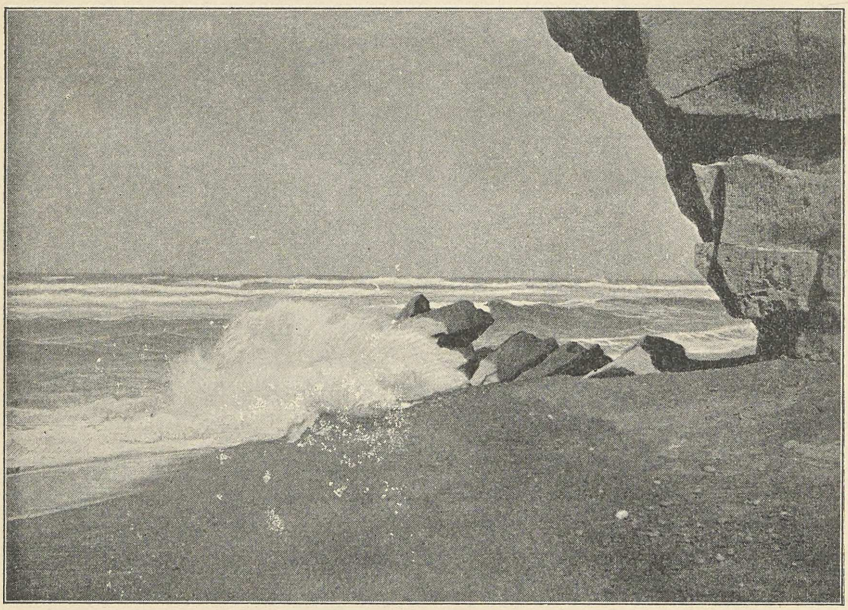


Fig. 109. Strandbredden under Bulbjerg.
Tilhøjre ses noget af Limstensklinten (efter Fot.).

ringens og Bølgeslagets forenede Virkning faar Kystklinten den karakteristiske Næseform. Den ud mod Havet vendende Klint af Skrivekridt *(a)* opsmuldres om Vinteren skalformig ved Frostens Indvirkning, og de løsbrudte Kridtbrokker bortskylles ved Højvande. Herved underhules Limstenlagene, der ikke er udsatte for nævneværdig Frostsprængning. Af og til sker der derfor Nedskridninger eller Nedfald af den overhængende Limsten, hvorved Kysten, om end meget langsomt, rykker tilbage. Ved Bulbjerg paa Vestkysten af Jylland gaar Limstenen ud som en Klint, hvor der ogsaa i tidligere Tid er sket en Nedstyrtning, som den af Havet opragende Skarreklit (Fig. 108) bærer Vidnesbyrd om. Den har i forhistorisk Tid været sammenhængende med og udgjort en Del af Bulbjerg, men er ved Havets fortsatte Angreb paa Kysten fjernet c. 100 M. fra denne. Den maa være af mere modstandsdygtig

Materiale end de bortskyllede Masser, men bestaar iøvrigt ligesom Resten af Bulbjerg af Limsten og Flint. Nu finder der ikke, eller saa godt som ikke, nogen Nedbrydning Sted af selve Bulbjerg, da der har dannet sig en jævnt opad skraanende Strandbred af det løsbrudte Materiale, op ad hvilken Bølgerne kan løbe, saa at de kun ved meget stærk Paalandsstorm berører selve Klinten (Fig. 109).

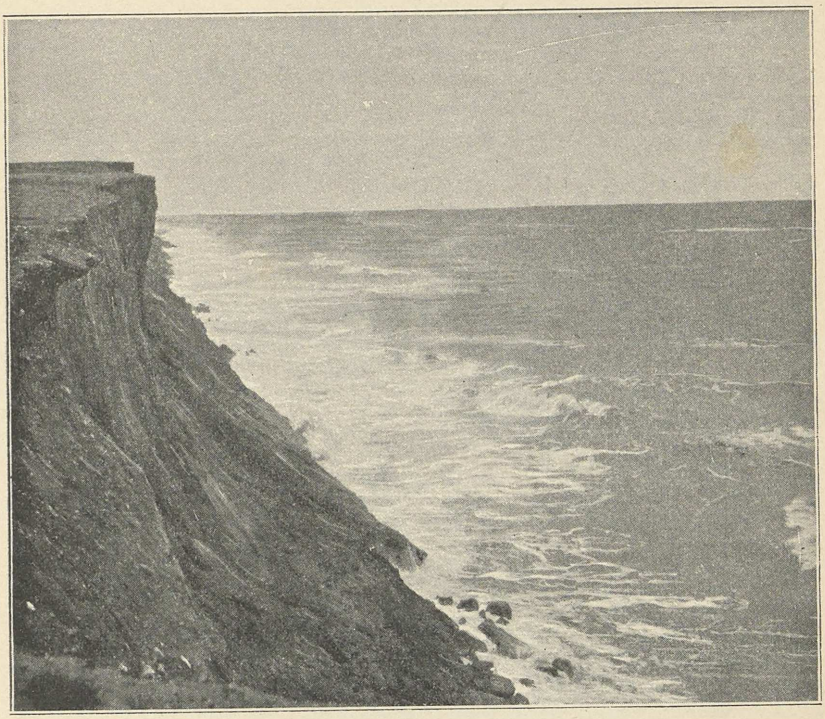


Fig. 110. Bovbjerg ved Højvande (efter Fot.).

Hvor Klinterne ved Kysten bestaar af løse Jordmasser, og der tillige er stærk Strøm i Forbindelse med Bølgeslag, rykkes Kysten stærkt tilbage. I Fig. 110 er gengivet et Billede af en saadan stærkt tilbagerykkende Lerklint, nemlig Bovbjerg paa Jyllands Vestkyst. Her er fra 1790—1874 efter *N. V. Ussing* bortskaaret c. 160 M., og det angives af andre, at der for Tiden sker forholdsvis endnu stærkere Bortskæring. Bortskæringen af Kystklinterne skyldes flere sammenvirkende Aarsager. Væld i Brinkerne kan opbløde Jordlagene og derved i høj Grad lette Udskridningen. Brændingen langs Kysten angriber Klintens Fod og bringer de overliggende Masser til at styrte ned, men det er i særlig Grad den langs Kysten løbende Strøm, „Idvandet", som det skyldes, at Nedbrydningen kan blive ved med at skride længere ind i

Landet. Var der ingen Strøm langs Kysten, vilde Bølgeslaget ganske vist til en vis Grad nedbryde Klinten, men samtidig vilde der af de nedbrudte Masser dannes en Havstok langs Klintens Fod, saa at Bølgernes Magt blev brudt ved at løbe op ad Havstokkens svagt udad hældende Skraaplan. Men findes der en stærk Kyststrøm i Forbindelse med Brænding og Væld i Brinkerne, skrider Havet stadig videre ind,

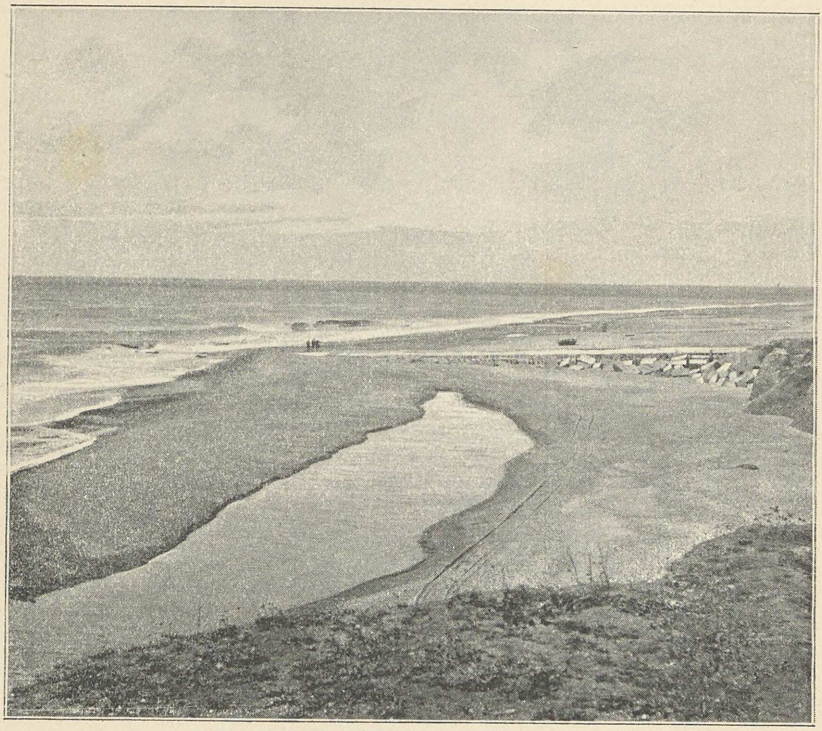


Fig. 111. Høfde med Lagunedannelse nær ved Bovbjerg.
Ebbetid (efter Fot.).

da det løsbrudte Materiale efterhaanden, som det opstaar, føres bort af Strømmen, saa at der skabes nye Angrebspunkter for Bølgeslaget.

De af Bølgeslaget og Strømmen løsbrudte Masser kan enten føres ud paa Dybet, hvor de synker til Bunds eller føres langs Kysten og atter opdynges der som Havstokke og Strandvolde. Disse lægger sig ofte tværs over en Bugt og frembringer derved en Lagunedannelse, som kan blive udfyldt fra Land af Flodaflejringer, som allerede omtalt, eller ude fra Søen med Sand og Grus, der ved Højvande skylles ind over Tangen. Nissumfjord og Ringkøbingfjord er gode Eksempler paa saadanne Lagunedannelser. De spærrende Strandvolde er her forhøjede ved Sandflugt, saa at de bærer en Klitrække. Saaledes kan der altsaa ved

Havets Virksomhed baade borttages og tillægges Land langs Kysten. For at forhindre Bortskæring af en Kyst, vil det altsaa være særlig nødvendig at bryde Kyststrømmens Magt. Dette har man som bekendt søgt at gøre paa flere Steder langs den jydske Vestkyst ved Høfder, hvorved der kan ske en Tilsanding og Lagunedannelse, som Fig. 111 viser. Omvendt maa man give Kyststrømmen frit Løb, naar man vil undgaa Tilsanding. Man bygger derfor Øhavne, saa at Havnebassinet som en Ø er beliggende ude ved det dybere Vand og kun forbundet med Land ved en Bro, mellem hvis Bropiller man tilsigter, at Kyststrømmen skal have frit Løb.

En Landdannelse af en særegen Art opstaaet ved Havets Indvirkning er Marsken. I mindre Maalestok kan Marskdannelser ses flere Steder i Fjorde og beskyttede Bugter, saaledes fx. i Ringkøbingfjord. I det store finder der Marskdannelser Sted fra Ribe langs Sønderjyllands Kyst og videre paa gunstige Steder lige til Holland. Marskdannelsen beror paa en Aflejring af fint Dynd, som Havet fører med sig ved Flodtid og aflejrer paa de fladvandede Strækninger langs Kysten, der ved en foran liggende Ørække er skærmet mod Bølgeslaget.

Dyr og Planter er ogsaa paa forskellig Maade virksomme ved Marskdannelsen og fastholder de aflejrede Stofmængder, saa at de ikke bortføres, naar Vandet trækker sig tilbage ved Ebbetiden. Under Danmarks Geologi bliver der Lejlighed til yderligere at komme ind paa Omtale af Marskdannelsen.

Under almindelige Forhold ved aabne Kyster kan det i Havet udførte fine Materiale paa Grund af Vandets Urolighed ikke aflejre sig paa Kysten, men først længere ude paa dybere Vand, hvor Bølgeslaget ikke formaar paany at bringe de engang aflejrede Slammasser i Bevægelse. Derfor vil man i Almindelighed finde Havaflejringerne sorterede efter Dybden. Selve Havstokken bestaar af Rullesten og Grus, noget længere ude findes Sand og ude paa dybere Vand Ler og Dynd. Disse marine Aflejringer fra dybere Vand er dog ikke alene at opfatte som uorganiske Sedimenter, som mekanisk afsatte Slemningsprodukter, men er tillige paa det nøjeste knyttede til Organismerne i Havet og blandet med dyriske og fra Planter stammende Rester. De marine Aflejringer fra dybere Vand vil derfor blive omtalt i det følgende, hvor Organismernes geologiske Virksomhed bliver beskrevet.

Isens Virkninger. Under Omtalen af Vejrsmuldringen er behandlet den store Indflydelse, som Vand, der fryser i Stenenes Sprækker, kan udøve med Hensyn til Sønderdelingen af Stenarterne. Det staar

endnu tilbage at omtale en anden Side af Isens Virksomhed som geologisk Kraft. Nedbøren, der i Form af Sne naar Jordens Overflade, vil i de fleste Tilfælde smelte bort igen, naar mildere Vejrlig indtræder, men kommer man i en Bjergegn tilstrækkelig højt til Vejrs, vil man kunne naa op til Steder, hvor Sneen selv om Sommeren ikke smelter bort. Her findes „den evige Sne", og Grænselinjen mellem disse Regioner og Strækningerne, hvor Sneen smelter bort om Sommeren, kaldes Snelinjen. Den er beliggende i meget forskellig Højde over Havet i forskellige Egne, saaledes at man paa Spitsbergen paa 77° n. Br. træffer Snelinjen i 460 M. Højde o. H., medens man ved Kilimandscharo i Afrika omtrent under Ækvator (3° s. Br.) skal op til en Højde af 5380 M. for at naa Grænsen for den evige Sne. Snelinjens Højde er altsaa meget vekslende. Den afhænger i Almindelighed af Stedets geografiske Beliggenhed, saaledes at Snelinjen synker fra Ækvator henimod Polerne, men der er desuden mange andre Forhold, der gør sig gældende i saa Henseende. I Norge har man saaledes fundet, at Snelinjen ved Kysten ligger i en Højde af 600 M., men i det indre af Landet ved Jotunheim ligger den i 1800 M. Højde. Trækker man i Norge Linjer gennem de Steder, hvor Snelinjen ligger i samme Højde, bliver disse Linjer omtrent ensløbende med Kystlinjen, saaledes at Snegrænsen ved Kysten i det nordlige Norge ikke er beliggende synderlig lavere end i det sydlige. At Snelinjen ved Kysten ligger lavere end inde i Landet beror paa, at Klimaet ved Kysten om Sommeren er koldere, og Nedbøren helt igennem er større end inde i Landet. Lignende Forhold er fundet i Alperne, hvor Snelinjen paa Mont Blanc ligger i c. 3000 M. Højde, men c. 600 M. lavere i Alpernes ydre Udløbere. Paa Himalaja's mægtige Bjergknude ligger Snelinjen paa Nordsiden i 5670 M. Højde, men paa Sydsiden paa 4940 M. Her skyldes denne Forskel den langt større Nedbør, der falder paa Sydsiden, der er udsat for de fugtige Havvinde, medens Nordsiden bestryges af de kolde men tørre Vinde fra det indre Asien. I Egnene omkring Sydpolen maa man antage, at Snelinjen ligger lige ved Havets Overflade. Nedbøren faar herved Lejlighed til Aar for Aar at opdynge det ene Snelag ovenpaa det andet, hvilket de store tærningformede Isbjerge, som man træffer paa disse Breddegrader, bærer Vidnesbyrd om. De bestaar af parallele vandret afsatte Lag; underst frossen Havis, derover Islag opstaaet ved, at Nedbøren som Sne gennem Aarhundreder har aflejret det ene Lag ovenpaa det anget. Kun Fordampningen fra Overfladen vil om Sommeren bringe disse Lag til at svinde noget sammen. I Almindelighed vil den Sne, der falder paa Fjeldtoppe ovenfor Snelinjen, dog ikke blive liggende og samle sig uforstyrret gennem Aarrækkerne. En Del blæser saaledes

bort, saa at man fra Snefjeldet ofte ser en hel Fane af løs Frostsne staa ud i Vindretningen. Er Fjeldsiderne stejle, vil Sneen, naar der har samlet sig tilstrækkelig meget af den, til Tider rulle ned eller skride ned som en Snelavine eller et Sneskred. Herved foraarsages der ikke sjældent Ulykker og ofte betydelige Vanskeligheder ved Vej- og Jernbaneanlæg, der maa føres frem i Nærheden af Snefjelde. Man tvinges til at bygge Jernbanelinjerne ind i Fjeldet eller til at forsyne dem med stærke Tage til Beskyttelse mod de om Foraaret nedstyrtende Laviner. Er Fjeldsiderne mindre stejle og i Særdeleshed, naar der findes højere liggende Fjelddale, vil Sneen have Lejlighed til at samle sig i større Masser og danne en Firn eller Snefon. Sneen forandres under Lagringen i Firnen i dybere Lag efterhaanden til Firnsne; den bliver ved Trykket og ved den idelig gentagne delvise Optøning og Frysning forandret fra almindelig Sne til en kornet Masse, hvori de enkelte Korn er af en fastere og tættere Beskaffenhed end i den løst sammenblæste Snedrive. Den samme Forandring kan i mindre Maalestok ses, naar almindelig Vintersne herhjemme i længere Tid henligger i større Driver. Ved Snefaldet paa Firnens Overflade og ved Sneskred fra Fjeldene ovenfor bliver Trykket paa Firnsneens underste Lag større og større, og Massen begynder derfor at bevæge sig ud til Siden. Gennem det lavestliggende Pas eller Lavning søger den nedad som en langsomt flydende Flod, hvis Masse fra hvid, kornet Firnsne efterhaanden forvandles til fastsammenhængende, glasklar, ofte blaalig farvet Gletscheris. Undertiden nedflyder der fra et Firnomraade kun een Gletscher, undertiden kan samme Firn forsyne mange Gletschere. Saaledes udgaar fra det 900 Kvadratkilometer store Firnomraade ved Justedalsbræen i Norge 24 store og c. 80 mindre Bræer. Gletscherne flyder som Floder ned fra Firnen og er underkastet de for strømformige Masser almindelige Love med de Særegenheder, som Bevægelsens Langsomhed og Isens ejendommelige Beskaffenhed foraarsager. Bevægelsen er i Reglen saa langsom, at man kun kan opdage, at Isen overhovedet skrider frem, naar man anstiller særlige Maalinger derover og fortsætter Iagttagelsen gennem et længere Tidsrum. Selv Upperniviks Isstrøm, som har den fænomenalt store Hastighed af c. 38 M. i Døgnet, vilde, hvis Bevægelsen var jævn, ikke paa nogen Maade have „Sneglefart“, og Middelhastigheden af fx. Alpegletscherne er kun c. 100 M. om Aaret. Har Underlaget for Gletscheren en jævn Heldning, vil Gletscherisen bevæge sig nedad som en sejgflydende Masse. Da Gnidningsmodstanden mod Siderne og mod Bunden er stor, vil der i Isstrømmens Midte være den største Hastighed ligesom i en Flod. Anbringer man derfor en Række Maalestokke eller Sten i en ret Linje tværs over en Gletscher, vil man

efter kortere eller længere Tids Forløb kunne se, at denne Linje ikke alene sammen med Gletscheren har flyttet sig nedad, men tillige at Linjen paa Midten har slaaet en Bugt, som tilkendegiver, at Bevægelsen ude i Isstrømmen har været stærkere end langs Siderne. Er Underlaget ujævnt, vil det kunne virke stærkt paa Gletscherens Bevægelser. Der vil saaledes kunne opstaa Gletscherfald, naar Isen skydes ud over

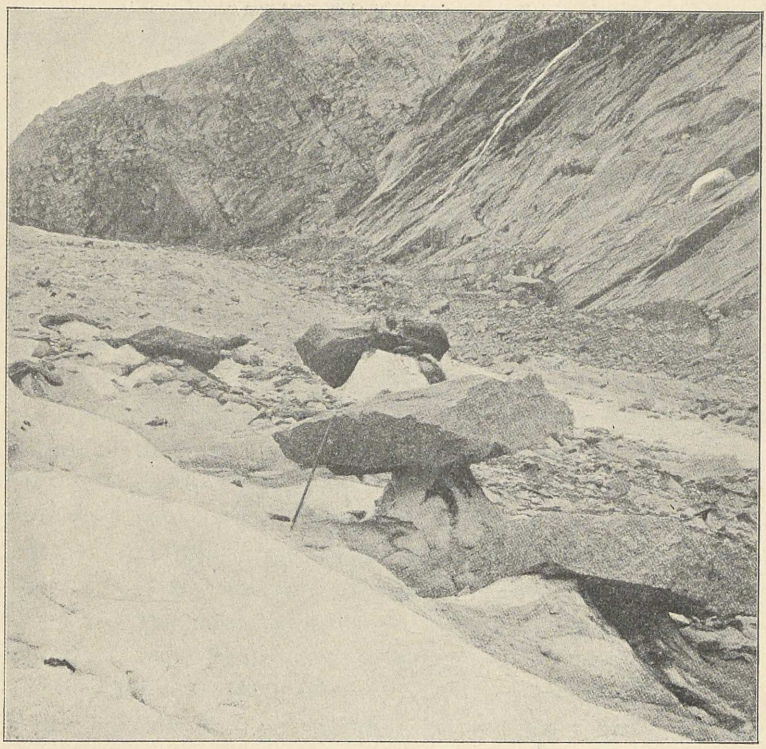


Fig. 112. Gletscherborde paa Forno Gletscheren, Schweiz (efter et Fot. af Reid).

en brat Brink. Herved opløses Sammenhængen i Ismassen fuldstændig, og Isen falder ned i adskilte Stykker, som dog hurtig paa Grund af Isstykkernes Klæbrighed (Isens Regelation) samler sig igen til sammenhængende Gletscheris, der fortsætter Vandringen som en sædvanlig Gletscher nedenfor Faldet. Mindre Ujævnheder i Underlaget foraarsager, at Isen slaar dybe Revner, der tidt foraarsager store Vanskeligheder ved Passage hen over Gletscheren. Under Bevægelsen nedad vil Gletscherisen iøvrigt følge Lejets Form. Bliver Dalen, hvori den flyder, smallere, maa Isstrømmen klemmes sammen og Tykkelsen af Islaget tiltage, samtidig med at Hastigheden bliver større, og omvendt vil Isstrømmen miste noget af Hastigheden, naar den udflades og breder sig ud til

Siderne, naar Lejet udvides, derved kan der opstaa Længdesprækker i Gletscherisen. Under Bevægelsen ned ad Dalføret vil Gletscherens Mægtighed blive mindre og mindre paa Grund af Ismassernes Fordampning langs Overfladen og navnlig paa Grund af Bortsmeltningen, der finder Sted baade fra Overfladen, fra Siderne og fra Bunden. At der foregaar en saadan Bortsmeltning fra Overfladen er kendelig nok blandt andet ved de mange Smeltevandsbække, som ved Sommertid løber paa Isstrømmens Overflade indtil de finder en Revne, hvorigennem de kan søge ned.

Yderligere giver Afsmeltningen sig tilkende ved Dannelsen af Gletscherborde, hvoraf der i Fig. 112 er givet en Afbildning fra Forno Gletscheren i Schweiz. Naar en større Sten henligger paa Isens Overflade, vil den, da Stenen er en meget daarlig Varmeleder, beskytte den underliggende Ismasse mod Afsmeltningen ved Solstraalernes Indvirkning. Isen udenom Stenen tøer derimod bort, og Stenen kommer til at hvile paa en Sokkel, der hælder mod Syd. Sokkelens Højde afhænger tildels af Stenens Størrelse, saa at man under store Sten i Alpegletscherne kan finde „Bordben", der er 3—4 Meter høje, men da Solen skinner paa den sydlige Side, kommer Sokkelen til at hælde mere og mere, saa at Stenen tilsidst falder af mod Syd. Derpaa begynder Dannelsen af et nyt Gletscherbord, der atter, naar Tiden kommer, lader Stenen faa en ny Forflytning Sydover osv. Paa denne Maade vil Sten, der falder ned paa Gletscherranden fra de omgivende Fjelde, efterhaanden kunne vandre Syd paa og spredes ud over hele Gletscheroverfladen, samtidig med at Gletscheren paa sin Ryg bærer dem nedad Dalføret. Omvendt vil Smaasten og Sand paa Grund af den mørkere Farve indsuge Solvarmen stærkere og blive varmere end Isens Overflade. De vil derfor smelte sig Huller med i Isen, saa at den faar en takket og ujævn Overflade. Fra Alpegletscherne kendes saadanne Smeltehuller, undertiden af flere Meters Dybde, med en skraa Retning pegende hen mod Solen, og paa Indlandsisen i Grønland fandt *A. E. Nordenskiöld* lignende indsmeltede Huller i Isens Overflade. De kunde være indtil 1 M. dybe og indeholdt i Bunden noget fint støvformig Materiale, som Nordenskiöld gav Navnet Kryokonit (Isstøv). Da det indeholdt Nikkeljern, antog N., at det var Meteorstøv (se Side 99). Senere har man fundet, at Kryokoniten, som det var at vente, ogsaa indeholdt eller for den væsentligste Del bestod af terrestrisk Støv, d. v. s. Forvitringsprodukter fra de langs Islandsisen opragende Fjelde; enkelte Steder viser Støvet sig endog hovedsagelig at bestaa af Rypeekskrementer, der i tør og smuldret Tilstand kan føres langt ind paa Isen af Vinden. At kosmisk Støv dog i ikke ubetydelig Grad nedfalder paa Jordens og

altsaa ogsaa paa Indlandsisens Overflade og der kan give Anledning til Kryokonithuller, lader sig dog ikke benægte.

Ogsaa langs Gletschersiderne sker der i Reglen stærke Afsmeltninger, da Fjeldvæggene bliver opvarmet stærkere af Solstraalerne paa Grund af deres mørkere Farve og atter afgiver Varme til den nærmest liggende Is. Hvis Isen langs Gletscherranden ikke er altfor overdækket, med et beskyttende Gruslag, vil den derfor ofte smelte langt stærkere

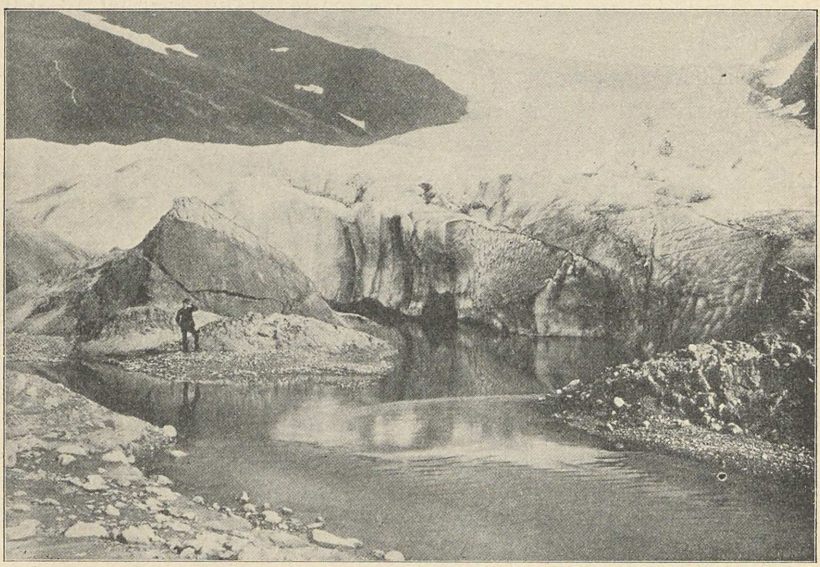


Fig. 113. Svartisen, Norge (efter Fot.).

af ved Gletscherens Sider end ude paa Midten. Randene af Gletscheren kan derved komme til at ligge betydelig lavere end Gletscherens Midte. Smeltevandet fra Gletscherens Overflade og fra Siderne søger gennem Revner i Isen ned under Gletscheren og danner sammen med den Vandmængde, der opstaar ved Smeltning af Isens underste Lag paa Grund af Jordvarmen, en Vandstrøm, der tilsidst søger ud som en Gletscherelv gennem en „Port" ved Enden af Gletscheren, hvor al Is til Slut bliver til Vand. Fig. 113 viser Elven, der flyder ud ved Enden af den store norske Gletscher Svartisen. Mange af Mellemeuropas Floder, fx. Rhinen, Rhone o. fl. skylder Gletscherelve i Alperne deres første Oprindelse. Gletscherelvenes Vand er uklart, „mælket", paa Grund af de medførte opslemmede Masser af Ler og Stenstøv, hvorfor de ogsaa paa Island kaldes Hvidaaer, og de af disse Vandløb afsatte Lag benævnes i Almindelighed i Geologien Hvidaadannelser.

Som allerede berørt kan Gletscheren tage Sten og Grus, der falder ned paa den, med sig paa sin Vandring nedad. Det Materiale, Gletscheren

medfører, kaldes Moræne*). Efter den noget forskellige Oprindelse, disse Masser kan have, skelner man mellem følgende Former af Moræner:

Sidemoræner. De opstaar ved, at der fra Fjeldsiderne paa Grund af Vejrsmuldringen og Frostsprængningen nedskrider og nedstyrter Grus paa Gletscherens Sider. Saaledes skriver *Sven Hedin* i sin Beretning om Forholdene ved en Gletscherudløber fra den vældige Mustagata's Snefonomraade i Pamir[9]): „I Form af en lang, smal og flad omvendt Ske strækker Gletschertungen sig ned mod Dalen, overalt omgivet af sine Morænehøje. Dens Ydre er i det store og hele jævn med langsomt skraanende affladede Bølger. Her kunde ingen Tværsprækker iagttages, men et Par meget lange og smalle Længderevner saas i Tungens Midte, og hele den venstre Isside er tandet af smaa tætte Randrevner. Da vi fra Bjergvæggen atter gik ned paa Isen, kunde vi med egne Øjne iagttage, hvorledes Sidemorænen dannes. Man behøvede blot at gaa et Skridt for at glide tyve gennem de løse Forvitringsprodukter, der siden skrider videre ned mod Sidemorænerne."

Naar Sidemorænerne føres ud sammen med en Gletscher, der breder sig ud over et Lavland, kan de danne Volde langs Istungens Sider og kaldes i saa Fald Randmoræner.

Midtmoræne. Ligesom Floder optager Bifloder, forener to Gletschere sig jævnligt til en. Herved bliver højre Sidemoræne paa den ene og venstre Sidemoræne paa den anden Gletscher forenede til en Midtmoræne. Den bæres en Tidlang paa Gletscherens Ryg som en samlet Masse, der undertiden kommer til at staa højt frem over Gletscherens Overflade som en hel Vold, der bestaar af en ydre Grus- og Stenkappe og en indre Iskærne fremkommet ved, at Gruset og Stenene har beskyttet den underliggende Is mod Afsmeltning, medens den ubeskyttede Is udenfor Morænen er smeltet ned.

Nærstaaende herved er de saakaldte døde Bræer, som kendes fx. fra Kanada og Grønland. De giver sig tilkende som Grus- og Lerbanker, der i deres Indre skjuler en Iskærne, Resterne af en Bræ, hvis øvrige Del maaske for Aarhundreder siden er smeltet af og har trukket sig tilbage. I Kanada findes saadanne „døde Bræer", der endogsaa er bevokset med Højskov.

I Almindelighed vil Midtmorænen paa en Gletscher, der har en nogenlunde stor Længde, dog ikke følge ned med Gletscheren som en samlet Vold, men vil efterhaanden splittes ad. De større Sten vandrer under Dannelsen af Gletscherborde ud fra Morænen, spredes over Isens Overflade og havner tilsidst nede ved Gletscherranden, hvis de ikke er faldet ned i en Revne forinden. Gruset og Sandet i Midtmorænen vil

*) Et oprindelig schweizisk Dialektord, som nu benyttes i alle civiliserede Sprog.

blive vadsket bort af Smeltevandsbækkene og falder eller skylles ned i Huller og Revner, saa at Midtmoræner i Reglen ikke bevares over længere Strækninger.

Endemoræne. Naar Gletscheren ikke flyder ud i en Indsø eller i Havet, vil der til Slut komme en Strækning, hvor Tilløbet fra oven og Afsmeltningen holder hinanden i Ligevægt. Gletscheren vil nu ikke længere være en Isstrøm, men fortsætte sit Løb som en Elv (Fig. 113). Ved Gletscherenden vil der oftest opstaa en Vold, en Endemoræne,

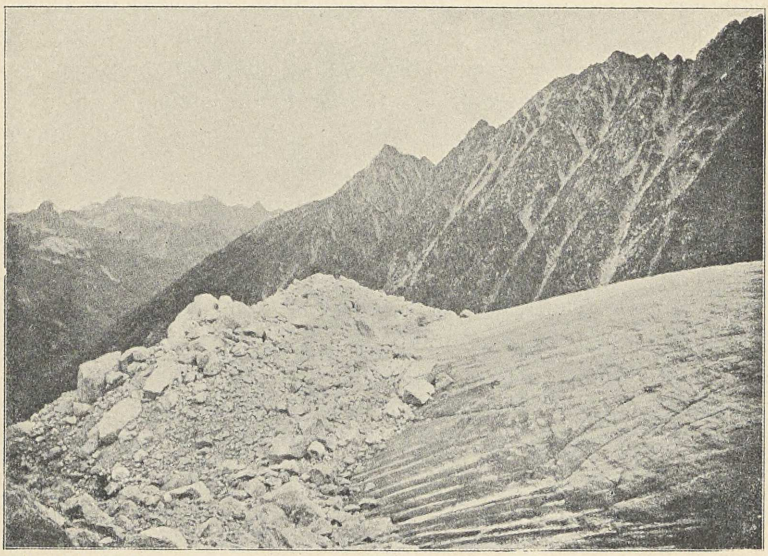


Fig. 114. Endemoræne og isskuret Klippe ved en Gletscher nær Kootenai-Søen, British Columbia (efter et Fot. af Atwood).

dannet af alt det Materiale, som Isen har skudt foran sig eller efterlader ved Afsmeltning. Indesluttet i Gletscherisen findes der ofte anselige Mængder af Ler og Grus, der i Revnernes Vægge og i Gletscherenden giver sig til Kende som mørkere Striber i den hvide eller blaalige Is. Denne indre Moræne bidrager ogsaa til Endemorænens Vækst.

Bundmorænen dannes af alt det Materiale, som synker ned eller skyller ned ovenfra fra Gletscheren eller fra dens Sider i Forbindelse med de Masser, Isen slider af Underlaget eller pløjer op og slæber med sig. De medførte Masser af Bundmorænen vil ogsaa havne i Endemorænen, men vil iøvrigt først komme helt til Syne, naar Gletscheren smelter bort. Den vigtigste danske Jordart, Moræneleret, er en Bundmoræne fra Istiden, under hvilken Danmark til Tider helt, til andre Tider kun delvis var dækket af Indlandsis og af Brætunger fra Indlandsisen.

Ved Bevægelsen hen over Klippebund kan Gletscheren ved Hjælp

af de i Underfladen fastfrosne Sten virker skrabende og afslibende paa Klippeoverfladen, som den passerer henover. Saavel Klipperne, der danner Underlaget, som Stenene, der skurer henover den, bliver derved forsynede med indridsede Skurstriber. I Fig. 114, som gengiver en Endemoræne og isskuret Klippe ved en Gletscher nær Kootenai-Søen, British Columbia, kan man se et Stykke af en Gletscher afskuret Klippeoverflade, hvorfra Gletscherisen for nylig har trukket sig tilbage, og i Fig. 115 er gengivet et c. 2 M. langt Stykke Koralkalk fra Overfladen af den faststaaende Kalksten i Fakse Bakke (Sjælland). Kalkstenen er meget tydelig afglattet og forsynet med Skurstriber i parallele eller krydsende Retninger ved Isens Virksomhed under Istiden. Ikke sjeldent kan man iagttage, at Bundmorænen, der en Tidlang er blevet slæbt med under Gletscheren, atter er kommet i Ro, maaske ved Sammenfrysning. Gletscheren har derefter bevæget sig hen over denne Part af Bundmorænen og behandlet Stenene, der sad fast i Bundmorænen, som om de var faststaaende Klippe. De er blevet skurede paa deres Overflade, og Striberne paa alle Stenene er parallele. Man har kaldt en saadan Samling Sten med parallele Skurstriber for *striated pavement* eller „skuret Stenbro"; de forekommer ret jævnlig i danske Moræneaflejringer fra Istiden.

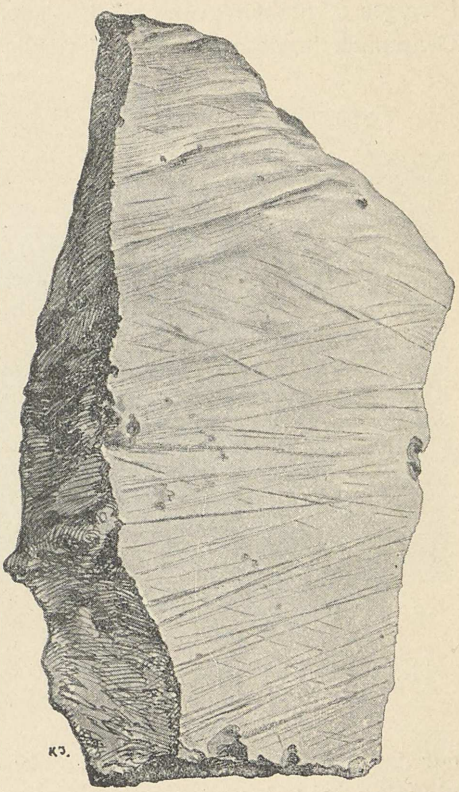


Fig. 115. Brudstykke af den isskurede Overflade af Fakse Bakke.

Den isskurede Overflade og selve Skurstriberne kan være af meget forskellig Udseende efter Stenarternes Beskaffenhed. Overfladen kan være groft og ujævnt skrubhøvlet med Huller og Gruber stammende fra afbrækkede Fliser — saaledes særlig paa Gneis- og Sandstensoverflader — eller med store fremstaaende Knaster af haardere Materiale som paa flintrig Saltholmskalk, hvor Flintknuderne kan stikke op som knap nok afhøvlede Knorter mellem den dybt udhulede og afglattede

Kalksten. Men Overfladen kan ogsaa være ganske jævnt afslebet, som om den var kunstmæssig behandlet med det fineste Sandpapir. Visse lerholdige Kalksten kan ved Isskuringen blive polerede, saa at Overfladen har en helt skinnende blank Trykpolitur. Selve Skurstriberne kan være fint indslebne, knap synlige Mærker, som naar et Sandkorn bevæges jevnt hen over en Glasplade, men de kan ogsaa være flere Centimeter brede og dybe med vældig Kraft oppløjede Furer, i hvilke

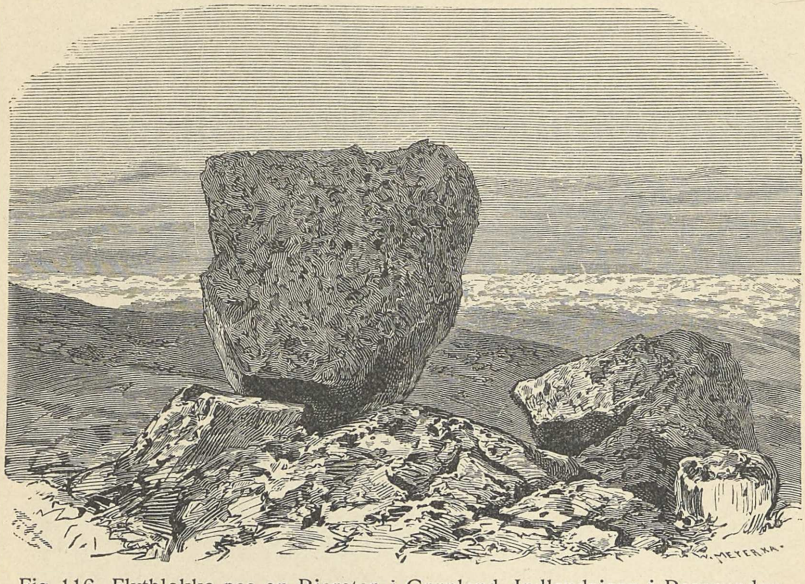


Fig. 116. Flytblokke paa en Bjergtop i Grønland. Indlandsisen i Baggrunden. (Efter Nordenskiöld).

der findes Gruber og Knorter, der ved deres Form viser, i hvilken Retning den Sten, der pløjede Furen, gik.

Desuden findes der ofte paa den isskurede Overflade de saakaldte *chatter marks:* Klapremærker, der er Ar efter de Stød, der er frembragte ved, at Sten, der har været førte frem af Gletscheren, regelmæssig hoppende eller stødende er tørnede rundt, mens de blev trykkede hen over Klippeoverfladen.

Klipperne, som Gletscherne passerer hen over, faar ikke alene en afsleben Overflade, men selve Klippernes Form faar i Reglen en meget karakteristisk Afrunding. Schweizergeologerne, der, som det senere skal blive vist, var nogle af de første, der fik Øjnene aabnede for Isens Virkninger, fandt for disse Rundklipper et Billede, der faldt godt i Stil med Alpelandskabet, hvori det skulde indpasses. De sammenlignede de runde Klipperygge, der ragede frem af Alpedalene, med Ryggene af en Flok

tæt ved hinanden fredeligt græssende Faar og gav Klipper af denne Form Navnet *roches moutonnées*. Geologerne i Skotland, der gennem Atlanterhavs-Dønningerne saa de rundslebne Holme dukke op og ned i Brændingen langs dette Lands klippefulde, isslidte Kyster, sammenlignede dem med en Flok Springere, der med krummede, glinsende Kroppe i Skumsprøjt sætter op af Bølgerne, og kaldte dem *dolphins' backs*. Tyske Geologer fandt, at de lignede Pukkelen paa en Vanførs Ryg og kaldte dem for *Rundhöcker*.

Paa Rundklipperne vil man i Regelen kunne gøre Forskel mellem Stødsiden, der er afrundet og glatsleben, og Læsiden, der har vendt bort fra den Retning, hvor Isen tørnede imod og derfor har bevaret Klippens oprindelige Uregelmæssigheder.

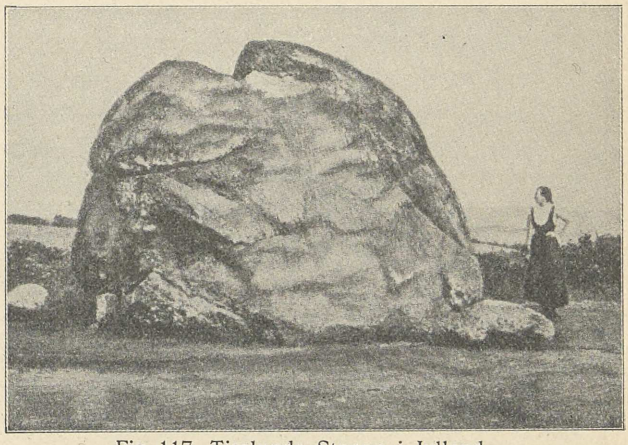


Fig. 117. Tirslunde Stenen i Jylland.

Isskuret Overflade og rundslebne Klipper hører altsaa ind under de Tegn, der tilkendegiver, at her har Gletscherisen i tidligere Tid været i Virksomhed. Andre Mærker, man ogsaa tidlig blev opmærksom paa, er de ofte store erratiske Blokke eller Flytblokke, som Gletscherisen har aflejret ofte langt borte fra deres oprindelige Hjemsted paa Bjergskraaninger eller Bjergtoppe, hvorhen de vanskelig vilde kunne komme paa anden Maade.

I Fig. 116 ses en Afbildning af saadanne store Flytblokke fra Grønland, efter A. E. Nordenskiöld. I Baggrunden ses Indlandsisen, som i tidligere Tid har haft større Udbredelse og har flyttet Stenene op paa deres nuværende Plads.

I Danmark findes utallige mindre og flere temmelig store Flytblokke, som under Istiden er ført herned fra Skandinavien. Nogle af de mest bekendte er Hesselagerstenen paa Fyn, der er 46 M. i Omkreds, og den noget mindre Tirslunde Sten i Jylland, hvoraf der i Fig. 117 er givet en Afbildning.

Mange Steder, særlig i Sverrig og Finland, hvor Agerdyrkningen ikke er skredet saa vidt frem som i Danmark, og hvor der er Sten nok



Fig. 118. Stenbestrøning ved „Blaa Overdrev“ nær Jyderup (efter Fot.).

til at tilfredsstille Forbruget, findes Jordoverfladen oversaaet med større og mindre Flytblokke stammende fra Istiden, endnu henliggende paa den Plads, hvor Isen lagde dem, da den afsmeltede. For 100 Aar siden var dette ogsaa Tilfældet paa flere Steder i Danmark, skønt man gennem lange Tider havde søgt at opsamle de mindre Sten og at nedgrave de større Sten saa dybt, at de ikke hindrede Pløjningen. Endnu for 30—40 Aar siden havde man i de talrige Stengærder selv i Københavns nærmeste Omegn, fx. langs Buddinge—Gladsakse-Vejen, Vidnesbyrd om den tidligere Stenbestrøning. Nu er et Stengærde en Sjeldenhed, Landevejenes Skærveforbrug har ædt Stenene. Til Slut vil kun Kirkegaardenes Stendiger, som burde fredlyses, og de allerede fredlyste Rester af Oldtidens Begravelsespladser (Jættestuer, Stensætninger o. s. v.) give dog noget Begreb om Landets tidligere Stenbestrøning. Kun ganske enkelte Steder, hvor Stenmængden har været usædvanlig stor, er der endnu bevaret Rester af den i det naturlige Leje. En saadan Plet fandtes ved Jyderup i „Blaa Overdrev", hvoraf der i Fig. 118 er givet et Billede efter Fotografi. Det er dog muligt, at Stenmængden her ikke udelukkende skyldes egentlig Stenbestrøning, men at noget ogsaa er Erosionsrester, saa at der mellem Stenene har været Grus og Sand, der er blevet bortført af Smeltevandselvene ved Istidens Slutning; men i begge Tilfælde skyldes Stendyngernes Tilstedeværelse Isens transporterende Virksomhed.

I arktiske Egne vil Gletscherne kunne skyde deres Isstrøm helt ud til Havet, og Isen vil her ved Berøring med Havvandet dels smelte af, dels flyde ud som Isbjerge. Saadanne isbjergproducerende Gletschere kendes fra mangfoldige Steder i det arktiske og det antarktiske Omraade. Saaledes er Grønlands Indlandsis, der udgør c. 1,8 Millioner Kvadratkilometer af den ialt 2,1 Millioner Kvadratkilometer store Ø, at betragte som en uhyre Snefon, der skyder sine talrige Isstrømme ud til alle Sider. Nogle af disse Isstrømme, særlig paa Østkysten, gaar direkte ud i Havet, medens de paa den stærkt indskaarne Vestkyst gaar ud i de dybt i Landet indtrængende Fjorde. Gennem Fjordene søger Isen som Isbjerge og Kalvis ud i Havet og driver der for Vind og Strøm, indtil Luftens og Havvandets Varme bringer dem til at gaa i Stykker og smelte. Dette sker ofte meget pludseligt, saa at Isbjerget ligesom spændt Glas, naar det først begynder at gaa i Stykker, hurtig søndersplittes. *G. Amdrup* havde ved sin Tur langs Østkysten af Grønland i 1900 Lejlighed til at undersøge disse Forhold og har givet en meget malende Beskrivelse deraf. Paa Grund af Is blev han opholdt i nogen Tid ved Mundingen af den store Isfjord Kangerdlugsuark og skriver om sine Iagttagelser her følgende: „Den 9. August gjorde vi et Forsøg paa at

naa længere ind i Fjorden, skønt den var stærkt opfyldt af Isfjelde, Kalvis, Smaais og Grødis, men efter at vi uden Held havde forsøgt forskellige Veje, maatte vi hen paa Eftermiddagen vende tilbage til Skærgaards-Halvø. Det var en usædvanlig varm Dag, blikstille med bagende Solvarme. Uafbrudt hørte man den ensformige Lyd af Smeltevandet fra Skodsernes Overflade, hvilket draabevis faldt ned fra disses udhulede Kanter. Vandløb og Smaasøer dannedes overalt i Flagernes



Fig. 119. Indlandsisens Udløb i en Fjord ved Upernivik, Grønland. (Efter Ryder).

dybe Sne, medens Vandet rislede ned langs Siderne af Isfjeldene, ofte dannende hele smaa Vandfald. En knitrende Lyd, iblandet med en Lyd som af smaa Piskesmæld, hørtes stadig. Det var den ofte forekommende krystallinsk udseende, graahvide Kalvis, der pludselig ligesom eksploderede og opløstes i lutter Smaastykker, antagelig bevirket ved at den ved en lav Temperatur indefrosne Luft udvides ved den stærke Varme. Paa en saadan varm Dag kalver eller kæntrer Isfjeldene for et godt Ord. Man skal helst holde sig i passende Afstand fra dem. Paa forholdsvis kort Afstand overværede vi denne Dag et større Isfjelds Kalvning med efterfølgende Kæntring og næsten fuldstændige Opløsning. Med et kort, dumpt Drøn løsnede der sig pludseligt et større Stykke foroven og faldt med et tungt Plask i Vandet. Det store, svære, ubevægelige Isfjeld faar pludselig Liv og begynder at duve voldsomt, men majestætisk op

og ned løftende for hver Duvning en Del af sit blaagrønne Fundament ud af Vandet, medens Isfjeldets kvidhvide Overdel forsvinder i Bølgerne. Den voldsomme Bevægelse løsner store Dele fra Fjeldets Underside. De kommer farende op med rasende Kraft, knusende og pulveriserende Isen omkring sig, og stopper først deres vilde Løb i lang Afstand fra Fjeldet. Og voldsommere og voldsommere bliver dettes Bevægelser. Flere og flere Stykker løsnes, indtil endelig Fjeldet gaar helt rundt under en øredøvende Larm af Is, der knuses og mases. Fjeldet duver op og ned. Snart synes det at skulle forsvinde helt, medens Brændingen, toppet og skummende slaar op omkring det; snart hæver det sig højt op af Vandet, og Bølgerne viger tilbage som skummende Vandfald ned ad Fjeldets blaalige Side. Saa drøner det igen; Opløsningen fortsættes, og af den mægtige Kolos findes der snart ikke andet end en over et stort Fladerum spredt, grødet Masse opfyldt af Isklumper og Kalvisstykker. Men endnu længe efter gaar der en sukkende, klagende Lyd hen over Isen. Det er Skodserne, der duver op og ned ved Dønningen, som Kalvningen har rejst."

Isbjergene og Drivisen medfører meget ofte paa deres Overflade og indesluttet i deres Indre store Mængder af Sten og Grus, som ved Smeltningen synker til Bunds, saa at de rent marine Aflejringer paa Havbunden herved kan komme til at indeholde Morænegrus og isskurede Sten. Mange Isbjerge føres af Labradorstrømmen Syd paa til New-Foundland, smelter her og aflæsser deres Last af Grus og Sten, hvorved i Tidens Løb de berømte Banker er opstaaede. Man antager, at Grunden til, at mange Fjorde, baade i Grønland og i tidligere isdækkede Lande som Norge, i den ydre Del er mere lavvandede end i den indre, netop er den, at Isbjergene, der stenbelæssede kommer fra Gletscherne i Fjordens Indre, har aflæsset deres Last af Grus og Sten i Fjordmundingerne, hvor de fortrinsvis er udsatte for Smeltning ved Berøring med det varmere Havvand. Der dannes herved en Barrière tvers over Fjordmundingen af de nedfaldne Grusmasser, der yderligere vil vokse, ved at Isbjergene, der driver ud af Fjorden, gaar paa Grund og ved Smeltningen afgiver nye Mængder Sten og Grus.

Under deres Bevægelse henover Havbunden kan saavel Isbjerge som drivende Havis, naar Ismasserne føres frem med stor Kraft af Vind og Strøm, pløje op i Bundlagene og frembringe Forstyrrelser og Forflyttelse af Materiale i ikke ringe Omfang. Selv ved danske Kyster, hvor Islægget dog i Reglen er meget kortvarig, kendes der adskillige Eksempler paa Drivisens ret kraftige Transportevne.

Saaledes blev „Musestenen" ved Vemmetofte Strand, der laa c. 50 Meter ude i Vandet flyttet helt op paa Strandbredden ind i Skovbrynet

ved en voldsom Isskruning i Vinteren 1887—88. Stenen vejer mindst 100000 Kilogram. Fig. 120 gengiver et Fotografi af Skrueisen med det øverste af Stenen synlig lidt til venstre. Ligeledes maa adskillige uregelmæssige Lejringsforhold og Forskydninger i Jordlagene i lagdelte Aflejringer fra Istiden sikkert tilskrives Oppløjning ved Isbjerges og Drivisens Slæben henover Grundene i Istidens Hav.

Som Dannelser, der staar i et mer eller mindre direkte Forhold til

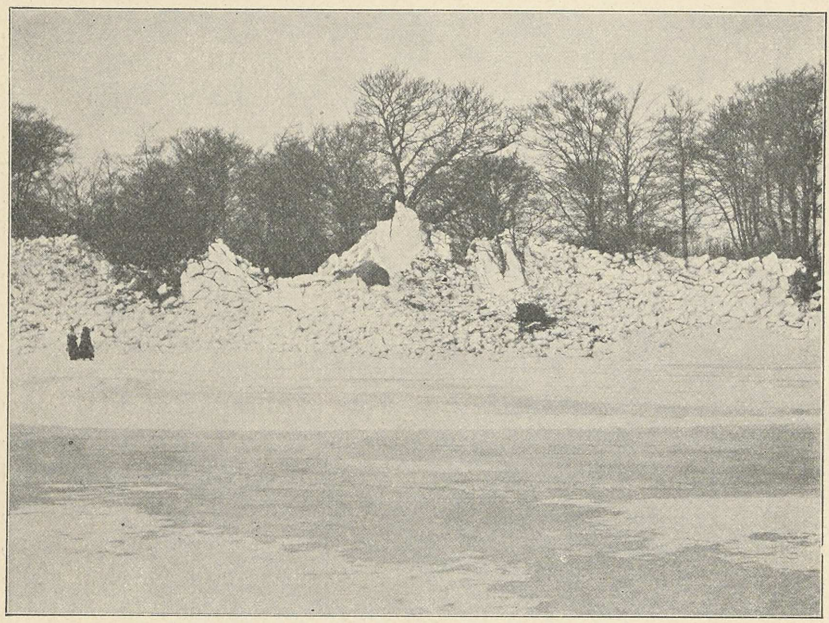


Fig. 120. Isskruning ved Vemmetofte Strand. Midt i Skrueisen ses Musestenen (efter Fot.).

Gletschere og Indlandsis, maa yderligere nævnes Aase, Sandsletter og Hedeflader, Vidnesbyrdene om tidligere isdæmmede Søer, og endelig Hulkerne.

Aasene har ved deres ejendommelige Udseende fra gammel Tid tildraget sig Opmærksomheden og fremkaldt fantastiske Betragtninger over deres Oprindelse. Det er voldformige Aflejringer, der i temmelig ret Linje, dog med et undertiden noget slingrende Forløb, kan følges ofte milevidt, uden at det er muligt at finde nogen Motivering for deres Fremkomst i de nuværende Terrænforhold. Deres Retning synes overalt at være omtrentlig den samme, som Isen havde, da den bevægede sig hen over paagældende Egn. Ialtfald de danske Aase bestaar i Reglen af lagdelt Materiale, oftest saaledes, at Kernen i dem er lagdelt Sand, og der udenom findes en mer eller mindre tyk Kappe af Grus, undertiden

delvis af Moræneler. Trods det, at de fremtræder som Volde i Terrænet, er der noget flodlignende ved deres Forløb og Maade at optræde paa. Det er saaledes ikke ualmindeligt, at Aase faar „Tilløb“ fra en Biaas, eller at en Aas deler sig og danner en Art Delta, idet den taber sig i Terrænet som en Sandslette. Man har fundet Aase i alle tidligere isdækkede Lande baade i Nordeuropa og Nordamerika, men har kun i ganske enkelte Tilfælde paavist dem ved aktive Gletschere. Dog er der i Grønland af *Kornerup* fundet Antydninger af aaslignende Dannelser, og

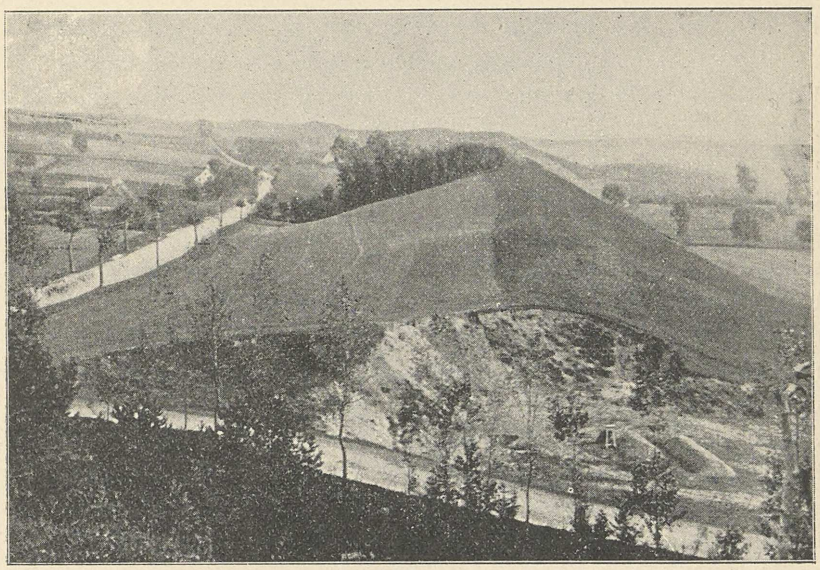


Fig. 121. Parti af Mogenstrupaasen (efter Fot. af K. I. V. Stenstrup).

H. F. Reid har i 1895 givet en Beskrivelse af en virkelig Aas under Dannelse ved en af Gletscherne i den af ham udmærket undersøgte og beskrevne Glacier Bay i Alaska. Han skriver derom omtrent følgende: „Fra Morænen, som omkranser Enden af „Dirt Gletscher“, rager der en lang Vold ud af lagdelt Sand og Grus. Det er en Aas, som tydelig nok er aflejret af en Elv i en Kanal inde i Isen. Den er omtrent 100 Meter lang og har et noget slingrende Løb og hæver sig 7—10 Meter over Isens nuværende Overflade. Dette viser dog ikke Aasens hele Tykkelse, da den gaar ned under Isen til en Dybde, der ikke kendes nærmere“.

Man har haft forskellige Teorier om Aasdannelsen, men de fleste Forskere er nu enige om at antage, at de er dannede af Gletscherelvene i en lukket Kanal eller Rende under Isen, ligesom den af Reid undersøgte levende Aas. Herved forklares deres lagdelte Beskaffenhed, og

deres med Isbevægelsen parallele Retning og yderligere deres forholdsvise Uafhængighed af Terrænforholdene. Man kan nemlig i Bjerglande iagttage, at Aasene fortsætter deres Løb op over mindre Bjergknuder og tværs over Terrænfordybninger, hvad der er forstaaeligt, naar Floden, der aflejrede Aasen, løb i et lukket Isrør, men ikke vilde være muligt, hvis Floden, der aflejrede dem, havde løbet frit. Under samme Antagelse er det ogsaa let forstaaeligt, at Aasenes lagdelte Materiale ofte er bedækket med Moræneler, Grus og større erratiske Blokke, da alt dette har været indesluttet i Gletscherisen, eller ligget paa Overfladen af Isen, og ved Afsmeltningen er sunket ned ovenpaa Aasen. Floden, der har dannet Aasen under Isen, har undertiden efter Afsmeltningen flydt langs Aasens Side og dannet en Aasgrav. De i Aasens Overflade forekommende Fordybninger: Aasgruberne, antager man frembragte ved, at store Isklumper en Tidlang har siddet fast i Aasens Overkant og ved Smeltning har efterladt et Hul.

Sandsletter og Hedeflader. De Elve, der fremkommer ved Gletschernes Afsmeltning, er næsten altid uklare og medfører ofte meget betydelige Mængder af Grus, Sand og Ler. Man har saaledes fundet, at der fra Unteraargletscheren i Schweiz aarlig bortføres 6000 Kubikmeter Ler og Sand ved Gletscherelven, fra Justedalsbræen i Norge c. 70000 M.^{3} og fra den af *Reid* undersøgte store Muirgletscher i Alaska 15600000 M.^{3}; men denne Gletscher synes ogsaa at være forholdsvis meget ung og har meget løst Stof at tumle med, medens de gamle Gletschere allerede for lang Tid siden har rengjort deres Klippeleje og fejet det meste Støv ud.

Hvis Gletscheren afsmelter i en Dal, vil Elven fortsætte sit Løb som en almindelig Flod og uddybe sit Flodleje eller aflejre det medførte Materiale paa tidligere omtalt Maade. Noget anderledes vil Forholdene blive, naar Gletscherisen ikke ender sit Liv i en trang Alpedal, men faar Lejlighed til at brede sig ud over et Sletteland. Endemorænen og Randmorænerne vil her danne en Krans eller rettere bueformig Vold omkring den vifteformig udbredte Gletschertunge, og Afsmeltningsvandet vil, naar det har gennembrudt eller er løbet ud over Morænevoldene, brede det groveste af det medførte Materiale som en Gruskegle eller en Deltadannelse foran Morænerne. Paa Grund af Terrænets Fald og den store Mængde medført Materiale, der hurtig opfylder Flodløbet, og ligeledes paa Grund af Elvens med Aarstiderne meget vekslende Vandmængde, vil Elven ikke danne sig noget konstant Leje, men løber snart her og snart der, saa at den idelig omtumler og flytter de medførte Grus- og Sandmasser. De svagt hældende Aflejringskegler flyder derved sammen til et Skraaplan, der fra Morænen falder ud ad mod Elvens

Afløb. Paa Grund af den stærke og idelige Omtumlen og Udvaskning vil Jordbunden i Skraaplanet i Reglen blive af meget steril Art, da den dels kun kommer til at indeholde faa Plantenæringsstoffer, dels er meget lidet vandholdende, da alle finere Partikler er udslemmede. Selv om Isen helt forsvinder, og Elvens Løb standser under Klimatforholdenes gradvise Forbedring, vil saadanne Sandsletter eller Sande kun kunne bære en tarvelig Hedevegetation og faar Navnet Hedeflader. Saadanne Flader, opstaaede under Landisens Afsmeltning under Istiden, kendes mange Steder som Randdannelser fra det tidligere isdækkede Omraade. Nogle af de mest typiske findes paa Kolahalvøen, i Nordtyskland og Danmark, og vil senere blive nærmere omtalt. De saakaldte *barren grounds* i det nordligste Amerika er utvivlsomt for største Delen af samme Art. Disse Hedeflader er at betragte som fossile Sande, hvis Dannelse forlængst er afsluttet; vil man derfor erfare noget nærmere om nulevende Sandes Opstaaen, maa man vende sig andre Steder hen. I Alpelandene, hvor Gletscherne udmunder og dør bort i de trange Dale, vil der kun enkelte Steder og i meget ringe Maalestok være Lejlighed til at se noget, der kan minde om Hedefladerne. Heller ikke i Grønland synes de at være særlig udprægede. Materialet, som Gletscherelvene her medfører, synes de fleste Steder at være meget finkornet, saa at der opstaar ret udstrakte Lersletter omkring de grønlandske Elve, men kun sjældnere egentlige Hedeflader.

Vender man sig derimod til Island, særlig til Sydlandet, findes der i de der under fortvarende Dannelse værende Sande — isl. Sandar — gode Eksempler paa de omtalte Forhold. I sin Rejseberetning for Sommeren 1893 beskriver *Th. Thoroddsen* Dannelserne paa følgende Maade:

„Sande. Meget store Arealer af næsten hele Lavlandet i Vester-Skaptafells Syssel er dækket af græsløse Sandørkener, der allevegne fra Kysten strækker sig op til Højlandets Randfjelde. Som bekendt findes der nu ingen Havne paa denne Kyst; de løse Masser har lidt efter lidt udfyldt alle Fjorde, og Havet udenfor er saa grundet, at det er meget farligt for Skibe at nærme sig Kysten, hvad hyppige Strandinger ogsaa vidner om; mellem Mýrdalur og Ingolfshófdi kan Indbyggerne af samme Aarsag ikke engang benytte deres smaa Baade til Fiskeri. Brændingen udenfor Kysten opdæmmer Flodvandet og giver derved Anledning til Dannelsen af store Laguner; under Paalandsvind bliver Lagunernes Udløb ofte stoppet, og Elvene oversvømmer da det nærliggende Land. ..... Udløbet af Lagunerne i Skaptafells Syssel er meget foranderligt, og ofte bryder Elvene frem paa nye Steder; de mange foranderlige Elvløb paa Skeiðarársandur giver saaledes stadig Anledning til Dan-

nelsen af nye Laguner. I disse brede og grunde Vandsamlinger ved Kysten afsætter Jøkelelvene meget af deres fine Ler, og Tangerne, der adskiller Lagunerne fra Havet, er ogsaa for største Delen sammensat af fint Sand og Ler. Materiale af store Blokke har Brændingen ikke til sin Raadighed, thi Sand- og Lerfladerne fortsættes paa Bunden langt ud til Søs, og Fjældsider, hvorfra store Blokke kunde nedrives, findes ikke ved denne Kyst; Havet har for længe siden trukket sig tilbage fra dem. Brændingen ved Kysten er ellers meget svær, og under stormfuldt Vejr kastes ofte Fisk i Hundred- og Tusindvis paa Land; disse Sand- og Leraflejringer vil derfor engang i Fremtiden indeholde forstenede Fiskerester . . . . . De Faktorer, der har været virksomme ved Sandenes Dannelse er: Jøkelelvene, mindre Jøkelløb, vulkansk Askefald og Flyvesand. De vældige Jøkelmasser ved Islands Sydkyst, der optager et Areal af næsten 10000 □ Km., maa nødvendigvis sende mægtige Vandmasser ned til Kysten, og da denne ligger kort fra og kun er adskilt fra Jøklerne af Sandfladerne, flyder Vandet som oftest i mange korte Vandløb lige ned til Stranden.

Paa de flade Sandstrækninger veksler Flodernes Løb idelig, ja større og mindre Forandringer foregaar daglig, da Vandmængden er yderst variabel efter Issmeltningen i Jøklerne; mange af disse Elve fører om Vinteren kun en Brøkdel af deres Vandmasse om Sommeren, og de forskellige kolde og varme, fugtige og tørre Aaringer har ogsaa den største Indflydelse paa deres Vandmængde. Alle Jøkelelvene har det til fælles, at de fører meget Grus og Ler, og at de paa Fladlandet forgrener sig meget stærkt. Under Jøklerne og ved Gletscherenderne er Elvenes Fald sædvanlig temmelig stejle, og desuden modtager Elvene betydelige Ladninger Grus fra Morænerne; derfor fører de mere Grus ned paa Lavlandet, end de kan magte, naar Strømkraften bliver mindre; Floden opdæmmes, de stærkeste Arme river sig frem gennem Gruset, møder nye Hindringer, forgrener sig, forenes med andre, faar Kraft nok til atter at bryde igennem større Grusmasser, afgiver Smaaarme, svækkes atter o. s. v. Denne stadige Kamp mellem Strømmen og Grusmasserne giver Anledning til de utallige Forgreninger; der er en stadig Vekslen i de utallige Flodarme, som den ene Dag svulmer op til farlige Elve og den anden Dag skrumper sammen til næsten intet; i et Øjeblik kan de tilstoppes, forgrenes, forlade de gamle Lejer for at danne nye; de kan opdæmmes til store Søer og oversvømme milelange Strækninger eller skære dybe Flodlejer i Gruset, hvori de saa maaske kan holde sig i aarevis. En saadan Elv er derfor et højst indviklet Kompleks af Hundreder af Arme med mellemliggende Ler- og Sandøer og Grusrygge, der er lige saa foranderlige som Elven selv.“

Isdæmmede Søer. Ved Gletschere kan der opdæmmes Søer, hvis Bredder helt eller delvis udgøres af Gletscheris. Saadanne Søer kendes baade fra Alperne, fra Island og fra Grønland. Fra tidligere isdækkede Omraader i Nordeuropa og Nordamerika er der adskillige Steder fundet Vidnesbyrd om, at der under Istiden maa have været isdæmmede Søer ofte af ikke ubetydelig Størrelse. En saadan Sø kan opstaa, naar en Gletscher skyder sig frem forbi et Dalføre, saa at der mellem Dalsiderne og Isdæmningen opstaar et lukket Bassin. Søvandet kan i den isdæmmede Sø sætte sine sædvanlige Mærker med Terrasse- og Strandvolddannelser langs Bredderne og Sand og Slamaflejringer over Søbunden. Naar Isen senere hen smelter bort, eller Søens Vande bryder gennem Isbarieren, har man altsaa et tørlagt skaalformigt Søbækken, men Skaalen er skaaret, da den Side der før var Is nu mangler. Førend man blev opmærksom paa de ejendommelige Forhold, saadanne isdæmmede Søer frembød, havde man megen Vanskelighed med visse Steder at forklare Aflejringen af Terrasser, Strandvolde og Ferskvandslag, da de nuværende Terrænforhold ikke tillod Vandet at stige saa højt op, at disse Lag kunde afsættes. Den isdæmmede Søs Vande kan periodisk bane sig Vej under Isdæmningen, saa at Søen Tid efter anden tømmes og atter fyldes, naar Afløbet fryser til eller tilstoppes, men Søen kan ogsaa pludselig bryde Isbarieren itu og som et ødelæggende Jøkelløb skylle store Mængder Is og Grus ud over det foran liggende Land. Særlig paa Island kendes saadanne mægtige Jøkelløb ofte i Forbindelse med vulkanske Udbrud fra de store gletscherdækkede vulkanske Omraader i Landets Indre. De vulkanske Udbrudsprodukter og Jordvarmen udsmelter i Gletscherens Indre en stor isdæmmet Sø, hvis Vande snart bryder gennem alle Hindringer og ødelægger alt paa deres Vej ud til Havet.

Hulker. I mange tidligere af Gletschere og Landis dækkede Lande kan man iagttage, at Jordoverfladen i visse Egne er fuld af Huller. Der findes, uden at Terrænforholdene nu giver nogen Anledning dertil, indsænket ejendommelige Fordybninger, der, naar de findes, i Reglen forekommer i saa store Sværme, at de udgør et væsentligt Træk i Landskabets Karakter for den opmærksomme Iagttager. Hullerne savner som oftest baade Tilløb og Afløb. De er gerne kredsrunde 20—50 Meter i Tværmaal og ofte forholdsvis dybe, saa at en Dybde af 10—15 Meter ikke er ualmindelig. De er i Danmark i Reglen tørvefyldte og nu ofte opdyrkede, men staar dog ogsaa af og til aabne. Adskillige Steder har man fra gammel Tid knyttet forskellige Sagn til saadanne bundløse runde Huller. Man kan som Betegnelse for dem bruge Navnet *Hulker*, som den Folkebenævnelse, der endnu for c. 30 Aar siden blev jævnlig benyttet for saadanne runde, dybe Huller flere Steder i Danmark. I Nordtyskland kaldes de *Pfule* eller *Sölle* og har tildraget sig megen Opmærksomhed fra Glacialgeologernes Side[10]). De findes i tusindvis i Mecklenburg og ligeledes i Uckermark og Pommern. *F. Nan-*

sen har fra sit Besøg paa Jamalkysten beskrevet ganske lignende tilsyneladende for ikke lang Tid siden dannede Huller uden dog at meddele noget om deres Oprindelse. Han skriver saaledes[11]): „Vi gik langt ind over Sletterne, men fandt bare Vande med lave Eid og Højdedrag imellem . . . . . Alle disse Vande havde en paafaldende cirkelrund Form med tverbrante Skrænter omkring, ligesom de selv havde gravet et Hul i Sandsletten". I Danmark kan man særlig nævne Egnen omkring Hvalsø, Osted og Jystrup paa Sjælland som rig paa saadanne Huller. Her findes paa en Kvadratmil c. 900 Hulker. Ligeledes er Egnen ved Birkerød i Nordsjælland velforsynet med Hulker[12]). I Nørrejylland er lignende Huller ogsaa paaviste flere Steder, særlig i Egnen omkring Flyndersø ved Skive[13]). Man har været meget uvis om Maaden, hvorpaa disse er opstaaede. *J. G. Forchhammer* antog dem fremkommet ved en Art Hvirvelstrømning i det Hav, som han mente tidligere havde dækket en Del af Danmark og blandt andet ogsaa frembragt Aasene som Kystrevler. I et Foredrag paa det skandinaviske Naturforskermøde i Stockholm i 1842 anfører han saaledes: „Paa Grænserne af den østlige Rullestenslerdannelse betegner endnu en Mængde kredsformige, meget dybe Tørvemoser, enkelte Steder, hvor Strømmen med Voldsomhed har oversteget og gennembrudt sine Skranker, saaledes som Vesterhavet hver Gang, naar det gennembryder Marskernes kunstige Diger, danner et kredsformigt Hul (Weel eller Kolk) paa den indre Side." Forchhammer havde altsaa Øjet aabnet for disse ejendommelige Fordybninger, selv om hans Forklaring af deres Oprindelse ikke kan holde Stik. Der har iøvrigt været fremsat mange forskellige andre Teorier om „Hulkernes" Dannelse. Nogle formodede, at det var Krateraabningerne af „Dyndvulkaner", andre, at det var „Jordfaldshuller", frembragte ved Sammenstyrtning af Huler i Undergrunden, og endelig fremsatte ogsaa en anset tysk Glacialgeolog den Teori, at disse Hulker var kæmpemæssige Jættegryder frembragte ved Elve, der var styrtede ned som Vandfald over Isranden under Istiden, en Anskuelse, hvis Urimelighed enhver, der undersøgte Forholdene i Naturen, snart maatte blive klar paa. Nu er dog de fleste Forskere, der i nyere Tid har beskæftiget sig med Spørgsmaalet om Hulkernes Dannelse, enige om at anse dem som frembragte under Istiden, ved at der i Bundmorænens Overflade har været indæltet Isbjerge og Isstykker, som ved den senere Smeltning har efterladt de grubeformige Fordybninger. *Japetus Steenstrup* har allerede for mange Aar siden antydet denne Dannelsesmaade som den sandsynlige for de smaa grydeformige Skovmosers Bassin, og mange af disse Skovmoser er netop tørvefyldte Hulker.

Vindens Virkninger. Som allerede omtalt i Stenartslæren kan der ved Vindtransport opstaa æoliske Aflejringer af temmelig forskellig Kornstørrelse og meget forskellig Beskaffenhed. Da der ved Vindtransporten foretages en fuldstændig Slemningsproces, er paa samme Sted Kornstørrelsen af de aflejrede Masser i Reglen meget ensartet, men den retter sig iøvrigt dels efter de transporterede Mineralbrudstykkers Vægtfylde, dels efter Vindstyrken, idet der selvfølgelig kræves en større Vindstyrke til at flytte rundt med grovkornede og tunge Mineralbrudstykker end til Transport af støvformigt Materiale. Saaledes var i Klit-

terrænet Vest for Gilleleje i Nordsjælland 95 % af Flyvesandet af en Kornstørrelse mellem 0,25—0,50 Millimeter, medens Klitten mellem „Randkrogen" og Fyret paa det stormomsusede Anholt ifølge *A. Jessen* bestod af Gruskorn, hvoraf 91 % var over 2 Millimeter i Tværsnit.

Selv den svageste Luftstrøm fører Støvmasser med sig, som, hvis der kommer lidt Fugtighed til, atter afsættes endog paa lodrette Flader. Dette ringe Støvlag kan, hvor fint og lidet synligt det er, dog faa Betydning ved at medføre tilstrækkelig meget Plantenæringsstof — væsentlig i Form af Feldspatstøv og Kalkpartikler — til at nøjsomme Lavarter deri kan vokse og trives, saa at vi ser disse Planter fæste sig endog paa de for Næringsstof fuldstændig blottede Genstande som Jerngelændere, Jernbjælker og paa de goldeste Kvartsklipper. Skraber man Lavarterne af og brænder dem (efter Afvaskning), vil man finde, at de altid efterlader dog nogen Aske, der netop er de uorganiske Stoffer, de har optaget fra Støvlaget. Lavarterne virker selv ved deres purrede og krusede Form som kraftige Støvsamlere, der saaledes yderligere bringer Jordbund tilveje, hvori Fugtighed kan holdes tilbage, og andre Planter kan fæste sig. Støvets Beskaffenhed kan iøvrigt være af højst forskellig uorganisk eller organisk Art og indeholder ofte store Mængder af Kim, Æg, Frø o. l., saa at Vindtransport er en meget væsentlig Faktor ved Spredning af Dyr og Planter. Støvmasserne, der ved vulkanske Udbrud eller ved Ørkenstorme kommer op i de højere Luftlag, kan spredes overordentlig vidt omkring. Saaledes blev der ved det tidligere omtalte vældige Udbrud af Vulkanen Krakatau i 1883 slynget „vulkansk Aske" op i Luften, saa at de nedfaldende Masser spredte sig sig over et Areal af 800000 Kvadratkilometer. *Charles Darwin* anfører fra sin berømte Verdensomsejling talrige Eksempler paa Nedfald af Ørkenstøv langt borte fra det Sted, hvor Vinden har ophvirvlet det. Han skriver omtrent følgende: „Støvet falder ned i saa store Mængder, at det tilsmudser alting om Bord og foraarsager, at Folk faar ondt i Øjnene, ja der er Eksempler paa, at Skibe er løbet paa Land, da der ikke kunde holdes ordentlig Udkig paa Grund af Luftens Uigennemsigtighed. Der er ofte faldet Støv ned paa Skibe, der var over 1000 Mil (Sømil) Vest for Afrika og paa Steder, der var 1600 Mil derfra i nordlig eller sydlig Retning. Jeg blev meget overrasket ved i Støv, der var faldet ned paa et Skib 300 Mil fra Land, at finde Stenstykker, som havde en Størrelse af over $^1/_{1000}$ Kvadrattomme*) blandet med finere Partikler. Det er derfor intet Under, at de meget mindre og lettere Sporer af Lønboplanter kan spredes vidt omkring". Som et Eksempel af ny Dato kan anføres, at der i Begyndelsen af Marts 1901 herskede voldsomme Storme i

*) Altsaa omtrent af samme Størrelse som Flyvesandet i Nordsjælland.

Ørkenegnene Syd for Algier, hvorved umaadelige Sand- og Støvmasser kom op i de højere Luftlag. Vinden gik Nord paa, og det ophvirvlede Støv blev aflagt i et bredt Bælte gennem Frankrig og det vestlige Tyskland. Selv paa Laaland-Falster fik Husmødrene travlt med en ekstra Vinduespudsning, da Ruderne var blevet helt tilsmudskede af Ørkenstøvet fra Afrika.

I Reglen vil de af Vinden medførte Støvmasser, naar de aflejres under almindelige Forhold i Naturen forsvinde og indblandes i de øvre Jordlag uden at efterlade sig noget paaviseligt Spor. Undertiden bliver de dog synlige om end indirekte. Det berettes saaledes, at i Kalkalperne, hvor Planteverdenen ellers er en typisk Kalkflora, træffes der pletvis i beskyttede Lavninger en hel Samling af ganske andre Plantearter, en Kiselflora, der kræver en hel anden Jordbund for at vokse og trives. Det skyldes den kraftige Føhnvind, der fra Højalperne har ført det Stenstøv, der er opstaaet ved Vejrsmulring af de granitiske Bjergarter, og kun indeholder Kvarts, Feldspat og Glimmerpartikler, ned i de lavere liggende Kalkalpers Regioner. Føhnen har saaledes foraarsaget, at kiselsyreyndende Planter kan finde passende Livsbetingelser visse Steder i den ellers overordentlig kiselfattige, men kalkrige Jordbund.

Navnlig i ørkenagtige Egne, hvor Plantevækst og Fugtighed ikke binder Jordoverfladens øverste Lag sammen, kan der ske en idelig Omflytten og Transport af Sand og Støv. Saadanne Ørkenvinde har fra gammel Tid paa vedkommende Sted ofte særegne Navne, saaledes Scirocco i Nordafrika, Samum i Arabien og den frygtede Buran paa Asiens og Sydruslands Stepper. Den danske Læge *H. S. Kaarsberg* giver en levende Skildring af en saadan Støvstorm fra sit Ophold i Kalmyksteppen i 1890: „Der blæser nemlig — i hvert Fald om Sommeren — næsten stadig i disse Egne oftest en tør, vedholdende Blæst, der ikke sjældent stiger til en forrygende Storm . . . . . Under en saadan Graavejrs Storm frembyder Steppen et Syn, saa trøstesløst og øde, saa blottet for al Ynde, saa dødningeagtig barskt, at det til ens Død vil bide sig fast i ens Erindring. Hele Synskredsen er skjult i Skyer af gulgraat Støv. Støv fylder ens Øjenhuler, hænger sig fast i Haar og Skæg og Hud og fyger ind i ens Klæder. Milevidt kan man rejse, og ikke et levende Liv vil Øjet se, hverken tamt eller vildt . . . . .“

Støvmasserne, der medføres af Vinden, sværer i Luften og bevæger sig derfor omtrent med Vindens Hastighed og kan, som nævnt, transporteres meget langt i kort Tid. Naar Vinden lægger sig, eller naar der findes Læ, kan Støvet samle sig i Lag som Løss, der, som beskrevet, ofte har en Mægtighed af flere hundrede Meter og særlig i Turkestan og det vestlige Kina findes udbredt over meget store Strækninger.

Er det grovere Materiale, som Vinden har at tumle med, bliver det kun, naar Vinden er meget stærk, ført svævende med i Luften, i Reglen vil det blive hvirvlet, rullet eller slæbt hen over Jordens Overflade. Paa Steder, hvor en eller anden mindre Terrænforhøjning, en Sten eller en Busk giver Læ, samler der sig en lille Sanddynge, der lejrer sig baade foran og bagved den lægivende Genstand*). Herved er der tilvejebragt Betingelser for, at der ved yderligere Sandtilførsel kan opstaa en Klit. En saadan Klit har en bestemt Form, som er betinget af Maaden, hvorpaa den dannes. Allerede for over 50 Aar siden har *J. G. Forchhammer* i sin Afhandling om „Klitterne paa Vestsiden af den jydske Halvø" givet en Beskrivelse af Klitdannelsen, hvoraf her kan gengives følgende: „Bliver man denne Klitrække (langs den jydske Vestkyst) var i Frastand i Horisonten, tror man at se en Bjergkæde for sig, og de skarpe takkede Former minder langt snarere om Porfyrbjerge end om en bevægelig Sanddannelse, som Vinden har opbygget. Imod Havet er disse Højdestrøg hyppig lodret afskaaren, og imod Landet helde de under en Vinkel af 30°, de danner aldrig fortløbende Kæder af samme Højde, men bestandig hæver sig større Højder ved Siden af hinanden, adskilte ved Dale af større eller ringere Dybde ..... Den Skikkelse, som en endnu voksende Klit har, er forskellig fra den Form, som en nedbrudt Klit viser. Hin skraaner med en svagt hældende Flade der veksler mellem 5° og 10°, imod Retningen af den herskende Vind, hvorved den dannes, altsaa mod Vest og Nordvest. Kun hvor en ny Klit danner sig paa en ældre nedbrudt, har Heldningen en større Vinkel, hvilket dog kun er en Undtagelse fra det almindelige. Paa den Side, som vender fra Retningen af den herskende Vind, har Klitten en langt stærkere Heldning, som man næsten kan sige er uforanderlig. Den beløber sig nemlig overalt, hvor en Klit danner sig ganske frit, nøjagtig til 30°. Kun hvor der fremkommer meget smaa Flader, stiger Heldningsvinklen til 40°, hvilket imidlertid kun er en Undtagelse.

For at forklare sig denne Uforanderlighed i Skraaningen af Klittens indre, fra Vinden vendte Side, maa man lægge Mærke til den Maade, hvorpaa Klitten egentlig danner sig. Den vokser nemlig paa den indre Side, idet Sandet løber op ad den ydre svagt heldende Flade, og saa snart det har naaet Klittens største Højde, falder det ned bagtil, og, da det nu er i fuldkommen Læ af Vinden, er der intet andet, som har Indflydelse paa den Skraaning, hvorunder Sandet leirer sig, end Sandkornenes Form og Størrelse". Under Vindens Paavirkning kan Klitterne stadig vandre videre i Vindretningen. Saadanne Vandreklitter kan udføre

*) Vinden, der møder en Hindring, tvinges til Vejrs, saa at der ogsaa opstaar et roligt Luftlag foran Hindringen.

store Ødelæggelser paa deres Vej ved at overdække dyrkede Marker, Skove og menneskelige Boliger. Under Beskrivelsen af Forholdene i Danmark skal vi komme nærmere ind paa Flyvesandets Virkninger her til Lands og paa de Midler, man har anvendt til Sandflugtens Dæmpning.

Her i Landet er det hyppigst Strandsand, der af Vinden føres videre som Flyvesand, men der kendes ogsaa Indsande, hvor Materialet er Sand af anden Oprindelse, og Sandflugt kan iøvrigt opstaa et hvilket som helst Sted, hvor Overfladen er dækket af løst Materiale, der ikke bindes af Bevoksning eller Fugtighed. I Fig. 122 er der saaledes



Fig. 122. Vandreklit gaar ind over en Frugtplantage. Michigan, U. S. (efter M. B. Waite).

gengivet et Billede af en stor Vandreklit, der skrider ind over en Frugtplantage fra Michigan i U. S. Klitten er dannet af Sand fra en Ferskvandssø. Fra Island kendes bl. a. gennem *F. Johnstrups* Beskrivelse æoliske Dannelser, opstaaede af vulkansk Aske: „Hvad der samler sig i Lavningerne ude i det 55 Kvadratmile (c. 3000 Kvadratkilometer) store Udaadehraun, er fortrinsvis den sorte vulkanske Aske, som ikke sjældent danner sønderrevne Klitpartier, der kan staa sig mod Stormenes Angreb, naar de er bedækkede med Marehalm, hvis Rødder gennemtrænger hele Klitten som en Filt lige ned til den underliggende Lava. Palagoniten derimod, som i Følge sin Beskaffenhed langt lettere forvandles til et støvfint Pulver, end den sorte vulkanske Aske, der tilmed har en større Vægtfylde, behøver ikke nogen stærk Luftbevægelse for at føres milevidt bort. Først udenfor Lavaørkenen kan det tilbageholdes og fæstnes paa Steder, hvor Jordbunden er fugtig og bedækket med Vegetation, og ved Svartaavatn var saaledes en ældre

Lavadannelse dækket af et mange Fod mægtigt Lag af brunt Palagonitstøv, der dannede lodrette Brinker langs Søens Bredder". Her har man altsaa Flyvesand, bestaaende af vulkansk Aske og typiske Løssdannelser med de netop for Løssaflejringer karakteristiske lodrette Brinker bestaaende af Palagonitstøv.

Nogle af de mærkeligste Forandringer, foraarsaget ved Sandflugt, findes sikkert nok i den af *S. Hedin* i 1896 undersøgte Takla-Makan

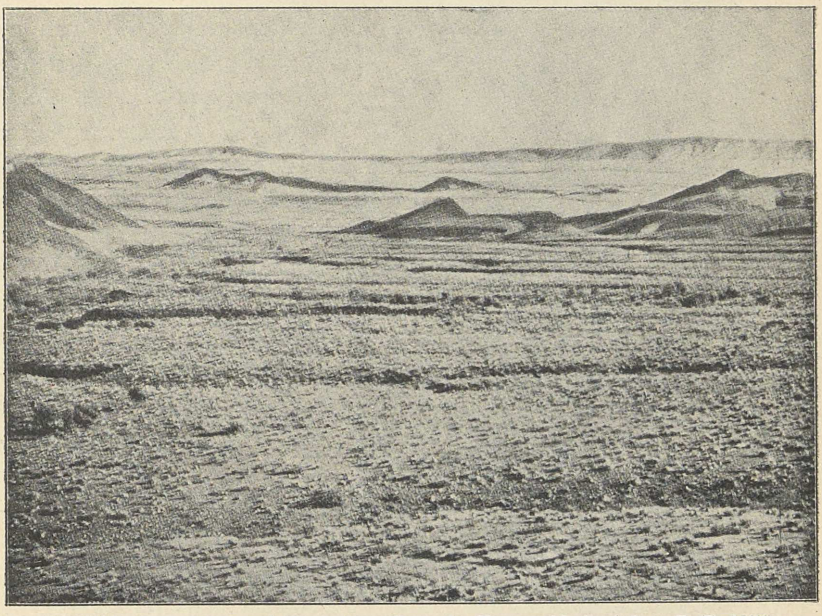


Fig. 123. Stenslette ved Torullo Creek. Texas, U. S. (efter R. T. Hill).

Ørken ved Kinas vestlige Grænse. Landet har her tidligere været frugtbart, gennemstrømmet af Floder og rummet folkerige Byer, beboede af nu ukendte Folkeslag med ret høj Kultur og Kunstsands. Nu er det hele en vandløs Ørken, Flodlejerne er opfyldte og Byerne overdækkede med Flyvesandsklitter, der kan naa over 100 Meters Højde.

Naar Vinden blæser hen over en gruset Jordbund, kan de finere Bestanddele blive bortførte, og Stenene bliver liggende tilbage som en Stenbestrøning eller hel Stenbrolægning. Saadanne Stensletter kendes i mindre Maalestok fra Flyvesandsegnene i Danmark, men optræder i mangfoldig forstørret Skala i adskillige Ørkenegne. Store Strækninger af den sydvestlige Del af de forenede Stater optages af saadanne Stenørkner, hvor Sandet er blæst væk, og Stenene er blevet tilbage. I Fig. 123 er gengivet et Fotografi af en saadan ørkenagtig Egn i Texas i U. S. Lignende Forhold kendes ogsaa mange andre Steder fra Sydame-

rikas Vestkyst, fra Nordafrika, Arabien, Australien m. fl. St. Stenene, der har været udsatte for Sandslibning, faar ofte et ejendommeligt Udseende og en særegen Form. Stenenes Overflade kan efter Stenenes Beskaffenhed, og eftersom det af Vinden fremdrevne Sand er grovere eller finere, blive matslebet eller faa en mer eller mindre glinsende Politur. Som Fig. 124 viser, kan Stenenes Form ogsaa blive meget ejendommelig ved Sandslibningen. De faar Facetter, saa at de oprindelig ægformige Rullesten nu faar et „fuglebryst"lignende eller trekantet Udseende. I danske Flyvesandsdannelser er det i Almindelighed saaledes, at Sandstenene ogsaa undertiden Grønstenene, er omdannede til „trekantede Sten" med en matsleben Overflade, medens der i Flint er udslebet grubeformige Huller, hvor Massen har været blødere (kalkholdig), samtidig med at Overfladen har faaet et ligesom „ferniseret" Udseende ved Polering.

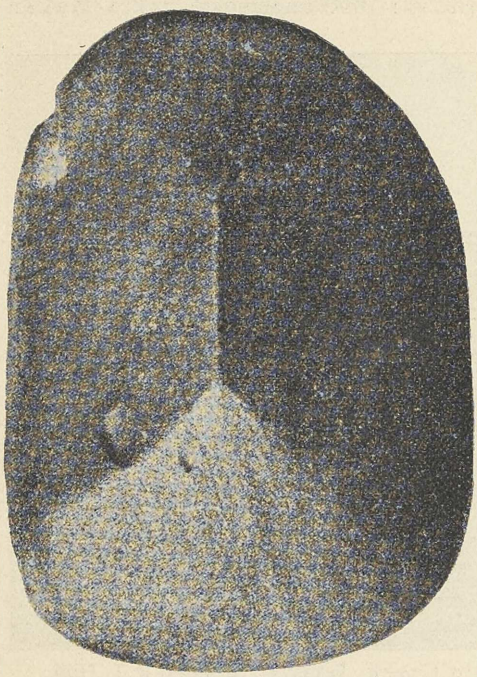


Fig. 124. Sandslidt Sten fra Oldenburg. (Efter Nathorst.)

Ogsaa paa faststaaende Klipper kan det af Vinden frempiskede Grus og Sand udøve en betydelig afslibende og eroderende Virkning. I Fig. 125 er saaledes gengivet et Billede af en stærkt vinderoderet Klippetop fra Montana U. S. og i Fig. 126 et Billede af lignende Forhold fra den libyske Ørken. Begge Steder har dog sikkert Vejrsmulringen gjort de første Skridt og Vinderosionen fortsat og fuldført Værket ved at bortblæse det af Vejrsmulringen løssprængte Materiale og yderligere ved Hjælp af det af Vinden fremblæste Grus og Sand at udbore og løsrive alt, hvad der var mindre modstandsdygtigt. Fra Island kendes gennem *Th. Thoroddsens* Beskrivelse tilsvarende Fænomener. Han viser, hvor furet og ridset Basaltklipperne mange Steder i det nordvestlige Island er blevne, ved at Stormene har pisket Grus og Sand hen over dem; og fra Grønland haves lignende Beretninger, hvor det dog væsentlig er gaaet ud over løsere Jordlag. Den bekendte Grønlandsforsker,

Søofficeren *J. A. D. Jensen*, skriver saaledes i sin Rejseberetning fra Godthaabs og Holstenborgs Distrikter i 1884—85: „En ejendom-

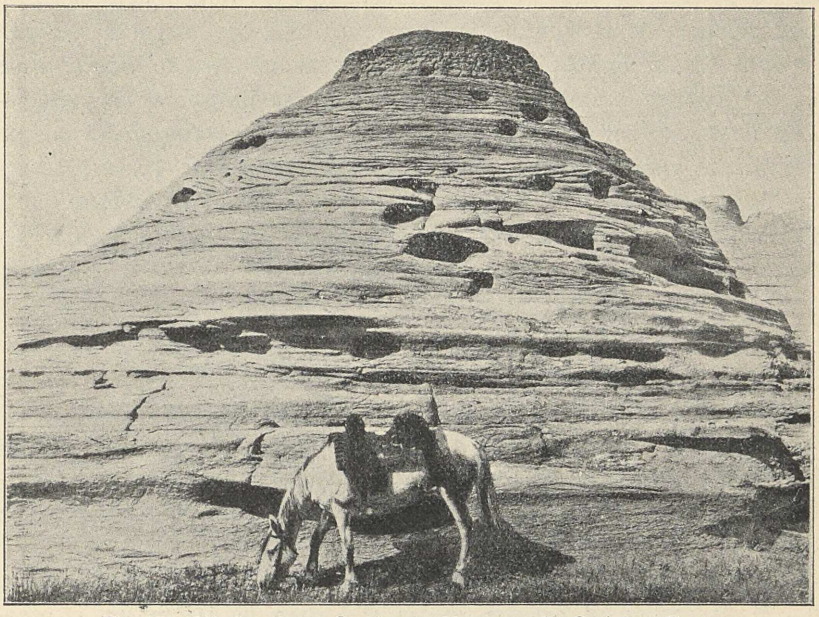


Fig. 125. Vinderoderet Sandsten. Montana, U. S. (efter Fot.).

melig Fremtoning, der mindede meget om de Ispløjninger i Klipperne, som ses saa hyppig i denne Del af Landet, var meget almindelig i Nær-

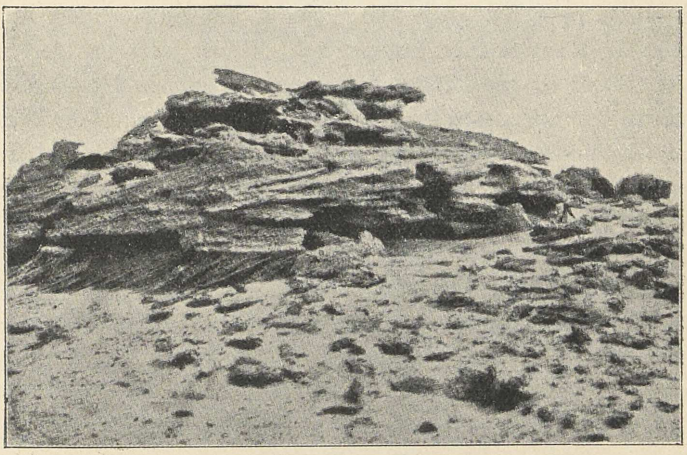


Fig. 126. Vinderoderet Sandsten. Libyske Ørken (efter E. v. Stromer).

heden af Isen her i Egnen, dog med den Forskel, at Fordybningerne her fandtes i det løse Jordsmon eller Ler, der bedækker Klipperne. De

er dannede som dybe Furer af meget forskellig Størrelse, almindeligst $^2/_3$—1 M. brede, $^1/_3$ M. dybe og 3—$3^1/_2$ M. lange, og minde meget om de Furer, som en langs en Mark rikochetterende Kanonkugle danner i Jordsmonnet. Deres Retning var omtrent OSO, dog meget varierende efter de lokale Forhold. I størst Mængde fandtes de i de snævre Dale og Bjergkløfter, saavel paa hældende som paa horisontalt Terræn. — Den Kraft, der har været virksom til at frembringe dem, tyder paa, at der her til visse Tider maa herske voldsomme Storme, kommende fra det Indre af Landet. Et Tegn paa denne Voldsomhed haves deri, at Laverne paa de Sten, som stak frem i Furerne, var fuldstændig afskrællede og Planterødderne blottede og sønderrevne."

Organismernes Virksomhed. I Afsnittet om organogene Stenarter (Side 89) er der givet en Oversigt over de vigtigste Sten- og Jordarter, der opstaar ved Dyrs og Planters Virksomhed. Fra et kemisk-geologisk Synspunkt kan man dele de af Organismerne foraarsagede Stofforandringer i tre Klasser:

1) Udskillelse af Karbonater, særlig af Havvand,

2) Absorption af Kulsyre, særlig af Luften, og Dannelsen af organiske Kulstofforbindelser,

3) Reduktionsfænomener, væsentlig foraarsagede ved dødt organisk Stofs Indvirkning paa Salte af iltholdige Syrer.

De største og betydeligste Aflejringer af den først omtalte Art: Udskillelse af Karbonater finder Sted i Havet, selv om der baade i det ferske Vand og paa Landjorden foregaar lignende Udskillelser. Organismerne faar ved deres Evne til at udtrække Calcium- og Magniumkarbonat af Vandet en mærkelig Indflydelse paa Havvandets Sammensætning, og de udtrukne Karbonater kan ved Organismernes massevise Forekomst give Anledning til en Mængde forskelligartede Kalkaflejringer.

Havvand er en Saltopløsning, dannet dels ved Nedbøren paa Havets Overflade, dels af Nedbøren paa Landjorden, der som Overfladevand eller som Kildevand nærer Floderne, der strømmer ud i Havet. Fra Havoverfladen fordamper der stadig Vandmængder, der falder ned som Regn og paany udvasker Jordlagene, saa at der stadig paany føres opløste Stoffer i Havet gennem Floderne. Havvandet vilde derfor i Tidernes Løb komme til at indeholde alle de i den ydre Jordskorpe værende opløselige Stoffer, men paa Grund af Organismernes Indvirkning paa Havvandet foregaar der en stadig Bundfældning af visse af de opløste

Stoffer, samtidig med at der sker en idelig fornyet Produktion af opløselige Stoffer i Jordlagene under Forvitringsgangen. Det indbyrdes Mængdeforhold af de enkelte Mineralbestanddele, der tilføres Havet gennem Flodvandet, og de i Havet værende Salte er derfor meget forskellig fra hverandre, da Organismerne kun benytter visse af de i Havvandet udførte Stoffer, men lader de andre accumulere sig. Havvand er derfor ikke alene en langt mere concentreret Saltopløsning end Ferskvand, men det indbyrdes Mængdeforhold mellem Havvands Bestanddele og Ferskvands Bestanddele er som sagt meget forskellig. Baade Havvand og Ferskvand efterlader ved Inddampning en Rest af faste Stoffer.

I Havvand indeholder 100 Dele Inddampningsrest:

Karbonater	0,21
Sulfater	10,30
Klorider	89,45

100 Dele Inddampningsrest af Flodvand indeholder derimod ifølge *Roth:*

Karbonater	60,1
Sulfater	9,9
Klorider	5,2
Andre Bestanddele	24,8

Hvis man for Sammenligningens Skyld ser bort fra de „andre Bestanddele“ (Kiselsyre, Aluminiumilte, Jernilte, Fosfater, Nitrater, organiske Stoffer m. m.) i Ferskvand, kommer 100 Dele Inddampningsrest af Flodvand til at indeholde (Roth):

Karbonater	80
Sulfater	13
Klorider	7

I Ferskvandsinddampningsresten udgør altsaa Karbonaterne — af Calcium og Magnium — Hovedmængden, medens Karbonatmængden i Havvand er højst ubetydelig, skønt der gennem Flodvandet fra Tidernes Morgen er ført en stadig Strøm af disse Salte i Opløsning ud i Havvandet. Dette mærkelige Forhold skyldes saa godt som udelukkende de kalkforbrugende Organismer i Havvandet. Som allerede omtalt (Side 91—92) er baade Planter og Dyr virksomme i saa Henseende. Blandt Planterne er det særlig visse Former af noget ubestemt Plads i Systemet: Kokkolitherne, som spiller den største Rolle, samt forskellige kalkafsondrende Slægter, særlig Corallina og Lithothamnion af

Rødalger, der spiller en Rolle. Kalkafsondrende Havdyr findes derimod indenfor snart sagt alle Afdelinger i Dyreriget. Særlig kan dog fremhæves blandt Urdyrene visse Klasser af Slimdyr: Rhizopoder og Radiolarier. Blandt Polyperne særlig Koraldyrene. De fleste Klasser af Pighude. Blandt Leddyrene særlig de forskellige Krebsdyr. De fleste Former blandt Bløddyrene. Desuden, omend i mindre Maalestok, Hvirveldyrene.

De forskellige Aflejringer, der som Kalksten, Skalgrus eller kalkholdigt Slam afsættes i Havet, bestaar altsaa af Brudstykker og Bestanddele, der stammer fra Væsener af meget forskellig Art og kan desuden være blandet med større eller mindre Mængder af mekaniske Sedimenter. Der er dog i Havaflejringerne en vis regelmæssig Rækkefølge, saa at man kan skælne mellem Dannelser, der er foregaaede ved Kysten og Dannelser, der bliver dannede længere ude paa dybere Vand.

Lige i Havstokken, hvor Bølgeslaget tumler med det løse Materiale, kan der i Almindelighed ikke leve Organismer, da alt bliver søndermalet ved de af Bølgeslaget idelig omtumlede Sten-, Grus- og Sandmasser. Men hvis Strandbredden er bedækket med saa store Sten, at Bølgerne ikke formaar at rokke dem, eller hvis den faststaaende Klippe gaar helt ud til Vandkanten, kan der selv lige i Vandskorpen trives Dyr og Planter, saa at man ofte har en Tangrand eller en Rand af Skaldyr — Snegle, Blaamuslinger, Østers, Balaner, Bryozoer m. m. der antyder Vandstandslinjen.

Længere ude kan man finde forskellige Skaldyr krybende omkring paa Havbunden, paa Tangen og paa Algerne eller sidde nedboret i Sandet. Bryozoer ligger paa Bunden eller er fastklæbede paa Tang, Stene eller Havdyrenes Skaller, og de kalkafsondrende Alger er ogsaa i Virksomhed. Under varme Himmelstrøg, hvor Havvandets Temperatur ikke synker ned under 20°, vil man noget ude fra Kysten i Reglen finde de revbyggende Korallers socialistiske Samfund. Sammen med dem optræder forskellige Arter af Milleporer af Hydromedusernes Orden, der ligesom Korallerne forekommer kolonivis og er stærkt kalkafsondrende, saa at de kan opbygge koralstoklignende Kalkbygninger ofte af meget betydelig Størrelse. Hertil slutter sig ogsaa visse Former af kalkafsondrende Alger særlig Nulliporer (Lithothamnier). Efter Koralrevenes Maade at forekomme paa har man inddelt dem i Kystrev, Voldrev og Ringrev. Selve Koraldyrene kan næppe leve paa større Dybder end 30—50 M., men Voldrevene og Ringrevene gaar ud paa langt større Dybder (300—400 M.). Kun de øverste Partier af disse Rev bestaar af levende Koraller, under 50 Meters Dybde træffes kun døde Koralstokke, hvis oprindelig amorfe organiserede Kalkmasser tildels er omdannet til

krystallinsk Calciumkarbonat. Kystrevene findes i ringe Afstand fra Kysten, Voldrevene er derimod adskilte fra Landet ved en Lagunekanal paa 20—30 Kilometers Bredde, og Ringrevene eller *Atollerne* er selvstændige ringformige Koralbygninger undertiden flere hundrede Kilometer i Diameter. De bestaar af en 100—300 M. bred Ring, der kun hæver sig faa Meter op over Havet og omslutter en i Reglen fladvandet Lagunesø, der hyppig ved en eller flere Kanaler staar i Forbindelse med Havet udenfor. Til Forklaring af denne Forskel i Koralrevenes Optræden er der Tid efter anden fremsat forskellige Teorier. *Ch. Darwin* havde under sin Rejse (1831—33) rundt om Jorden Lejlighed til nærmere at ungersøge Koralrevenes Dannelse og fremsatte en Forklaring, der længe stod urokket. Han mente, at Kystrev, Voldrev og Ringrev kun var tre forskellige Stadier i samme Udviklingsproces. Først dannede der sig langs en Ø et Kystrev, men hvis Øen derefter var udsat for Sænkning, maatte dette Rev tilsyneladende rykke længere og længere ud fra Kysten, da Øen ved Sænkningen formindskedes i Omfang. Samtidig voksede Korallerne i Vejret under Sænkningen, saa at Revet efterhaanden gik over til et Voldrev, der atter, naar Sænkningen bragte hele Øen ned under Havets Overflade, omdannedes til et Ringrev. I Revene langs en Kyst findes Aabninger ud for Flodmundingerne, da Korallerne ikke kan trives i det ferske Vand og ligeledes heller ikke kan taale slamholdigt Vand. Aabningerne i Ringrevene skal derfor efter Darwins Teori svare til de fordum tilstedeværende Floder i den nu under Havets Overflade nedsunkne Ø. Darwins Forklaring af Ringrevenes Dannelse har som Forudsætning, at der er sket en Sænkning af Havbunden over hele den uhyre store Strækning i Sydhavet, hvor Ringrevene er særlig talrige og typisk udviklede. Dette lader sig ganske vist ikke absolut benægte, men en saa stor Sænkning forekommer dog lidet sandsynlig og der er ikke fundet andre Spor, der tydelig angiver, at der her findes saa stort et Sænkningsomraader, selv om der hist og her snart er Spor af Sænkninger, snart af Hævninger. Darwins Teori om Koralrevenes Dannelse stod dog i det væsentlige uanfægtet i over fyrretyve Aar, indtil den ansete Oceanolog *John Murray* i Løbet af Firserne i forrige Aarhundrede fremsatte en anden Forklaring, hvorved man ikke nødes til at tage sin Tilflugt til Formodninger om de uhyre udstrakte Sænkninger af Havbunden, som Darwins Teori fordrer. Murray gør opmærksom paa, at Koralstokkene bestaar af amorft Calciumkarbonat, der, naar Dyret er dødt, let opløses af det kulsyreholdige Havvand. Korallerne synes ubetinget at trives bedst i Brændingen paa Ydersiden af Revene, medens de døer bort eller kun vokser meget langsomt paa Revets Indersider. Revet vil derfor stadig flytte sig udad ved Korallernes

Vækst, hvorimod det paa Indersiden vil opløses, saa at Lagunekanalen udvides. Murray fremhæver desuden, at Darwins Anskuelse om, at Ringrevene er gamle Kystrev om en nedsænket Ø, modsiges ved, at Lagunen indenfor Ringrevet ifølge Murrays Undersøgelser altid er dybest i Midten, hvor den burde være lavest, — over den sunkne Øs Top — hvis Darwins Teori var rigtig. Murray gør derimod opmærksom paa, at der rundt om i Stillehavet findes talrige undersøiske Banker og Toppe vistnok af vulkansk Oprindelse, som naar op til 100—150 Meter under Overfladen. Herpaa kan der ganske vist endnu ikke fæste sig Koraller, da Vanddybden er for stor til, at disse Dyr kan leve, men Toppen af de undersøiske Banker og Øer vil efterhaanden blive forhøjet ved Aflejring af de døde Skaller fra de i Vandet fritlevende utallige kalkafsondrende Organismer (særlig Foraminiferer), indtil den undersøiske Banke er kommet saa nær op til Overfladen, at Korallerne kan tage fat. Nu omdannes hurtig hele den undersøiske Bankes Overflade til en sammenhængende Koralkoloni, der bliver ved at vokse i Højden op mod Havets Overflade. Men efterhaanden som Bygningen føres tilvejrs af de travle Bygmestre, vil Livsforholdene for de i Koloniens Midterpartier værende Dyr blive ugunstigere, da de i Ydersiden værende Koraller har bemægtiget sig største Parten af Føden og Kalken i Vandet, inden det naar ind til Koralrevets Midterparti. Korallerne vil derfor dø ud og efterhaanden opløses i Midten, samtidig med at Ringen udvider sig udefter. Tid efter anden vil Brændingen løsbryde Stykker af Revets Yderside, hvilke Stykker vil synke til Bunds udenfor Revet og derved lægge Fundamentet for nye Udvidelser udad.

Nyere Undersøgelser viser dog, at begge Forskere, *Darwin* og *Murray* kan siges at have Ret i deres Anskuelser, da der i visse Egne dannes Koralrev paa den ene Maade i andre Egne paa den anden. Som saa ofte i Geologiens Historie viser det sig altsaa, at det ikke kan nytte at drage altfor omfattende Slutninger, men at det maa afgøres ved Detajlstudier af de enkelte Tilfælde, om Tingen er opstaaet paa den ene eller den anden Maade.

Koraller og Koralrev spiller ikke alene nu til Dags en meget stor Rolle som klippedannende Faktorer i tropiske Have, men har fra de ældste Tider i Jordens Historie haft meget stor Udbredelse, saa at Koralkalk er en af de hyppigst forekommende Stenarter i de marine Aflejringer fra de forskellige Jordperioder.

De revbyggende Koraller kan dog som omtalt kun trives, hvor Havvandets Temperatur ikke synker under 20 °, og hvor Dybden ikke stiger stort over 50 M. I koldere Vand og paa større Dybder aflejres andre Dannelser. Det fra Landet ved Bølgeslaget løsrevne eller gennem

Floderne i Havvandet udførte Ler og Slam vil kunne komme i Ro og aflejres noget ude fra Kysten paa dybere Vand som graat („blaat") Dybhavsler. Det indeholder en stor Mængde mere eller mindre velbevarede Rester af Organismer, særlig af Foraminiferer, hvoraf der i Fig. 127 hensættes nogle Afbildninger (se ogsaa Fig. 61 Side 91). Desuden kalkafsondrende Alger, Skaller og Brudstykker af Pighude m. m. Indblandet herimellem findes Rester af de forskellige kiselsyreafsondrende Organismer, saaledes af Radiolarier og Kiselsvampe (Fig. 63 Side 92) og Kiselskeletterne af Diatomeer.

Jo længere man kommer ud paa Dybet, desto mere aftager Mængden af de uorganiske Sedimenter, og tiltager Mængden af Resterne af

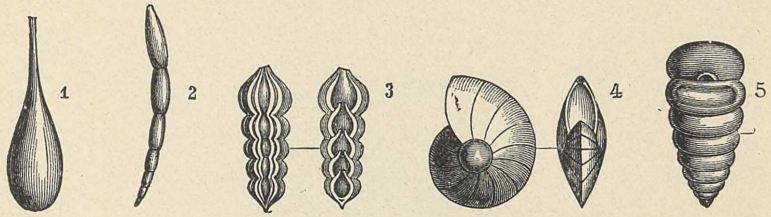


Fig. 127. Foraminiferer fra Dybhavsslam, stærkt forstørrede (efter Nathorst). 1) *Lagena*, 2) *Dentalina*, 3) *Nodosaria*, 4) *Cristellaria*, 5) *Textularia*.

Organismer, saa at der ved c. 900 Meters Dybde begynder at optræde det hvide Dybhavsslam, der dækker overordentlig store Strækninger af Havbunden ud til 4—5000 Meters Dybde. Det bestaar af Kalkskallerne af Foraminiferer, navnlig af Globigerina-Arter, desuden af Kokkoliter (Fig. 63 Side 92) og de forskellige tidligere nævnte kiselsyreafsondrende Organismer ofte i saa store Mængder, at $^1/_4$—$^1/_3$ af Slammet udgøres af Kiselsyre udskilt af Organismerne som Svampnaale o. s. v. Adskillige af disse Organismer kryber omkring eller er fasthæftede paa Havbunden, men de fleste er dog pelagiske Former, der tilbringer deres Liv frit svævende eller svømmende i Vandet og først efter deres Død synker til Bunds. Herved kan Skallerne let lide Overlast og knuses eller beskadiges, saa at de i Slammet kommer til at frembyde et noget andet Udseende end i levende Live. I Fig. 128 er der saaledes givet en Afbildning af en levende Globigerina (i stærkt forstørret Maalestok). De fine Kalknaale, som Dyret er forsynet med, er i Reglen afbrudte og opløste, medens Dyret i død Tilstand sank til Bunds, saa at kun de mere massive klodeformige indre Masser er blevet tilbage i Globigerinaslammet som vist i Fig. 61 Nr. 2 (Side 91). Lignende Forhold gælder for Kiselsvampenes Vedkommende, hvis overordentlig sirlige Skelet let henfalder i enkelte Naale efter Dyrets Død (Fig. 64 Side 92). Som jævn ustandselig Regn synker de døde Organis-

mers Kalkskaller langsomt ned gennem Havvandet og overdrysser Bunden med deres hvide Slam, men nye Generationer fortsætter Arbejdet

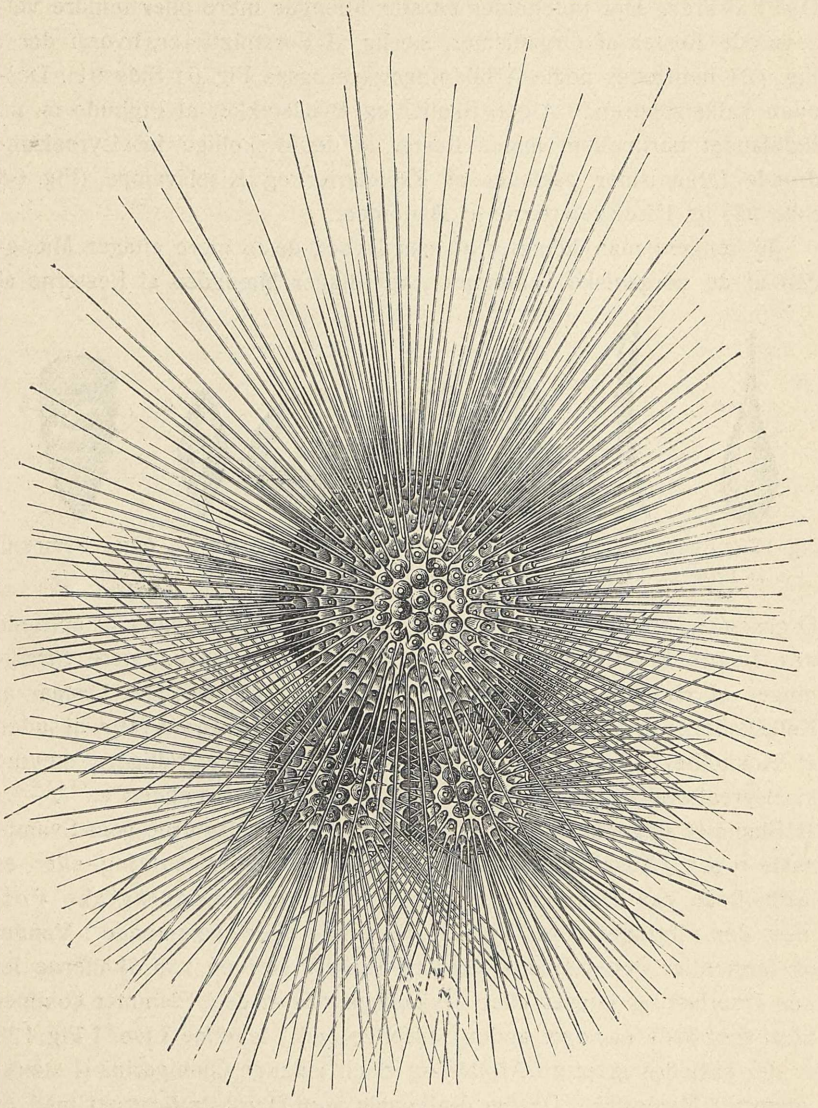


Fig. 128. Levende Globigerina. Meget stærkt forstørret (efter Wyville Thomson).

med at uddrage den kulsure Kalk af Havvandet. Paa Rejsen ned mod Dybet opløses en Del af det kalkholdige Materiale af Havvandets Kulsyre, og paa de allerstørste Havdybder — over 4000 M. — vil alle Kalkpartikler naa at blive opløste, inden de er kommet helt ned. Her findes

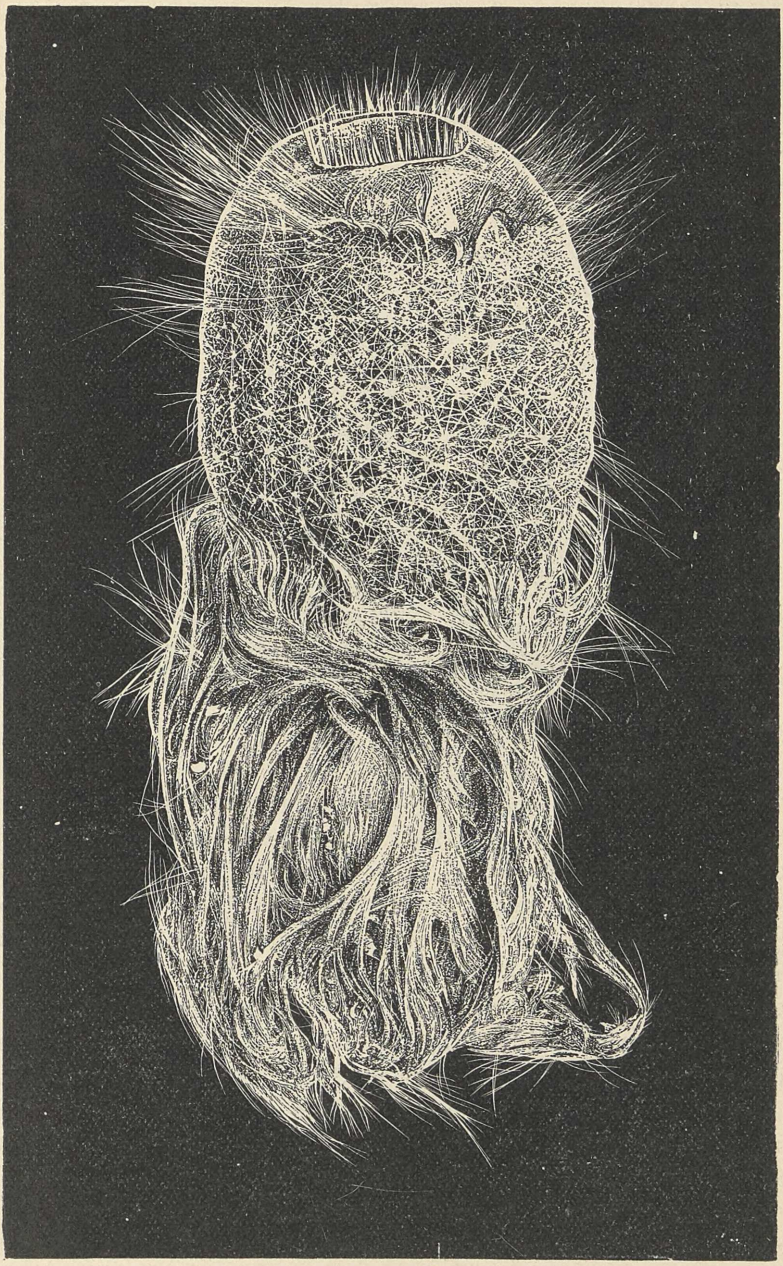


Fig. 129. Glassvamp. Naturlig Størrelse (efter Nathorst).

derfor en helt anden Aflejring: det røde Dybhavsslam. Det er i Hovedsagen af kaolinagtig Beskaffenhed blandet med betydelige Mængder af Jernilte og Manganilte tildels samlet i Konkretioner.

I Fig. 130 er gengivet et Fotografi af saadanne Mangankonkretioner fra Karahavet, hvor de ved *Nordenskiölds* Undersøgelsesrejse og ved den senere Dijmphna-Ekspedition fandtes i store Mængder. Sammen med det røde Dybhavsslam findes forskellige andre Stoffer, som har modstaaet Opløsningsprocessen. Saaledes træffes ofte i massevis Ørebenene af Hvaler, medens Dyrenes øvrige Skelet helt er opløst, Tænder af Hajer, Øresten af forskellige Fiskearter, Pimpsten og vulkansk Aske, nikkel- og koboltholdig Støv, sandsynligvis af meteorisk Oprindelse. Det røde Dybhavsslam er en Udludningsrest af alt,

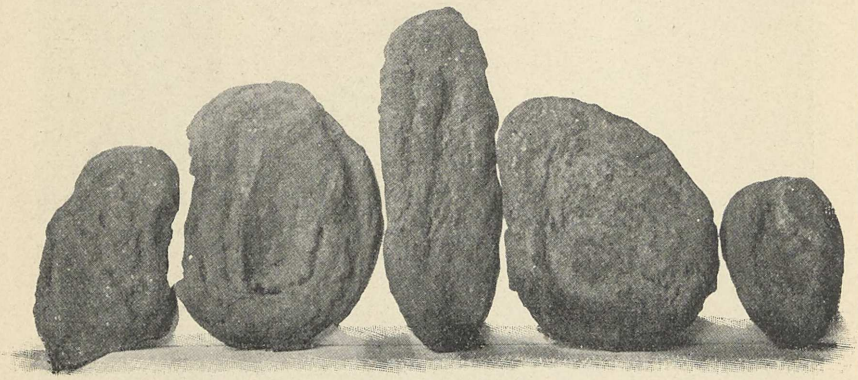


Fig. 130. Manganholdige Konkretioner fra Karahavet. 1/5 naturlig Størrelse (efter Fot. af Forf.).

hvad der gennem de mægtige Vandlag naar ned til Havbunden. Ved denne Udludning spiller utvivlsomt den af Søvandets Klorider frigjorte Saltsyre en vigtig Rolle, som *C. Ochsenius* har søgt at vise[14]). Under det store Tryk i Dybet omsætter den fri Kulsyre, Gibsen og Natriumkloridet i Havvandet sig til Calciumkarbonat (der forbruges af Organismerne), Natriumsulfat og fri Saltsyre. Saltsyren virker dekomponerende paa Feldspaten i det nedsynkende vulkanske Støv og danner Alkaliklorider og Kiselsyre (som delvis forbruges af de kiselafsondrende Organismer) samt efterlader Kaolin, der synker til Bunds. Manganiltet og Jerniltet stammer sikkert ogsaa fra Dekompositionen af det vulkanske Støv, om end man ikke er klar paa den nærmere kemiske Proces ved disse for det røde Dybhavsslam karakteristiske Bestanddele.

Dybhavsdannelserne har en overordentlig stor Udbredelse og dækker omtrent den halve Del af Jordens Overflade, og i ældre geologiske Dannelser findes mægtige Lag opstaaede paa lignende Maade, fx. Skrivekridt svarende til Globigerinadyndet. Dannelsen af det røde Dybhavsslam foregaar dog sikkert overordentlig langsomt, da man i de Bundprøver, der er ophentede med Skrabere fra de store Dybder, finder

Tænder af Hajer fra Tertiærtiden. Da Skraben kun kan være trængt faa Decimeter ned i Bundlaget, har der altsaa i de umaadelig lange Tidsrum, der er hengaaet siden den tertiære Tid, kun aflejret sig et meget ringe Lag af det røde Dybhavsslam. De andre Dannelser, hvori Organismerne indgaar i saa stor Mængde, foregaar derimod med langt større Hastighed. — Førend vi forlader Omtalen af Organismernes Virksomhed ved Dannelsen af Havaflejringer, kan det nævnes, at de ogsaa i visse Tilfælde paa hel anden Maade end ved direkte at bundfældes kan give Anledning til særlige Aflejringer. Langs vore Kyster findes saaledes i Reglen i Havstokken en Bræmme af Rullesten, som Bølgerne tumler omkring med og efterhaanden søndermaler under den fortsatte Rundslibning. Trods det stærke og stadige Slid paa de ophobede Rullesten vil man dog finde, at selv ved Kyster, hvor der ikke finder Nedbrydning af Klinterne Sted, vil Mængden af Rullestenene i Havstokken fra Aar til andet ikke formindskes. Der maa altsaa nødvendigvis ske en Tilførsel af Materiale udefra til Erstatning af de i massevis søndermalede Sten. Under danske Forhold udføres dette ved Blæretangens mærkelige stentransporterende Ævne. Paa dybere Vand noget ude fra Kysten fæster Tangen sig paa Havbundens Rullesten og vokser op til anselige Tangbuske. Bølgeslaget og Strømmen løfter og river i Tangbusken, der derved rokker Stenen løs. Det vel afbalancerede undersøiske Fartøj, hvor den store Tangbusk med fyldte Luftblærer bærer Stenen oppe, kommer nu paa Svøm og kan foretage lange Rejser, men før eller senere havner Stenen og Tangbusken dog i Havstokken, hvor Tangen hurtig raadner løs, og



Fig. 131. Sten med paasiddende Blæretang. Gilleleje. $^1/_5$ naturlig Størrelse (efter Fot. af Forf.).

Stenen tumles rundt, til den er opslidt. Denne Stentransport fra dybere Vand til Havstokken er paa sine Steder meget stor. Efter en Efteraarsstorm i 1905 fandt jeg, at paa Strækningen fra Gilbjerg-Hoved til Gilleleje var omtrent 10 % af Stenene i Havstokken fasthæftede til Blæretang, saa at de for ganske faa Dage siden maa have været lejrede paa dybere Vand. De fleste af disse tangløftede Sten er vel af en knyttet Haands Størrelse, men der fandtes dog ogsaa Sten paa 7—8 Kilo fasthæftede til vældige Tangbuske. Den i Fig. 131 gengivne tangløftede Sten vejer 3,5 Kilo.

Foruden Sten transporteres paa lignende Maade mangfoldige Muslingeskaller, Sneglehuse og lignende ind til Land ved Blæretangens svømmende Pontoner. En tilsvarende Stentransport kan ske ved Drivtømmer. Under Træernes Vækst klemmes der ofte Sten ind mellem Trærødderne. Naar Træerne derefter falder ud i Floderne og driver ud i Havet, kan Stenene føres vidt omkring. Paa en Atoll i Keelingøgruppen i Sydhavet, hvor der ikke findes andet end Kalk og Sødyrskaller, fandt Kaptejn *Ross* til sin store Forbavselse en Rullesten af Grønsten „større end en Mands Hoved", som efter *Darwin's* Beretning maa være transporteret dertil indeklemt i Rodnettet hos et Stykke Drivtømmer. Samme Forsker gør opmærksom paa en Beretning fra *Chamisso*, som ledsagede *Kotzebue* paa hans Rejse i Sydhavet i Begyndelsen af forrige Aarhundrede. Heri fortælles, hvorledes der hos Beboerne af Radackøerne, en Gruppe af Ringrev midt ude i det stille Hav, fra gammel Tid findes en Lov om, at alle Sten der findes i de opdrivende Træers Rødder, tilhørte Øernes Høvding. Disse Sten af Grønsten og Granit dannede for Øernes Indbyggere et værdifuldt haardt Materiale til Fabrikation af Ægværktøj. Øernes egen Jordbund bød kun paa Koralkalk, Muslingeskaller og Fisketænder.

I Indsøer vil omtrentlig de samme Processer, som finder Sted i Havet, gøre sig gældende i formindsket Maalestok, men de kalk- og kiselafsondrende Organismer er andre Arter, og der vil i Reglen i Bundlagene, som samler sig i Indsøer, være langt mere organisk Stof — kulstofholdige Bestanddele — end i de marine Aflejringer. Mange Steder i Indsøer og Ferskvandsdamme vil derfor ikke aflejres Kalk- og Kisellag i hvert Fald kun i de første Stadier af Søens Tilværelse, men Plantelevninger vil opfylde Søen, dels ved at der fra Bredderne eller gennem Floderne føres Træer, Blade og andre Plantedele ud i Søen, dels ved Plantevæksten i selve Søen, der bringer den til at gro til. Saalænge Søen staar som en aaben Vandbeholder, vil dog det meste af det organiske Stof, der kommer ud i Søen, raadne bort, men naar Vandfladen er blevet dækket med et flydende Vegetationsdække, udelukkes

Ilten fra de underliggende Vandlag, og der bliver derved skabt Betingelser for, at Tørvedannelsen kan foregaa. Fra Hængesækkens Underflade synker der stadig humificeret Stof til Bunds i Søen, samtidig med at der ved den levende Plantevækst paa Hængesækkens Overflade dannes nyt Stof. Efterhaanden højnes Bunden, saa at den naar op til Overdækket, og Søen er nu helt omdannet til en tørvefyldt Mose. Der vil senere under Danmarks Geologi blive Lejlighed til at omtale de forskellige Moseformer, der kendes herhjemme.

Tørvedannelse finder væsentlig Sted under tempererede Klimatforhold, da Plantelivet under koldere Himmelstrøg er meget tilbagetrængt. Dog kendes der Tørvelag baade fra Grønland, Island og det nordlige Norge, men Plantelevningerne er kun omdannet i meget ringe Grad, og Aflejringen foregaar meget langsomt. Under hede Himmelstrøg vil de organiske Stoffer i Reglen hurtig raadne bort uden at efterlade synderlig Spor, dog dannes der mægtige tørveagtige Lag i de store Græs- og Rørsumpe om „den hvide Nil“ og i visse Egne om Zambesefloden i Afrika, hvor Vegetationsfylden er overvældende stærk, og Egnene til Tider sættes under Vand ved Flodernes Oversvømmelser. Ligeledes ogsaa forskellige Steder i den sydlige Del af de forenede Stater, saaledes i det store Sumpomraade The Everglades i Florida og den tidligere saa berygtede Dismal-Swamp i Nordkarolina og Virginia. Den dannede fordum en utilgængelig Sump paa over 2500 Kvadratkilometer, bedækket dels med Rør og andre Sumpplanter, dels med Skov af Sumpcypresser og Cedertræer. Den ene Generation af Sumpplanter og Træer var her gennem lange Tidsrum sunket ned i Dyndet og blevet dækket af den næste, saa at der i Tidens Løb var opstaaet en mægtig Ophobning af organiske Stoffer, der under det varme Klima udviklede Sumpgas og Kulsyre i store Mængder. Nu er denne Sumpstrækning for største Delen blevet udgrøftet, og den kvælstofrige humusholdige Jordbund taget i Agerbrugets Tjeneste.

Naar en Tørvemasse ved Oversvømmelse, Sandflugt, Jordskred eller paa anden Maade bliver overdækket med Jordlag, bliver den stærkt sammentrykket og mister største Delen af sit Vandindhold, og der er derved tillige skabt Betingelser for, at det tørveagtige organiske Stof i Tidens Løb kan undergaa mere dybtgaaende kemiske Omdannelser og blive til Kullag. Saadanne Lag kan ogsaa opstaa, naar en Skov ved Oversvømmelse nedsænkes under Vand og dækkes med Jordlag. Mange Stenkullag maa være opstaaet paa denne Maade, da man jævnlig i Stenkulformationens Lag finder Stubbe, der har deres Rødder fæstet i de under Kullagene værende Sand- og Lerlag, som en Gang udgjorde Skovbunden og nu er overlejret af det af de væltede Træstammer og

den øvrige Vegetation dannede Kullag. I Fig. 132 ses en Afbildning efter et Fotografi af en saadan Stub paa Roden af en af Stenkulformationens almindelige Skovtræer Stigmaria ficoides fra den engelske Stenkulformation ved Clayton i Yorkshire. Som det vil ses af det ved Siden af Stubben værende Værktøj, har Træet været af anselig Størrelse. Det har været over 4 M. i Omkreds, og man kunde forfølge det gaffelformigt forgrenede Rodnet bort fra Stammen i en Afstand af over 12 M.

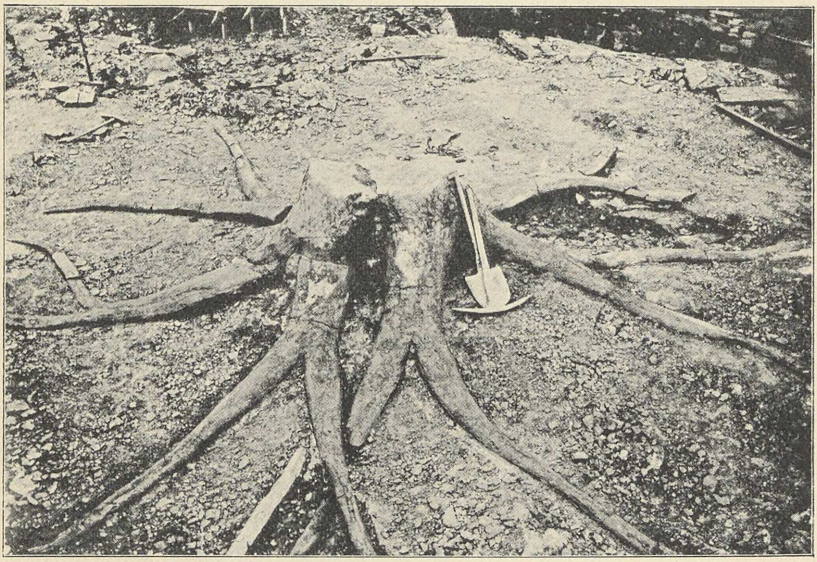


Fig. 132. Stub af Stigmaria ficoides fra Kulformationen. Clayton, Yorkshire (efter Fot.).

De overliggende Lag er bortgravede. Efter fornøden Præparation med Salpetersyre og Kaliumklorat kan man ofte under Mikroskopet i Tyndsnit af Kullagene genkende de enkelte Plantedele, hvoraf Kullet er opstaaet, saa at Celler, Kar og lignende Detailler i Plantevævet kan iagttages ret tydeligt. Største Delen af Kullagene bestaar dog af amorfe lagdelte Kulmasser, der er saa stærkt omdannede, at de kun viser usikre eller slet intet Spor af organiseret Struktur. Kullag menes ogsaa at kunne opstaa, naar Drivtømmer medført af Floder kan samle sig i større Masser og synke tilbunds i vanddrukken Tilstand i Indsøer eller i Havet.

Ogsaa af Havplanter kan der opstaa Kullag — Tangkul —, naar disse Planter faar Lejlighed til at samle sig i større Masser. I devoniske Lag ved Eifel i Tyskland haves saaledes flere mindre Kullag dannede af Alger, særlig *Haliserites Dechenianus*. I Almindelighed vil Tangplanterne dog ikke give egentlige Kullag, men vil ofte efterlade Spor af

deres Tilstedeværelse ved en bituminøs Imprægnation af de Lag, hvori de var aflejret, fx. Alunskifer. Den i den nyeste Tid saa meget omtalte Gas fra Vendsyssel viser sig, som det var at vente, kun at være opstaaet ved Omdannelse af Tangindlejringer i Istidslagene. — *F. Johnstrup* har forlængst eftervist, at der virkelig forekommer saadanne Aflejringer i disse Lag.

Selve den kemiske Forandring, der foregaar med det organiske Stof ved Omdannelsen fra Træstof til Kul, kan man gengive ved følgende Formler, som dog er rent empiriske Formler, der ikke gengiver andet end den kvantitative Sammensætning. Ser man bort fra Kvælstof- og Askeindholdet i Træ, har det en Sammensætning, der svarer til $C_6H_9O_4$. Naar det nedsænkes under Vand, omdannes det til en tørveagtig Masse, samtidig med at der udvikles CH_4 Methan, CO_2 Kulsyre og afgives H_2O Vand. Naar denne Proces i Tidens Løb yderligere fortsættes, kan man tænke sig, at der efterhaanden opstaar enten Brunkul, Stenkul (bituminøse Kul) eller til Slut Antracit. Omdannelsen svarer til følgende Skema *(Salisbury & Chamberlin)*:

$$\text{Træ} = C_{36}H_{54}O_{24} = 6(C_6H_9O_4)$$
$$\div \begin{cases} 8CO_2 \\ 4CH_4 \\ 6H_2O \end{cases} \text{ tilovers bliver } C_{24}H_{26}O_2 = \text{Brunkul.}$$

$$\text{Træ} = C_{36}H_{54}O_{24}$$
$$\div \begin{cases} 6CO_2 \\ 4CH_4 \\ 10H_2O \end{cases} \text{ tilovers bliver } C_{26}H_{18}O_2 = \text{Stenkul.}$$

$$\text{Træ} = C_{36}H_{54}O_{24}$$
$$\div \begin{cases} 6CO_2 \\ 6CH_4 \\ 11H_2O \end{cases} \text{ tilovers bliver } C_{24}H_8O = \text{Antracit.}$$

Forskellige Organismer baade af Dyre- og Planteriget spiller en meget betydelig Rolle med Hensyn til Dannelsen og Omdannelsen af de allerøverste Jordlag, der er Genstand for Jorddyrkningen. Dette Spørgsmaal vil blive udførlig behandlet i Jordbundslæren, der omhandler de recente Jordlag.

Menneskene udøver i stedse stigende Grad ved deres Virksomhed en meget betydelig Indflydelse paa Aflejringen og Omdannelsen af Jordlagene, dels gennem Agerbruget og dels ved de forskellige Ingeniørforetagender. Borthugning af Skovene har mange Steder udøvet betydelige Forandringer med Hensyn til Forholdet mellem den Vandmængde, der tilbageholdes i Jordbunden, og den, der løber af uden at komme Vegetationen til gode. Nu søger man at bøde herpaa ved Nyplantninger af Skov og ved Fredningsbestemmelser om de Rester, der findes be-

varet. Hvorvidt Bevaring og kunstig Opelskning af Skov direkte kan forøge Nedbøren er et noget omtvistet Spørgsmaal.

Derimod er det meget sandsynligt, at den stigende Tilførsel af Kulsyre til Jordens Atmosfære ved Industriens uhyre Stenkulforbrug vil faa direkte gavnlig Indflydelse baade paa Plantelivet og paa de klimatiske Forhold. I et senere Afsnit vil der blive Lejlighed til at berøre de Undersøgelser, der i den nyeste Tid er anstillet til Belysning af disse vigtige og interessante Forhold.

Historisk Geologi.

Formationslæren eller den historiske Geologi omhandler Jordklodens Historie lige fra dens første Dage, da den begyndte som planetarisk Enkeltvæsen helt op til vor Tid. Denne Udvikling har sikkert nok foregaaet gennem meget lange Tidsrum — i Almindelighed antages over 100 Millioner Aar — men den første Begyndelse er skjult for os, saa at man først et Stykke ind i dette Tidsrum kan opstille en nogenlunde paalidelig geologisk Tidsregning.

Ved Opstillingen af en saadan Tidsregning er der to Grundsætninger med Hensyn til Betragtningen af Lagene, som maa fremhæves. Den ene er, at man i en Række af naturligt aflejrede Lag altid maa forudsætte, at Lagenes Rækkefølge ovenfra nedad angiver deres relative Alder, saaledes at det underste Lag er det ældste, det øverste det yngste. Den anden Grundsætning er, at Naturkræfterne har virket paa samme Maade i tidligere Tid som nu, saa at Lagenes Aflejringsmaade samt Livsbetingelserne for Dyre- og Plantearterne tidligere var de samme som nu. Dette udelukker dog ikke, at fx. Stillingen af Lagene i Tidens Løb kan blive forandret ved Forskydninger eller Foldninger af Jordskorpen, saa at der kan være foregaaet lokale Forandringer med, ja endogsaa vendt helt op og ned paa en Lagfølge. Ikke heller udelukkes det, at Dyr og Planter gennem Tiderne til en vis Grad kan have tilpasset sig til noget ændrede Naturbetingelser, saaledes at Grænserne for deres geografiske Udbredelse derved bliver forflyttet noget mod Nord eller Syd.

Som tidligere omtalt, blev man efterhaanden væsentlig ved *Lyell's* Undersøgelse klar paa, at Jordlagene var opstaaet gennem en jævn og rolig Udviklingsgang, samtidig med at den organiske Verden havde undergaaet en jævnt fremadskridende Udvikling i det store og hele efter den af *Darwin* udviklede Lære. Lige saa lidt som det i Folkeslagenes Historie i Reglen er muligt med Bestemthed at fastslaa et Tidspunkt,

naar en vis Kulturperiode (fx. „Middelalderen") endte, og en ny begyndte, lige saa lidt er det i Jordens Historie muligt at trække ganske nøje Grænser mellem de geologiske Tidsrum, men det har dog i Geologien ligesom i Historieskrivningen vist sig praktisk for at vinde Overskuelighed at foretage Inddelinger i forskellige karakteristiske Tidsrum.

Jordens Liv bliver derfor inddelt i forskellige Perioder — Tider (Æoner) — i hvilke der dannedes visse Grupper af Sten- og Jordlag, som af *Werner* fik Navnet Formationer. De brugte Inddelinger var oprindelig meget snævert begrænset, væsentlig fremgaaet ved Studiet af Sachsen's og omliggende Landsdeles Jordbund, men efterhaanden som Studiet er skredet videre frem, har Inddelingerne faaet en Udvidelse, der ganske har sprængt de gamle Grænser, om end Inddelingsprincipperne endnu i det væsentlige og i de groveste Træk er de samme, som blev fastslaaet af Werner i Sachsen og hans Samtidige i andre Lande. Da Werner og andre for noget over et Aarhundrede siden for Alvor begyndte at beskæftige sig med Studiet af de geologiske Forhold, blev man klar paa, at der var en vis Orden og Rækkefølge i Stenlagene, saaledes at hvis man et eller andet Sted havde en Lagserie, bestaaende fx. underst af Sandsten, derover af Skifer og atter derover af Kalksten, vilde Lagenes indbyrdes Orden et andet Sted være den samme. Man ledtes derved til at inddele Lagene i Formationer, som omfattede en vis bestemt Lagserie. Werners første Inddeling var i Formationerne: 1) Urbjerge, 2) Overgangsbjerge, 3) Fløtsbjerge, hvortil senere kom 4) opskyllet Land. Man saa snart, at der til disse bestemte Formationer svarede visse bestemte Forsteninger, saa at der i „Overgangsbjergene" fandtes visse Former af Dyr og Planter, i „Fløtsbjergene" derimod ganske andre karakteristiske Forsteninger. Ved at udstrække Undersøgelserne over større Landomraader blev man efterhaanden klar paa, at det egentlig slet ikke var Stenarternes Beskaffenhed, det kom an paa, men at der i Forsteningerne var et fortrinligt Middel til en Inddeling. Stenarternes Beskaffenhed, som altsaa oprindelig har givet Anledning til Opstillingen af de forskellige Formationer, er derved sunket ned til en lokal Betydning, da der paa et Sted kan aflejres fx. Kalksten samtidig med, at der paa et andet Sted dannes fx. Skifer, medens den Orden, hvori Forsteningerne forekommer i Lagene, er den samme hele Jordkloden over. Dog er ikke alle Forsteninger lige godt egnet til at være Ledestjerner med Hensyn til Formationsinddelingen, men man har for hver enkelt Formation og for de enkelte Inddelinger indenfor Formationerne udvalgt typiske Former som Ledeforsteninger. Det kan være Dyr eller Planter af meget forskellig Beskaffenhed, for de fleste Lag er det dog hyppigst et eller

andet Skaldyr oftest et Havdyr af let genkendelig Form med almindelig Udbredelse i paagældende Lag. Det er dog langtfra i alle Lag muligt at finde karakteristiske Forsteninger; ikke alene er i saa Henseende selvfølgelig alle eruptive Stenarter forsteningsfri, men i mange andre Lag er der saa faa og saa slet bevarede Forsteninger, at disse ikke kan benyttes til Bestemmelsen af Lagets Alder. I saa Fald maa man søge at bestemme de over- og underliggende Lags Alder, hvis de er tilgængelige for Iagttageren. Men der kan herved opstaa meget vanskelige Spørgsmaal, naar det er forsteningsfrie Lag, det drejer sig om. Der kan i saa Henseende anføres et Eksempel fra Geologiens Historie her i Norden. Mange Steder i Norge og Sverig og ligeledes paa Bornholm hviler Istidslag umiddelbart ovenpaa Grundfjeldet. Begge er ganske forsteningsfri, Istidslagene er Morænedannelser, og Grundfjeldet er eruptive eller metamorfiske Dannelser. Da Morænen er lejret ovenpaa Grundfjeldet og indeholder Stykker af Grundfjeldet, og dette tillige er forsynet med Skurstriber, der øjensynligt er blevet indridset, den Gang Morænen blev aflejret, tør vi altsaa med Sikkerhed slutte, at Morænen er yngre end Grundfjeldet, men derudover ved vi foreløbig intet. Dog maa man nærmest drage den Slutning, at Istiden, hvori Morænen aflejredes, fulgte umiddelbart efter Urtiden, hvori Grundfjeldet dannedes. Den Videnskabsmand, der for snart hundrede Aar siden først blev klar paa, at de løse Jordlag ovenpaa Grundfjeldet i Norge var en Istidsdannelse, en Moræne, var den danske Naturforsker *Jens Esmark* (1763—1839). Hans udmærkede Iagttagelsesevne bragte ham omtrent et halvt Aarhundrede før alle andre til at indse, at de løse Jordlag var Moræne dannet i en Istid, men hans begrænsede Kendskab til Morænens Udbredelse i Naturen ledte ham til den Slutning, at denne Istid var kommet umiddelbart efter Urtiden, hvori Grundfjeldet var dannet. Han saa Morænen hvile direkte ovenpaa Grundfjeldet visse Steder i Norge, medens der andre Steder fandtes en hel Række kambriske og siluriske Dannelser ovenpaa Grundfjeldet. Esmark blev herved forledt til at antage, at Morænen maatte være det underste Lag, ældre end baade Kambrium og Silur. Først mange Aar senere saa andre Geologer, at der paa andre Steder ogsaa laa Moræne ovenpaa de kambriske, siluriske og endnu yngre Dannelser, og at der i Morænen fandtes løse Blokke af alle disse yngre Dannelser, hvorved man blev klar paa Morænens Plads i Formationsrækken og Istidens Plads i Systemet.

Ved Undersøgelser af en utallig Mængde forskellige Videnskabsmænd rundt om i hele Verden er man efterhaanden kommet til en omfattende Inddeling. Hovedtrækkene heraf har ganske vist været fastslaaet omtrent siden Werner's Dage, men Inddelingen modtager dog stadig nye

Udvidelser, ved at der ved Studier i Naturen opdages nye Lag, eller ved at man ved Fund af flere eller bedre bevarede Forsteninger bliver i Stand til at dele de enkelte Afdelinger i mere velbegrænsede Underafdelinger end tidligere. I Løbet af den sidste Snes Aar er der saaledes mellem Urtiden og den palæozoiske Tid væsentlig ved amerikanske, skandinaviske og finske Geologers Arbejder blevet indskudt et Tidsafsnit, den proterozoiske Tid, som omfatter uhyre lange Tidsrum, da der heri er aflejret Dannelser af over 20,000 Meters Mægtighed.

I Danmarks Geologi er der foregaaet en lignende Forskydning, om end i langt mindre Maalestok. Saaledes er det saakaldte „Yngre Grønsand" flyttet over fra den mesozoiske Formation til den kænozoiske, og der er til de tidligere kendte Aflejringer af „Yngre Grønsand" føjet en ny opdaget Afdeling „den graa Mergel" eller Kertemindeleret, der ganske vist er dækket af andre Dannelser, men ved Boringer har vist sig at have en ret anselig Udbredelse over Sjælland og Fyn samt en Mægtighed af henimod 100 Meter. For 20 Aar siden havde man ingen Anelse om, at der eksisterede en saadan Dannelse i Danmark.

Den almindelig antagne Tidsinddeling, i hvilken der er aflejret Lag, der inddeles i Formationer med Navne svarende til Tiderne, er følgende:

Kænozoisk	**Tid**	Kvartær-Perioden Tertiær- —
Mesozoisk	—	Kridt- — Jura- — Trias- —
Palæozoisk	—	Perm- — Stenkul- — Devon- — Silur- — Kambrium- —
Proterozoisk	—	eller Algonkium-Perioden
Arkæisk	—	eller Urtiden.

De til disse Perioder svarende Formationer kan atter deles i en stor Mængde forskellige Underafdelinger. Disse repræsenterer dels virkelig Forskel i Aflejringstiderne dels *Facies*-Forskel. I samme Tidsrum dannes der nemlig Aflejringer paa Landjorden, i de ferske Vande og i Havet, saa at man kan tale om Lag med terrestrisk Facies, Ferskvands-Facies, marin Facies o. s. v. Betegnelsen for Hovedafdelingerne er afledet af det Græske, medens Betegnelserne for Underafdelingerne

er af meget broget og uensartet Oprindelse og ganske uden System, men de bibeholdes dog, da de dels frembyder lette Holdepunkter for Erindringen, dels har Historiens Ret, da de er fremkommet, efterhaanden som man opdagede de første Træk af disse Formationer i forskellige Lande. Der vil senere hen under de enkelte Formationer blive gjort Rede for Navnenes Oprindelse.

Arkæiske Dannelser.

Overalt, hvor man kan naa ned under de andre Dannelser, træffer man Grundfjeld, bestaaende af krystallinske Stenarter, der dels er Dyberuptiver som Granit, Syenit o. l., dels Stenarter af samme mineralogiske Beskaffenhed, men med ændret Struktur saasom Gneis, Glimmerskifer og Hornblendeskifer m. fl., der maa antages at være fremkommet væsentlig paa samme Maade som Graniten, men senere ved Tryk og Omdannelse er blevet skifret. Mange Steder træder disse gamle Stenarter ogsaa frit frem i Dagen uden at være overdækket af yngre Dannelser. Da man aldrig i dem har fundet nogetsomhelst Spor af Organismer, kalder man det Tidsrum, hvori de er dannet, for den *arkæiske* — oprindelige — eller *azoiske* — livløse — Tid eller Urtiden. Man er aldrig ved Boringer eller paa anden Maade naaet ned under Lagene fra denne Formation, men de maa være af en meget betydelig Mægtighed og dannet i et tilsvarende overordentlig langt Tidsrum, da man kender forskellige Lag herfra, der tilsammentagne har en Mægtighed af over 30000 M. De maa antages at være Jordens første stivnede Skorpe, men har dog næppe noget Steds udgjort de egentlige Overfladedannelser, da de som omtalt bestaar af Dyberuptiver eller Lag, der staar disse Stenarter nær. De første egentlige Overfladedannelser maa forlængst være forsvundet og omdannet ved Forvitring og Erosion, man kender i hvert Fald intet sikkert Spor af dem; Sandsynligheden taler for, at det har været Bjergarter, Lavaer af forskellig Art. Derimod kendes Porfyrer fra dette Tidspunkts senere Afsnit.

De arkæiske Dannelser har, uden at være dækket af senere Stenlag men i det højeste kun af Istidens eller nyere Tiders løse Jordlag, en uhyre stor Udbredelse navnlig i et Bælte paa den nordlige Halvkugle, gennem Finland, Skandinavien, Grønland, Canada og de tilgrænsende Dele af de forenede Stater om de store Søer. Desuden i Sydamerika, særlig i Brasilien. Yderligere i England, Frankrig, Spanien, Bayern. I Indien indtages store Strækninger af Bundelkund-Gneis, der henregnes til arkæisk Formation, ligeledes Gneislagene i Nordkina, Australien (20000 eng. Kvadratmile), Tasmanien og New-Zealand. Man kan

skælne mellem to forskellige Grupper af Aflejringer fra den arkæiske Tid, som man har sammenfattet under Navnene: Urgneisformationen og Glimmerskiferformationen.

Urgneisformationen.

De dybeste kendte Lag paa Jorden udgøres af Gneis og Granit, der i stærkt foldet Tilstand danner Underlaget for alle andre Dannelser, hvorsomhelst man er kommet igennem dem, eller hvor Erosionen og Forskydninger i Lagstillingen har blottet det underliggende. Denne Samling af Lag har man givet Navnet Urgneisformationen eller den laurentiske Formation*). Heri findes Gneis og Granit i Vekselleiring i talløse Lag, af hvilke de enkelte Lag ofte kun har ringe Tykkelse — undertiden kun faa Decimeter — men som tilsammentagne danner Lagserier, der kan have Mægtigheder paa mange tusinde Meter. Sammen med disse Lag forekommer mere hornblendeholdige og glimmerholdige Lag paa Overgang til Hornblendeskifer og Glimmerskifer, desuden Lag af krystallinsk Kalksten (Urkalk) og Kvartsiter. I Bayern har man maalt Urgneisformationens Lag med tilsammentagne Mægtigheder paa 30000 M., i Canada paa 10000 M. Lagene er i Reglen stærkt foldede og viser *Discordans***) i Forhold til de ovenover lejrede Lag. Ikke alene den store Mægtighed af Urgneisformationens Lag tyder paa, at der maa være hengaaet overordentlig lang Tid under disse Lags Dannelse, men den stærke Foldning og den discordante Aflejring viser, at der efter Urgneisformationens Dannelse yderligere maa være hengaaet lange Tidsrum, inden Glimmerskiferformationen blev aflejret ovenpaa Urgneisen, i hvilket Tidsrum Urgneisens Lag blev foldet og mange Steder underkastet en stærk Denudation og dybt nedskærende Erosion. Da disse geologiske Virkninger, i hvilke Forvitring og Vejrsmuldring altid maa antages at deltage, kun kan finde Sted paa Landjorden, maa der altsaa have været tørt Land i Urgneistiden. Da Forvitring kræver en kulsyreholdig og tildels ogsaa en iltholdig Atmosfære, der kan dekomponere Alkalisilikaterne og ilte Ferrosilikaterne (i Feldspat og Hornblende), og Denudation og Erosion tillige kræver Tilstedeværelsen af rindende Vand paa Jordoverfladen, tør man altsaa med temmelig stor Sikkerhed antage, at der i det mindste ved Urgneistidens Slutning har været en Kulsyre- og Iltholdig Atmosfære rundt om Jorden,

*) Benævntes saaledes efter *St. Lawrence* Søen af den canadiske Geolog *W. E. Logan.*

**) Naar alle Lag i en Laggruppe er parallelt aflejret, siges de at være *concordante*, naar nogle Lag afviger i Lagstilling fra andre Lag, siges de at *discordante.*

og at der fra Atmosfæren har fundet Nedbør Sted i Form af Regnskyl. Regnvandet har flydt hen over Jordoverfladen og virket denuderende og eroderende ligesom nutildags og har opløst de tilstedeværende Salte. Der har altsaa sandsynligvis allerede i Urgneistiden været Floder, Ferskvandssøer og endogsaa Havvand ligesom nu. Hermed stemmer det ganske, at nyere Undersøgelser viser i Modsætning til tidligere Tiders Anskuelser, at den stivnede Jordskorpe kun behøvede at være forholdsvis tynd, for at man ikke mere i væsentlig Grad skulde kunne mærke den indre Jordvarme paa Overfladen. Ved en Tykkelse af omkring 100 Meter vilde Temperaturen paa Jordens Overflade væsentlig kun være afhængig af Solvarmen. Lord *Kelvin* har beregnet, at det ikke vilde tage mere end knap tusinde Aar, inden Jordskorpens ydre Temperatur ved Udstraaling sank fra Glødhede til 100°, saa at man maa indrømme Rigtigheden af *Svante Arrhenius*' [15]) mærkelige Angivelse om, at: „Vi kunna säga, att endast några få årtusenden förgingo mellan bildningen af den första jordskorpan och uppnåendet af en temperatur tjänlig för lifvets uppehållande.“ Jorden har altsaa sandsynligvis allerede paa et tidligt Tidspunkt, endnu i Urgneistiden, været beboelig for levende Væsener, og Urgneistiden har, som omtalt, været af overordentlig lang Varighed, saa at der har været Tid nok til betydelige Udviklinger af det organiske Liv*). Man kender dog fra denne Periode intet til virkelige sedimentære Lag, som er de eneste, hvori man kan vente at finde Forsteninger. Man har formodet, at de ret anselige Lag af Urkalk — krystallinsk Kalksten — fra Urgneistiden oprindelig havde været sedimentær Kalksten, der i Tidens Løb var metamorfoseret til krystallinsk Kalk. Baade i Europa og Nordamerika har man i Urkalken fundet hovedstore serpentinholdige Udskillelser af en ejendommelig tilsyneladende kamret Bygning. Man troede en Tidlang, at det var de stærkt omdannede Rester af et Dyr, der fik Navnet *Eozoon canadense*, og betragtede det nærmest som en kæmpemæssig Foraminifer. Tydningen vakte i sin Tid overordentlig stor Opsigt, da man mente heri at have de første Spor af Liv paa Jordens Overflade, men Eozoon er atter for smædelig blevet udslettet af Dyreriget, da senere omhyggelige Undersøgelser har skaffet Sandsynlighed tilveje for, at det er en ren uorganisk Dannelse. Ligesaalidt tør man antage, at Forekomsten af selve Urkalklagene eller af de ikke sjældent sammen med Gneisen forekommende Grafitlag eller af de bituminøse Imprægnationer, som ogsaa kan findes i Lag fra Urgneistiden, med nogensomhelst Sikkerhed tør antages

*) Lagene fra Urgneistiden er, som omtalt, i Bayern 30000 Meter mægtige og har sikkert krævet Aarmillioner til deres Aflejring, efterat den første Skorpe paa Jordoverfladen var dannet.

som Bevis for Organismers Tilstedeværelse. Calciumkarbonat kan ad ren uorganisk Vej udkrystallisere af en Opløsning, og Kulstof og Kulbrinter (Grafit og Bitumen) kan, som *D. I. Mendelejeff* og tillige *H. Moissan*[16]) har vist, opstaa af Metalkarbider ved Paavirkning af Vand eller Vanddamp.

Glimmerskiferformationen.

Ovenpaa Urgneisen findes der lejret mægtige Lag af krystallinsk Skifer, der i Hovedsagen er Glimmerskifer, afvekslende med feldspatholdige Lag — Gneisglimmerskifer — der undertiden helt gaar over til Gneis. Ligeledes findes hyppig Granater, Grafit, Hornblende m. m., saa at Stenarten gaar over til Granatgneis, Grafitgneis, Hornblendegneis, Hornblendeskifer og Kloritskifer. Kvartsit og Kvartsitskifer findes ogsaa. Saaledes i Brasilien den tidligere omtalte, bøjelige, sandstenlignende Itacolumit, der indeholder Diamanterne. Glimmerskiferne kan ogsaa indeholde Calcium- og Magniumkarbonat undertiden i saa store Mængder, at de gaar over til virkelige Lag af Kalksten og Dolomit. Som Tegn paa, at der har fundet Forvitring og Erosion Sted i Glimmerskifertiden, findes der Konglomeratlag, der indeholder runde Klumper af Gneis, Kvartsit, Kalksten m. m. utvivlsomt oprindelig Rullesten af almindelig Form, men nu i stærkt udvalset og omdannet Tilstand. Disse Lag menes oprindelig at have været Rullesten i en Havstok, maaske undertiden i et Flodleje. Senere er de blevet sammenkittet og underkastet voldsomme Tryk under Foldningsprocessen og kemiske Indvirkninger, saa at de oprindelige Rullesten danner „Øjer“ og „Linser“ i den mellemliggende krystallinske Skifer, der er opstaaet af det finere Materiale mellem Rullestenene i Havstokken eller Flodlejet. Der findes ogsaa i denne Formation stærkt omdannede krystallinske Graavakkeskifere, der maa tydes som de finere Sedimenter, oprindelig aflejret paa større Vanddybder end Rullestenene. Disse Aflejringer — Graavakkeskiferne —, som har bestaaet af Ler og ganske fint Kvartssand, er senere blevet underkastet en lignende Metamorfose som den, Konglomeraterne har undergaaet.

Man kan derimod ikke fremføre sikre Beviser paa, at noget af den arkæiske Formations nu krystallinske Stenarter oprindelig har været Moræner fra Isbræer, skønt det er ret sandsynligt, at der har dannet sig Gletschere paa de i den arkæiske Tid opstaaede Bjergtoppe.

Der er nemlig mange Vidnesbyrd om stærke Forskydninger i Jordskorpen i denne Periode. Lagene er kraftigt foldet, sammenskudt i Buer og gennemsat af Spring, der viser sig som Horstdannelser og Gravforsænkninger. Samtidig har der fundet en stærk vulkansk Virk-

somhed Sted, saa at Skiferlagene er gennemsat af Gange, udfyldt med Granit og lignende Eruptiver, der ogsaa har bredt sig ind mellem Lagene som vældige Laccoliter, der nu kan være blotlagt af Erosionen som Granitkupler eller „Granitmassiver". Der findes ogsaa Eruptiver af porfyritisk Beskaffenhed, som maa være stivnet nærmere ved eller ovenpaa Overfladen som Lavastrømme. De udstrakte Porfyrlag i Dalarne i Sverig er af denne Art.

Jordens vigtigste Malmforekomster findes i Lag fra Glimmerskifertiden, saaledes de mægtige Linse- og Indlag-formede Jernmalmforekomster i Sverig baade Nord og Syd for Polarkredsen, i det nordlige Norge, i Canada, i U. S. o. fl. St. Ligeledes er mange af Gangene malmførende og indeholder Svovlkis, Kobberkis o. a. Kobbermalme, Blyglans, Zinkblende o. l. Produkter dannet som Infiltrationsgange ved Indvirkning paa Sidestenen af de fra Dybet opstigende Dampe eller Opløsninger.

Ligesaalidt som i Urgneisen træffer man i Glimmerskiferformationens Lag nogetsomhelst sikkert Spor af Organismer. Har der været saadanne, hvad der ikke lader sig benægte og endog er ret sandsynlig, naar man betragter det forholdsvis høje Standpunkt i Udviklingen, paa hvilket de senere i de proterozoiske Dannelser fundne Forsteninger staar, saa er disse Organismers Levninger i Tidens Løb forsvundet eller saa stærkt omdannet, at man ikke længere kan genkende dem i de stærkt omdannede oprindelig sedimentære, men nu af krystallinske Aggregater bestaaende Lag i Glimmerskiferformationen.

Proterozoiske Dannelser.

Efter Aflejringen af Glimmerskiferformationens Lag er der mange Steder sket stærke Jordskorpebevægelser, som har foldet og forskudt Lagene, saa at de Lag, der i en derpaa følgende senere Tid er blevet aflejret ovenpaa Glimmerskiferformationens Lag, er discordant aflejret i Forhold til disse Lag. Stenarterne er tildels de samme eller nærstaaende ved Glimmerskiferformationens Stenarter, om der end ind imellem de krystallinske Lag findes Lag af Stenarter af utvivlsom sedimentær Oprindelse. Visse af Lagene blev derfor en lang Tid henregnet til den arkæiske Formation, andre til den kambriske. Først i den nyere Tid har man faaet Øjet op for, at der mellem den arkæiske Tid og den kambriske Tid maa være hengaaet et uhyre langt prækambrisk Tidsrum, i hvilket der er dannet Lagserier paa 10000—20000 Meters Mægtighed. Disse har man nu sammenfattet under Navnet de prækambriske eller proterozoiske Dannelser. Navnet er afledet af det Græske og betyder det tidligste Liv. Lagserierne kaldes ogsaa *Algonkium* eller den

algonkiske F. efter en uddød Indianerstamme i Nordamerika, i hvis Territorium man først blev opmærksom paa Formationens Betydning.

Saavel i Europa som i Nordamerika har man inddelt den algonkiske Formation i 3—4 forskellige ret vel adskilte Underafdelinger, men man har endnu ingen Sikkerhed for, at Afdelingerne fx. i Finland, hvor de dog er undersøgt særlig vel, netop svarer i Tid til Afdelingerne fx. omkring Lake Superior i U. S., hvor de ligeledes er vel undersøgt, da Forsteninger er sjældne eller slet ikke findes i Lagene, og Stenarternes Beskaffenhed ikke giver tilstrækkelig faste Holdepunkter til at fastslaa Samtidighed mellem geografisk saa vidt adskilte Lag.

Stenarterne er Konglomerater, Sandsten, Graavakkeskifere, rene Lerskifere, bituminøse Skifere og formentlig af saadanne sedimentære Lag ved Metamorfose opstaaede krystallinske Skifere, saasom Glimmer-, Klorit- og Hornblendeskifer. Desuden Diabaser, Porfyrer, Mandelsten m. fl., altsaa virkelig eruptive Stenarter, der tyder paa, at der i den algonkiske Periode til Tider har fundet stærk vulkansk Virksomhed Sted. Flere Steder findes i algonkiske Lag store Gange og Indlag af Jernmalme, og de tidligere (Side 44) beskrevne Masser af gediegent Kobber findes ogsaa i Lag fra denne Formation.

Til Algonkium henregnes udstrakte Lag i Finland og Skandinavien, saaledes den kareliske Kvartsitformation over 5000 M. mægtig i det sydlige Finland, Dalarnes Sandstenform, 7000 M., der ogsaa indeslutter Diabaslag paa c. 150 M., Sandsten, Lerskifer og bituminøse Kalksten i alt c. 300 M. hørende til den saakaldte „Vissingøgruppe“ omkring Vettern. Sparagmitformationen i Norge c. 18000 M. bestaaende af grovkornede feldspatholdige Sandsten og Kvartsiter. Anselige Lag i Bøhmen, i Erzgebirge og Fichtelgebirge. I Frankrig, særlig i Bretagne, findes Lagserier paa 5000 M. bestaaende af Lerskifer, Sandsten og Konglomerater vekslende med Glimmerskifer, Hornblendeskifer og Diabas. I Skotland de 3000 M. mægtige *Torridon*-Lag af Konglomerater, Sandsten og Mergelkalksten*). I Nordamerika er særlig omkring Lake Superior udbredt den huroniske Formation, en Underafdeling af den algonkiske, flere tusinde Meter mægtige Lag af Kvartsitskifer, Lerskifer og Konglomerater. Yderligere kommer algonkiske Lag til Syne flere Steder, fx. i Coloradoflodens store Canon i Arizona, hvor man har maalt Sandstenlag paa 4000 M. Mægtighed fra denne Tid.

Forsteninger maa gennemgaaende siges at være overordentlig sjældne i disse Lag, men man har dog fundet saadanne flere Steder i Europa og Nordamerika. De bedst bestemmelige er forskellige Former af *Eurypterus* (Kæmpekrebs), Brudstykker af Trilobiter, desuden af Brachio-

*) Benævnte efter Fjorden *Loch Torridon* i Skotland.

poder og Vingesnegle, Krybespor af Annelider samt de kiselafsondrende Radiolarier. Resterne af Organismerne er hyppigt undergaaet stærke Omdannelser, saa at de er vanskelige at bestemme nærmere med Sikkerhed, og man kan roligt gøre Regning paa, at mangfoldige Former i Tidens Løb er blevet fuldstændig udslettet, saa at intet Spor af dem længere kan paavises, da de oprindelig sedimentære Lerskifer- og Sandstenlag, hvori Forsteningerne blev aflejret, er omdannet til krystallinske Skifere og Kvartsiter.

Af Planter finder man ingen bestemmelige Rester i den algonkiske Formation, men det er sandsynligt, at de bituminøse Imprægnationer, som er ikke saa sjældne i Skifere og Kalksten fra denne Formation, skyldes Havplanter.

I Algonkium træffer vi altsaa de første paaviselige Spor af Liv, men de Organismer, der forekommer, hører allerede til vidt adskilte Grupper af Dyreriget og indbefatter ret højt organiserede Former. Nogle har heri villet se Beviser for, at det organiske Liv ikke, som forudsat i Udviklingslæren, er udgaaet af en enkelt eller nogle faa Grundformer, men at Livet har taget sin Begyndelse med vidt adskilte Former. Dette beror dog sikkert paa et Fejlsyn. De ældste i de gamle algonkiske Lag fundne Dyreformer kan ingenlunde antages at repræsentere det første organiske Liv paa Jordens Overflade. Der maa forud for dem have levet utallige Slægtled, som efterhaanden har differentieret sig ud i mere og mere adskilte Former, hvoraf de faa kendte Former kun er en ganske ringe opbevaret Rest. Det beror paa rene Tilfældigheder, om en Dyre- eller Planteform, naar den dør, aflejres under saadanne Naturbetingelser, at den kan blive omdannet til en genkendelig Forstening, langt det største Antal døde Organismer fortæres af andre eller raadner bort uden at efterlade sig det mindste Spor. En endnu større Tilfældighed er det, om paagældende Forstening senere hen bliver fundet i Laget af et Menneske, der har Naturkundskab nok til at fatte Betydningen af Fundet. Skønt man fra alle Formationer tilsammentagne kender over 100000 forskellige uddøde Dyrearter, og deres Antal stadig forøges ved nye Opdagelser, tør man dog med Sikkerhed slutte, at der har levet mangfoldige Gange dette Antal Arter af Dyr og Planter, om hvilke vi næppe nogensinde vil erfare noget.

Hertil kommer for de proterozoiske Dyreformers Vedkommende den Omstændighed, at alle de kendte sedimentære Lag fra denne Formation,

saavidt man kan bestemme, er marine Lag, altsaa dannet i Saltvand. Nu tør man ingenlunde antage, at de første Former af Liv, der fremkom paa Jorden, har været Saltvandsformer, men der er tvertimod den største Sandsynlighed for, at det har været Former, der holdt til paa Landjorden eller i de ferske Vande, hvor de gennem de lange umaalte Tidsrum har undergaaet de første Udviklingsstadier, for derefter i ret højt udviklet Tilstand efterhaanden at udvandre til Havet. Efter alt, hvad man kan skønne, har de første Former været encellede Væsener nærstaaende ved de blaagrønne Alger, der ligesom deres Stammefædre er i Stand til at taale de yderligste Afvekslinger i Temperaturforhold, saa at de kan leve i de varme Kilders Vand, saasnart det i Kildens Udkanter eller Afløb synker lidt ned under Kogepunktet, og ligeledes i alt Fald som Kim eller Sporer, som de nyeste Forsøg viser, i lange Tider formaar at være afkølede til Temperaturer under $\div 200^0$ uden derfor at dø eller miste Spireevnen. Noget lignende gælder forskellige Bakterieformer, som i visse Henseender staar de nævnte Alger temmelig nær, men paa et meget tidligt geologisk Tidspunkt har udskilt sig fra dem som en særlig Stamme, der har skudt forskellige Grene. Bakterierne maa dog være noget yngre end de omtalte Alger eller disses Stammefædre, da de ligesom alle Dyreformer lever af færdig dannet organisk Stof, medens de blaagrønne Alger, som *Beijerinck* har vist, er i Stand til at leve „af Luft og Vand", d. v. s. de kan forarbejde organisk Stof af Luftens Kulsyre og Kvælstof og af de i Vandet opløste uorganiske Salte ved Hjælp af den Energi, de modtager fra Sollyset.

Fra saadanne simple Former, der er i Stand til at bevare „Livskraften" under de mest vekslende Betingelser og til at vokse og formere sig paa Grundlag af ren uorganisk Næring, maa alt levende antages at være udgaaet, ved Udvikling og Omdannelse gennem de umaadelig lange geologiske Tidsrum. Hermed stemmer det ganske, at ethvert levende Væsen ogsaa i Nutiden stammer fra en encellet Kim, og i det væsentlige gennemløber ganske den samme Udvikling i sin Fostertilstand, som hele Stammen har undergaaet i Tidernes lange Løb, hvad der har givet Anledning til at opstille den biogenetiske Grundlov, som netop udtrykker denne Kendsgerning[17]). Den samme Rækkefølge vil ogsaa i det væsentlige finde Sted ved Organismernes Indvandring, saasnart der bliver skabt Livsbetingelser paa ganske uorganisk „ny Jord". Saaledes beretter *Beijerinck*, at kort Tid efter at det Side 129 beskrevne vældige Udbrud af Vulkanen paa *Krakatau* havde fundet Sted, og „Jorden var øde og tom" efter den Ildprøve, den havde gennemgaaet, blev de fuldkommen steriliserede Askemasser bedækket med et Tæppe af blaagrønne Alger, som var i Stand til at leve af Øens rent

uorganiske Stoffer, medens de ved Lysets Hjælp „skabte Liv af det Døde“ og derved forberedte Jordbunden for den mere fordringsfulde Flora og Fauna, der fulgte efter.

Ganske paa samme Maade ser vi, at der paa Snemarker, fx. Grønlands Indlandsis, i Sydpolarlandene eller paa Alpernes Gletschere, saasnart Temperaturforholdene bliver lidt mildere, indfinder sig lavtstaaende encellede Alger, fx. den røde *Sphaerella nivalis*, som senere giver Plads for en rig *Diatomé*-Flora, som synes at vælde frem saa at sige af intet. *F. Nansen* beskriver saaledes fra sin Rejse med „Fram“, hvorledes Temperaturen i Isens Overflade om Vinteren sank mange Grader under Frysepunktet, saa at man kunde mene, at her var alt Liv udslukket. Saasnart Foraaret kom, og Overfladen af Isen begyndte at smelte, blev Forholdet et andet. Han skriver (Fram over Polhavet I Bd. p. 405—07) paa sin malende Maade:

„Jeg har fundet en ny verden: det dyre- og planteliv, som findes i omtrent hver ferskvandsdam paa isflakkene her . . . . . Smaa encellede slimklumper vrimlede i tusindvis og millionvis i dammene på nær sagt hvert eneste isflak over hele dette endeløse hav, som vi gjerne vil tilkjende døden! . . . . . Straks solen fik indflydelse paa isoverfladen og smelted sneen væk, så der danned sig dammer, da så man snart hist og her små gulbrune flekker på bunden af dem, så små, at man vanskelig la merke til dem med én gang. Dag for dag blev de større, og derved at de som alle mørke gjenstande absorberte solens varmestråler, smelted de sig lidt efter lidt ned i isen og danned runde huller ofte flere tommer dybe. Disse brune flekker bestod af alger og diatoméer, som udvikled sig let og rask i sommerlyset og kunde fylde bunden af hullerne med et tykt lag. Men der var ikke alene planter; der fandtes også et mylder af små dyr, væsentlig infusionsdyr og flagellater, som leved af planterne. Ja jeg fandt til og med bakterier — selv disse egne er ikke fri for dem.“

Det er klart, at disse Dyr og Planter stammer fra jordiske Kim, der er spredt over hele Jordens Overflade, er tilstede overalt i Luft og Hav og stadig staar paa Spring for at tage enhver Plet i Besiddelse, der kan egne sig for dem. Men denne Betragtning kan ikke gøres gældende overfor Opkomsten af det første Liv paa Jorden i den proterozoiske Tid. Her er man nærmest henvist til de rent personlige Antagelser. Forskellige Forskere, deriblandt ogsaa danske Astronomer, har ment at tilvejebringe en Art Løsning paa Spørgsmaalet ved at antage, at de første Livskim er bragt ind til Jordens Overflade ved Hjælp af nedfaldende Meteorsten. Man mente at faa nogen Støtte for denne Antagelse ved den Kendsgerning, at Meteorsten ofte indeholder Kulstofforbindel-

ser. Disse Forbindelser stammer dog næppe fra organiske Stoffer men snarere fra Karbider: Metalkulstofforbindelser, som de ligner i Sammensætning og kemiske Forhold. Selv bortset herfra indeholder Hypotesen om Kimenes Transport ved Meteorer forskellige andre Vanskeligheder for Forstaaelsen og er desuden ingen virkelig Løsning af Spørgsmaalet om Livets Oprindelse. Hypotesen om Livskimenes Tilkomst ude fra Verdensrummet har dog i den nyeste Tid ved forskellige Forskeres Undersøgelser modtaget saadanne Modifikationer, at der nu maa siges at være bragt overvejende Sandsynlighed tilveje for, at man er inde paa det rette Spor. Man er saaledes blevet klar paa og har leveret ekperimentelt Bevis for, at Livskim ogsaa af de her paa Jorden kendte Arter, (fx. Bakteriesporer) kunde bæres rundt i Verdensrummet fra den ene Klode til den anden ved det af Lyset udøvede Straaletryk. Med Hensyn til Livets Oprindelse har man atter optaget og nærmere udviklet den af en tysk Læge *H. E. Richter* i 1865 fremsat Teori om *Panspermien*, der nærmest gaar ud paa, at der altid har været Liv tilstede under den ene eller den anden Form i Verden, ligesom vi er nødt til at antage, at der altid har været Stof og Energi (Varme, Elektricitet, Bevægelse o. s. v.) tilstede, da Stof og Energi vel i det uendelige kan omformes, men aldrig tilintetgøres.

Det vil dog føre os for langt bort fra Jorden og Geologien, hvis vi nærmere i det enkelte skulde gennemgaa, hvorledes man maa antage, at Livskimene føres ud fra de beboede Kloder, fanges af Lysstraalerne, transporteres rundt i Verdensrummet ad Lysets Baner og endelig naar ned paa de ubeboede Kloder, der er blevet „modne“ til at modtage Livet. Enhver, der har Interesse for dette Spørgsmaal, kan henvises til den svenske Forsker *S. Arrhenius*' Skrift „Världarnas utveckling“ (Stockholm 1907). Vi kan nøjes med at anføre Arrhenius' Slutningsresultat, der omtrent gaar ud paa følgende:

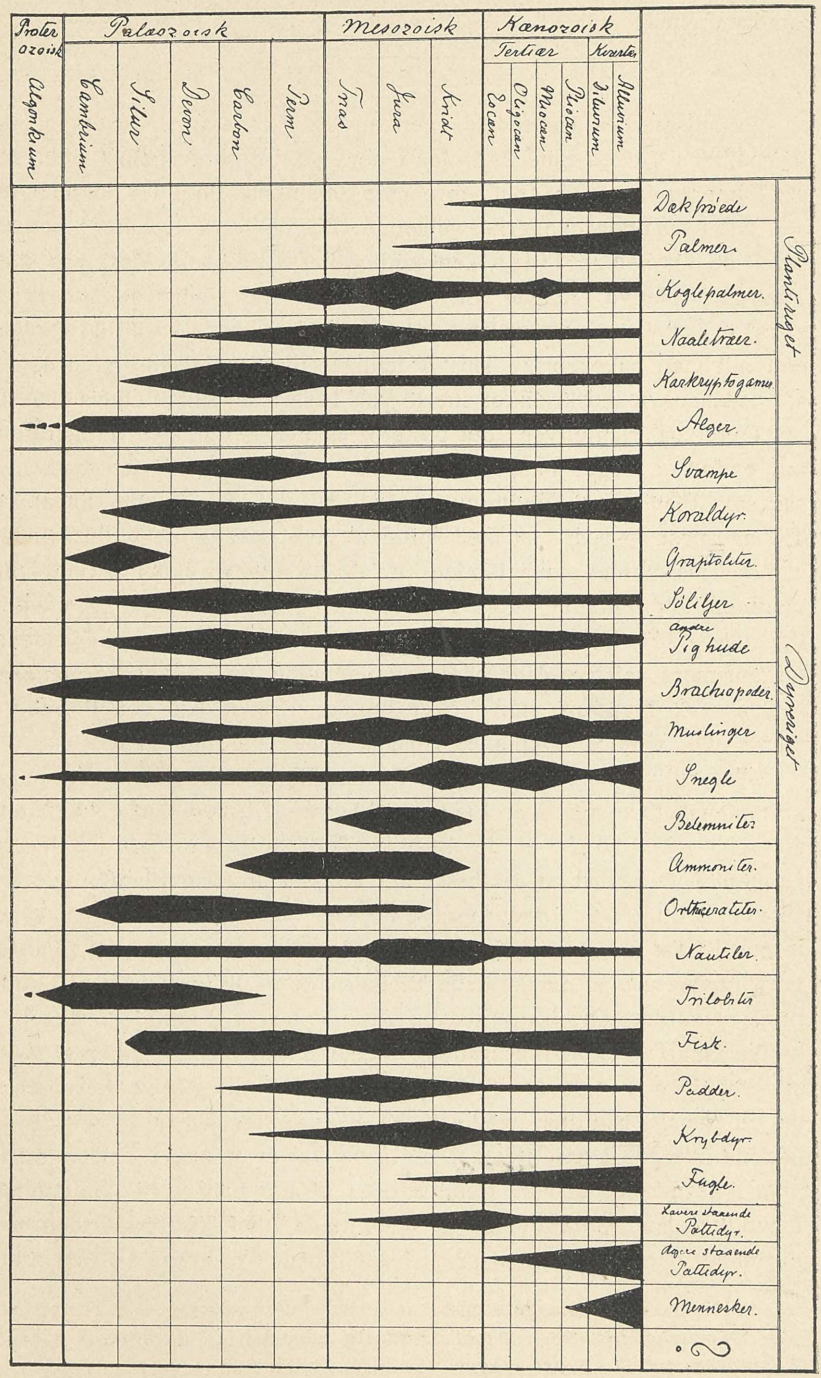
„Ifølge den udviklede Forklaring af Panspermien maa vi drage den Slutning, at alle Organismer i hele Universet maa være beslægtede med hinanden og bestaar af Celler, opbyggede af Kulstof, Brint, Ilt og Kvælstof. Livet paa andre beboede Kloder bevæger sig sandsynligvis indenfor Former nær beslægtede med dem, som vi finder her paa Jorden. . . . Yderligere kan vi slutte os til, at Livet altid maa begynde i de allerlaveste Former paa en ny Plads, ligesom hvert enkelt Individ, hvor rigt udviklet det end er, altid har gennemløbet alle Udviklingstrin fra den første Begyndelse som den enkelte Celle. Alle disse Slutninger staar i bedste Overensstemmelse med de almindelige Egenskaber, som karakteriserer Livet her paa Jorden, og man kan derfor ikke nægte, at Læren om Panspermien i denne Form er i Besiddelse af den gennemførte Har-

moni, som udgør det vigtigste Kendemærke paa en Verdensanskuelses Sandsynlighed."

Organismernes Udbredelse gennem de forskellige Formationer er fremstillet i Tavlen Side 244, der i det væsentlige er udført efter den af Wienergeologen *Fr. Toula* foretagne Sammenstilling. Til Forstaaelsen af Tavlen maa dog bemærkes følgende: De vandrette Kolonner, der angiver de forskellige Tider, kan kun tildels tages som Maal paa disse Tidsrums relative Længde. Saaledes har ganske afgjort den proterozoiske Tid været mindst ligesaa lang, maaske endog adskilligt længere end alle den palæozoiske Tids Afdelinger tilsammentagne, men den er af Pladshensyn indskrænket stærkt paa Tavlen, da tillige Oplysningerne om Dyre- og Plantelivet i det proterozoiske Tidsrum, som tidligere omtalt, endnu er meget mangelfulde. Alluvium har paa Tavlen faaet ligesaa stor Plads som Diluvium, da det er det Tidsrum, som ligger vor Tid nærmest og gaar i et med Nutiden, skønt sikkert nok Alluvialtiden, d. v. s. Tidsrummet siden Istiden kun er en ringe Brøkdel af hele Diluvialtiden, der omfatter lange Tidsrum med flere „Istider" og mellemliggende „isfri" Tider. De med sort trykte Figurer angiver paagældende Organismers relative Udbredelse gennem de forskellige Formationer, saaledes at Figurens større eller mindre Bredde antyder Formernes større eller mindre Hyppighed i paagældende Formation.

Man vil yderligere se, at der i Tavlen ikke er tilstræbt at give nogen systematisk Oversigt over Plante- og Dyreriget, men kun en letfattelig Oversigt over nogle af de mest karakteristiske Formers Udbredelse gennem Tiderne, saa at de forskellige Klasser indenfor Plante- og Dyreriget er i ulige stor Grad repræsenterede. Saaledes ses fx. Blæksprutternes Klasse at være repræsenterede dels ved en nu helt uddød Familie Belemniterne af de tiarmede Blæksprutters Orden dels ved 3 Afdelinger Nautiler, Orthoceratiter og Ammoniter af Nautilus-Ordenen, af hvilke Nautiler og Orthoceratiter*) udgør forskellige Familier af Nautil-Rækken, hvoraf der endnu findes levende Slægter repræsenteret i de nulevende Nautiler, medens alle Familier af Ammonit-Rækken uddøde allerede i Kridttiden. Naar disse Dyr er opførte i Tavlen, mener man ikke dermed at ville fremhæve, at de har haft særlig Betydning i Udviklingsgangen fremfor fx. de ottearmede Blæksprutters Orden, men Forholdet beror simpelthen paa, at der blandt de anførte Former findes

*) Herunder er henregnet ogsaa de snoede eller delvis snoede Former, saasom *Gyroceras*, *Lituites*, *Gomphoceras*. De egentlige lige *Orthoceras* uddøde i Trias noget før de snoede Former. (Se Fig. 144, Side 256.)


Proter ozoisk
Algonkium
Paleozoisk
Cambrium
Silur
Devon
Karbon
Perm
Mesozoisk
Trias
Jura
Kridt
Kenozoisk
Tertiær
Eocæn
Oligocæn
Miocæn
Pliocæn
Kvartær
Diluvium
Alluvium
Dekfrøede
Palmer
Koglepalmer
Naaletræer
Karkryptogamer
Alger
Svampe
Koralldyr
Graptolitter
Søliljer
Pighude
Brachiopoder
Muslinger
Snegle
Belemniter
Ammoniter
Orthoceratiter
Nautiler
Trilobiter
Fisk
Padder
Krybdyr
Fugle
Pattedyr
Mennesker
Plantedyr
Dyreriget

mange, der har givet let genkendelige og almindelig udbredte Forsteninger, da de har haft stærke og karakteristisk formede Skaller, der udgør vigtige Ledeforsteninger i de forskellige Afdelinger af Formationerne.

Af Krebsdyrenes Klasse er kun opført de længst uddøde Trilobiter af ganske lignende Grunde, skønt man ogsaa ret vel kender forskellige Repræsentanter paa andre Familier, fx. en Mængde Krabbeformer fra Kridttiden, men netop Trilobiterne har egnet sig til Ledeforsteninger i kambriske og siluriske Lag.

Brachiopoderne („Armfødderne"), som kun kendes levende i forholdsvis faa Arter (lidt over 100) og ikke spiller nogen nævneværdig Rolle, gaar, som man vil se, tilbage til den proterozoiske Tid og var baade i den palæozoiske og mesozoiske Tid udbredt i et uhyre Antal Individer i visse Lag og repræsenteret ved over 2000 Arter, hvoriblandt flere er vigtige Ledeforsteninger.

Indenfor Planteriget gælder ganske lignende Forhold, der kan oplyses ved et enkelt Eksempel:

Koglepalmerne — *Cycadeae* —, der nu kun findes i tropiske og subtropiske Egne „og overalt kun er sjældne Planter og i meget ringe Grad bidrager til Landskabets Karakteristik" *(N. Hartz)* og kun kendes i ca. 75 Arter, begyndte allerede at optræde i Stenkultiden og fik en vid Udbredelse med mange forskellige Arter i Juratiden, en lille fornyet Opblomstring i Miocæntiden for derefter stadig at formindskes i Artsantal og Udbredelse.

Indenfor Ordenen: Mennesker har lavtstaaende Former som Buskmænd og beslægtede Underracer, der nu er trængt tilbage og snart helt udslettet, i tidligere Tid haft langt større Udbredelse baade i Afrika, Asien og Europa. Saaledes har en Folkerace, der har staaet Hottentotterne meget nær, i Slutningen af Pliocæntiden beboet Middelhavslandene og fx. i Sydfrankrig efterladt ikke faa Vidnesbyrd om deres ejendommelige Kultur.

Palæozoiske Dannelser.

Ved Slutningen af den proterozoiske Tid skete der store Jordskorpebevægelser, som hævede de i denne Tid dannede marine Lag op over Havets Overflade og udsatte dem for Vejrsmuldring, Denudation og Erosion. Fra dette Tidspunkt har man flere Steder fundet utvivlsomme Spor af en Istid. Saaledes har i Norge *H. Reusch* paavist ved Varangerfjord i Finmarken isskurede Fjeldoverflader dækkede med Morænekonglomerat med tydelige Skursten, som maa være mindst af kambrisk

Alder, og ved Jangtsekiang i Kina har engelske Geologer fundet lignende Lag af Morænekonglomerat med isskurede Sten paa over 60 Meters Mægtighed lejret ovenpaa proterozoiske Lag og overlejret af Skiferlag, der indeholder kambriske Trilobiter.

Den palæozoiske Tid deles i Almindelighed i 2 Hovedafsnit, hvoraf det ældre indbefatter 3 store Perioder: den kambriske, siluriske og devoniske Tid, og det yngre 2: Stenkulperioden (Carbon) og Permperioden.

Navnet palæozoisk stammer fra det Græske og betyder det ældste Livs Tid, da man, den Gang Navnet blev givet, ikke kendte det proterozoiske Tidsrum. Kambrisk Periode kommer af Cambria, gl. Navn for en Del af Nordwales, hvorfra den engelske Geolog *Sedgwick* i 1855 først udskilte denne Afdeling som en særlig Formation. Silurisk Formation havde allerede i 1838 af den engelske Geolog *R. J. Murchison* faaet Navn efter en Folkestamme Silurerne, der boede i Shropshire (England) og kæmpede tappert mod Romerne. Devonisk Formation afledes derimod af Devonshire (England) og permisk F. efter Guvernementet Perm i Rusland. Den benævnes ogsaa Dyasformation (afledet af det Græske), der hentyder til, at Formationen flere Steder kan deles i to Underafdelinger.

De enkelte Formationer kan iøvrigt deles i en Mængde forskellige Underafdelinger: Etager og Zoner, der benævnes efter de i dem forekommende Ledeforsteninger. De ældste palæozoiske Formationer udmærker sig ved Forekomsten af en Mængde ejendommelige Havdyr, hvoriblandt Former, der nu er fuldstændig uddøde, og andre, der den Gang havde en vid Udbredelse med mange forskellige Arter, men nu geografisk set er snævert begrænsede og kun er til Stede i forholdsvis faa Arter.

Kambrisk Formation.

De underste Lag udgøres de fleste Steder af Konglomerater opstaaet af Rullesten og Grus, der er dannet ved, at Havet i den kambriske Tids Begyndelse atter trængte ind over og nedbrød de i Overgangsperioden mellem den proterozoiske og kambriske Tid op over Havets Overflade hævede Lag. Stenarterne er iøvrigt hyppigst af marin Oprindelse af noget vekslende Beskaffenhed, saasom Sandsten, Graavakkeskifer (grøn Skifer), Lerskifer, bituminøs Skifer (Alunskifer) og Kalksten. Det er Dannelser, som tyder paa vekslende Dybder i de Have, hvori de er blevet aflejret. Adskillige af Zonerne, der er karakteriseret ved Fremkomsten af visse bestemte Dyrelevninger, har en meget vid Udbredelse og genfindes saaledes baade i Nordeuropa og Nordamerika. Dette tyder paa, at Naturforholdene i den kambriske Tid var meget ensartede over disse store Strækninger, saa at der i Havet

levede de samme Dyreformer og aflejredes Sedimenter af samme Art. Senere hen kan disse Sedimenter ved Foldningsprocessen og kemisk Indvirkning være undergaaet store Forandringer, saa at de er blevet mer eller mindre omdannet til fast sammenhængende Skiferlag eller haarde tildels kvartsitiske Sandsten. Paa Steder derimod, hvor Lagene ikke har været udsat for Foldninger og Forskydninger og som Følge heraf heller ikke for Tryk og kemisk Indvirkning, ligger Jordlagene endnu hen som bløde Lerarter og løse Sandsten i den naturlige Lagstilling, trods det uhyre lange Tidsrum, der er hengaaet siden disse Ler- og Sandlag blev aflejret i den palæozoiske Tids Hav. Dette finder saaledes Sted baade med visse kambriske og siluriske Jordlag flere Steder i de russiske Østersøprovinser i de forenede Stater og Canada. Langt de fleste Steder er Jordlagene dog i Tidernes lange Løb blevet mer eller mindre omdannet til faste Stenarter. — De kambriske Lag, der kendes, er langt overvejende marine Lag, altsaa aflejret paa Havbunden, dels langs Kysterne: Konglomerater og Sandsten, dels paa dybere Vand: Skifer og Kalksten. Der har dog ganske utvivlsomt i den kambriske Tid ogsaa været tørt Land, hvorpaa Erosionen har virket, og hvorfra Floderne har udført Slammasserne i Havet. Som direkte Bevis herpaa har man i den kambriske Sandsten ved Lugnås i Vestergøtland (Sverig) fundet vindslidte Sten af den sædvanlige „trekantede“ Form (Fig. 124 Side 212). Denne Forekomst beviser, at der den Gang har været Land, hvor der fandt Sandflugt Sted ganske som nu fx. ved Jyllands Vestkyst. I samme Sandsten har man fundet et smukt bevaret Aftryk eller Afstøbning af en Vandmand *Medusites Lindstrømi*. Ganske tilsvarende Afstøbninger, men endnu ikke hærdede til Sandsten vil man kunne finde langs danske Kyster om Efteraaret, naar „Vandmændene“ kastes op paa Kysten paa en flad Sandstrand ovenfor Højvandsmærket, hvor den bløde geléagtige

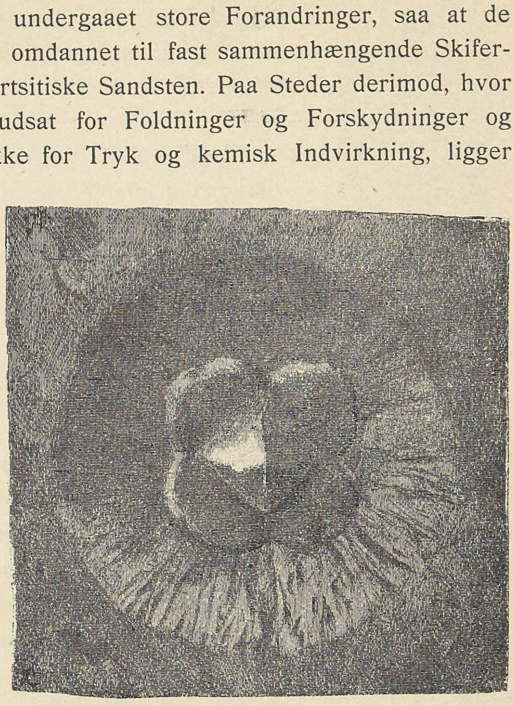


Fig. 133. *Medusites Lindstrømi*. Forstenet „Vandmand“ fra kambrisk Sandsten ved Lugnås (efter Nathorst).

Masse dækkes af tilblæst Sand. Det er jo ellers en Dyreform, der ikke ret vel egner sig til Forstening, da den slet ingen faste uorganiske Legemsdele indeholder. Der findes i de kambriske Lag iøvrigt en rig Fylde af en Mængde forskellige Organismer. Endnu har man dog ikke fundet Spor af Landplanter eller Landdyr, og selv Havplanterne er hyppigst kun bevaret som bituminøse Imprægnationer i Skifer- og Kalklagene. Der findes dog Aftryk, som af nogle tydes som Levninger eller Mærker efter Alger *Fucoider*, efter hvilke store Lag: Fucoidsandsten har faaet Navn. Andre mener dog i disse utydelige, tildels forgrenede Indtryk at se Krybespor af forskellige Dyr, særlig Krebsdyr og Orme. Af tydelige Forsteninger, der med mer eller mindre Sikkerhed lader sig bestemme, kender man en meget stor Mængde fra de kambriske Lag Verden over. Over 700 forskellige Arter af Havdyr kendes, deriblandt c. 300 Arter Trilobiter. Disse Krebsdyr, som man allerede traf Spor af i den proterozoiske Tids Lag, tiltager i Mængde og Artsrigdom gennem den kambriske Tids Slutning og naar en overvældende Fylde og Rigdom i den siluriske Tids ældste Afdeling. De aftager i den yngre siluriske Tid og løber tildels ud i besynderlige og monstrøse Former. De vantrives derefter i den devoniske Tid og dør omtrent ud i Stenkultiden. Kun en enkelt Slægt lever videre i Permtiden, ogsaa den bukker snart under. Trilobiterne bærer Navnet paa Grund af, at man hos de fleste af dem kan iagttage en tydelig Tredeling i Hoved, Krop og Hale. De danner en særegen vidtforgrenet Afdeling indenfor Krebsdyrenes Klasse. Nogle Arter var blinde, andre forsynet med store Øjne. Meget udbredte Slægter var *Olenus* (Fig. 133) og *Paradoxides* (Fig. 134), der udmærker sig ved det store Hoved, der løber ud i en spids Torn paa hver Side. Nogle Arter Paradoxides naaede en Længde af c. 50 Ctm. Yderligere kan fremhæves den lille *Agnostus*, der var sammensat af Hoved- og Haleskjold af omtrent samme Form forbundet med faa Kropled. I Fig. 135 er gengivet et Stykke Antrakonit (Stinksten) med Aftryk af Agnostus i omtrent naturlig Størrelse, saaledes som de ofte forefindes i denne Stenart, der danner Konkretioner i Alunskifer paa Bornholm og i Sverig. — Trilobiterne er langt

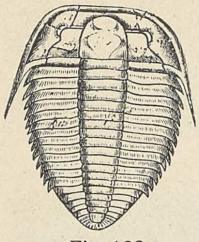


Fig. 133.
Olenus. Trilobit fra den kambriske Formation.

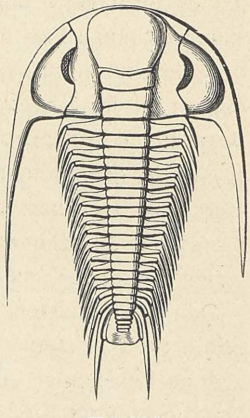


Fig. 134.
Paradoxides. Trilobit fra den kambriske Formation.

de bedst repræsenterede Former af Krebsdyr i den kambriske Formation, men der fandtes ogsaa Former af flere andre Afdelinger indenfor Krebsdyrenes Klasse saaledes Arter af Kæmpekrebs: *Eurypterus*, af Muslingekrebs: *Ostracoda* og af Bladfødder: *Phylopoda* m. fl.



Fig. 135. *Agnostus*. Trilobit fra den kambriske Formation.

Omtrent af samme Betydning som Trilobiterne i den kambriske Tid er *Brachiopoderne*. De ligner i det ydre meget Muslinger, men er i den indre Bygning og systematiske Stilling vidt adskilte fra dem, saa at de ikke engang henregnes til Bløddyrene, men til Ledormene, temmelig nær beslægtede med Mosdyrene: Bryozoerne, som ogsaa begynder at optræde omtrent paa dette Tidspunkt. Blandt Brachiopoderne findes allerede i den kambriske Tids Begyndelse flere forskellige Slægter med baade kalkskallede og hornskallede Arter. I Fig. 136 er gengivet forskellige Arter af den hornskallede *Lingula* fra den i de forenede Staters nordlige Del udbredte kambriske „Potsdamsandsten". Desuden forskellige Arter af Snegle henhørende baade til *Gasteropoda*, de egentlige Snegles Orden, til *Pteropoda*, Vingesnegle, samt Arter af Familien *Bellerophon*, der henregnes til *Heteropoda* Kølsneglenes Orden. Muslinger forekommer ogsaa, men vinder dog navnlig Udbredelse i noget senere Tiders Lag. Det samme gælder om Graptoliter og Orthoceratiter. — Hvirveldyr er ikke med Sikkerhed paaviste i den kambriske Formation. I de yngste kambriske Lag finder man visse Steder store Mængder af smaa Tænder, de saakaldte *Conodonter*. Nogle Forskere mener, at disse hornagtige Tænder hidrører fra Annelider, andre derimod, at det er Tænder af meget lavtstaaende Fisk, der har staaet den nulevende Slimaal *Myxine* meget nær. Sandsynligvis er der blandt Conodonterne Tænder af begge Dyreformer*).

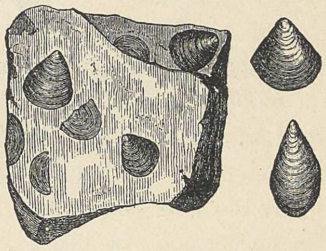


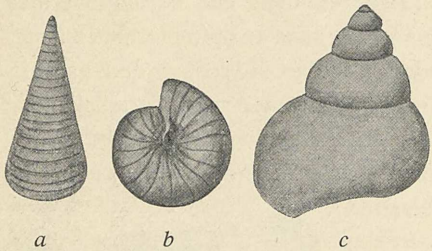
Fig. 136. *Lingula antiqua* samt *Lingula prima* i Potsdam-Sandsten. U. S. (efter C. Vogt).

*) De nulevende Slimaal er fuldstændig benfri, men har netop ganske lignende kamdelte Tandpar i Svælget. Conodonterne har, hvor smaa de end er, dog en meget stor Interesse med Hensyn til Udviklingslæren. I Slimaalene har man en lavtstaaende Form af Hvirveldyr, der gennem den endnu mere primitivt organiserede Lancetfisk eller Trævlemund *Amphioxus* af mange menes at staa meget nær ved Sækdyrene *Tunicata*, der i Larvetilstanden har Svømmehale som Fiskene, ret højt udviklet Hjerneanlæg og en Rygstreng af en Bygning, der ganske minder om Hvirveldyrene. Opad til i Dyrerækken staar Slimaalene gennem Lampretterne (Niøjer) i Slægtskabsforbindelse med de højere organiserede

Foruden de anførte Dyreformer findes i de kambriske Lag Spor af Kiselsvampe, af kiselafsondrende Radiolarier m. fl.

Kambriske Dannelser forekommer i Skandinavien (og paa Bornholm), de russiske Østersøprovinser, England, Nordfrankrig, Bøhmen o. fl. St. i Europa, desuden i Nordamerika, Argentina, de nordøstlige Dele af Kina, Indien, Australien og Tasmanien. De bedst undersøgte Partier findes i Sverig, i Norge omkring Kristianiafjord, i England og Nordamerika.

Den kambriske Tid maa have været af meget lang Varighed, da Lagene, der er aflejret i denne Tid, adskillige Steder er meget mægtige. I „British Columbia" angives Mægtigheden saaledes til 12—13000 M. og i de meget forsteningsfattige Lag i Bretagne til 8000—10000 M. I Wales kender man sikre kambriske Lag paa over 4000 M., i Skotland paa 6—7000 M., medens de kambriske Lag i Skandinavien og paa Bornholm tynder stærkt ud, da Jordoverfladen her baade i kambrisk og silurisk Tid af og til i visse Perioder har været hævet op over Havets Overflade som tørt Land, i andre derimod Havbund.



a *b* *c*

Fig. 137. Kambriske Snegle.
a Hyolites; b Bellerophon; c Holopea.

I Nordeuropa og tildels ogsaa i England har man kunnet gennemføre en Tredeling af den kambriske Formation. Afdelingerne benævnes efter de tre Trilobitformer, der danner Ledeforsteningerne i:

Olenellus-Zonen ældste kambriske Lag, bestaaende af Konglomerater, Sandsten og „grønne Skifere" el. Graavakkeskifere.

Paradoxides-Zonen mellemste kamb. Lag, bestaaende af „nedre Alunskifer" med Konkretioner af Antrakonit og underordnede Lag af uren Mergelkalksten: Andrarumkalk.

Olenus-Zonen øverste kamb. Lag, bestaaende af „øvre Alunskifer". der indeholder Trilobiter (Olenus & Agnostus) og i sine øverste Lag bladlignende Aftryk af en Graptolit *Dictyonema*, hvorfor disse Lag kaldes Dictyonemaskifer.

Alle Zonerne kan igen deles i en Mængde forskellige Underafdelinger, karakteriserede ved en eller flere Trilobiter eller Brachiopoder som yderligere Ledeforstening for disse Etager.

De kambriske Dannelser i Bøhmen er derimod af anden Art, hvorfor man maa antage, at Havet, der dækkede de russiske Østersøprovinser, Dele af Born-

Fisk. Det maa dog ikke opfattes som om de nævnte nulevende Dyreformer er ganske nøjagtige Afbilleder af Stamfædrene, da der i Tidens Løb kan være kommet flere Særegenskaber til, hvorved Bygningen er blevet mere kompliceret, saa at Slægtsskabstrækkene navnlig er synlige i Larvetilstanden, hvor disse senere erhvervede Særegenskaber i Reglen ikke er udviklet.

holm, af Sverig, Norge og af England i den kambrisk-siluriske Tid, har ved et Fastland helt været afspærret fra Havet, der dækkede Bøhmen og tilgrænsende Lande paa samme Tidspunkt. Forholdene minder om Forholdene mellem Middelhavet og det røde Hav, hvor Forskellighederne i Dyrelivet er mindst ligesaa store. Omtrentlig den samme Tredeling af de kambriske Lag, som er anført for Nordeuropa, kan gennemføres for Nordamerikas Vedkommende. Men der har ogsaa været til Tider adskilte Have med forskelligartet Dyreliv i Nord og Syd.

Silurisk Formation.

De yngste kambriske Lag er overdækket af de ældste siluriske Lag, der de fleste Steder er lejret konformt med de kambriske Lag og ligesom disse bestaar af Stenarter af marin Oprindelse, navnlig Skifere og Kalksten. I Lagstillingen og Stenarternes Beskaffenhed er der altsaa forsaavidt ingen Anledning til at drage et Skel mellem den kambriske og siluriske Formation. Man vil ogsaa ved at gennemgaa dette Spørgsmaals Historie særlig i England, hvor det først blev rejst, se, at der har været en ret betydelig Usikkerhed til Stede om, hvor Grænsen skulde trækkes mellem Cambrium og Silur, og Tilhængerne af *Sedgwick*, som regnede alle de ældste siluriske Lag til Cambrium paa Grund af Stenartsbeskaffenheden, førte bitre Kampe med Tilhængerne af *Murchison*, der paa Grund af Forsteningerne regnede disse Lag ind under Silurformationen. Den sidste Anskuelse blev vel til Slut den sejrende, men mange nyere Geologer i England og derefter i Amerika udskiller de ældste siluriske Lag som en helt selvstændig Formation, sideordnet baade med Cambrium og Silur under Navn af *Ordovician* eller den ordoviciske Formation*).

I den siluriske Formation findes endnu tydeligere Beviser end i den kambriske Formation paa, at der har været Fastland til Stede. Stenarterne, man finder i den siluriske Formation, er ganske vist langt overvejende opstaaet af marine Lag, dannet i Saltvand, men ind imellem disse mægtige Skifere og Kalkstenlag skyder der sig dog flere Steder, særlig i Irland og Skotland, Antracitlag. De er sandsynligvis opstaaet af Landplanter, men om de er dannet i Ferskvandssøer eller af Floderne ført ud i Havet, er ikke altid let at afgøre. I nogle af Lagene findes dog Forsteninger af Havdyr. Hvad selve de Landplanter angaar, som kan have dannet disse Kullag, har man ved Fund flere Steder, saaledes i Harzen og Nordamerika, faaet nogenlunde gode Oplysninger. Det viser sig at være dels træagtige Bregner, dels ret anselige Træer, der staar den senere hen under Kulformationen omtalte Lepidodendron nær. Hertil slutter sig ogsaa de enkelte Fund, man har gjort af saa karakteristiske Landdyr som en Art Jordkrebs *Palæoblattina*

*) *Ordovicerne* var en Folkestamme i Wales.

(der dog af nogle henregnes til Kakerlakkerne), og af en Skorpion *Palæophonus* i svenske, skotske og amerikanske siluriske Lag. Da Skorpionerne er glubende Rovdyr*), der lever af Insekter, Edderkopper o. l. tør man med temmelig stor Sikkerhed slutte, at der samtidig med dem ogsaa har levet saadanne Dyr paa den siluriske Tids Fastland**), saa meget mere som man i Lag fra de nærmest efterfølgende Tidsrum finder Levninger af højt organiserede Former af disse Dyr.

Ved Ontario (Canada) og særlig i Staten New York (U. S.) har man flere Saltlag op til 25 Meters Mægtighed, der kan forfølges paa en Strækning af over 40000 Kvadratkilometer, og i the Salt Range i Forindien ligeledes udstrakte Saltlag afsat i den siluriske Tid. Det er dog endnu ikke nærmere blevet afgjort, hvorvidt disse Saltlag er fremkommet ved Inddampning af Havvand i Laguner fra den siluriske Tids Hav og ikke snarere, særlig i Indien, er silurisk Ørkensalt i Lighed med, hvad der nu udskilles i Saltsøerne i mange ørkenagtige Egne i det indre af Asien, Ægypten o. s. v.

Om Tilstedeværelsen af Havplanter — Alger — har man mange Steder indirekte Beviser ved Bitumenindholdet i mange Skifer- og Kalkstenlag fra silurisk Tid. Disse Planter egner sig ikke ved deres Bygning til at efterlade tydelige Spor som Forsteninger, og de Aftryk i Lag fra silurisk Tid, der er tydet som Levninger af Alger, er derfor af noget tvivlsom Art.

Derimod findes der i Silurformationen mangfoldige Levninger af Havdyr, der tyder paa et rigt og afvekslende Dyreliv. Der kendes saaledes en stor Mængde Foraminiferer, Radiolarier, Svampe, Bryozoer og af Brachiopoder alene over 1600 siluriske Arter. Ligeledes optræder, særlig i de yngre siluriske Dannelser, et meget stort Antal Koraller, saavel Enkeltkoraller som Koralkolonier, endog i Form af Koralrev.

Kolonidyr af en ejendommelig Art er Graptoliterne, hvoraf der i Fig. 138 er gengivet nogle af de almindeligste Former. Man har kendt dem længe, men været ganske uvis om, hvor i Systemet man skulde stille dem. Nu er man dog ved forskellige Fund, særlig i Amerika, blevet klar paa, at de viser Slægtskab med Goplepolyperne i Nutiden. Graptoliterne begynder at optræde i Slutningen af den kambriske Tid, naar en overordentlig stor Udbredelse i den ældre Silurtid og dør derefter ud i Silurtidens yngste Afsnit.

Pighude, der nu repræsenteres ved 4 Klasser: Søliljer, Søstjerner, Søpindsvin og Søpølser, optræder allerede i Cambrium og tiltager over-

*) *Palæophonus* betyder: den gamle Morder!

**) Man har ogsaa i siluriske Lag fundet enkelte ikke nærmere bestemmelige Insektvinger, formentlig af Biller.

ordentlig stærkt i Silurtiden. Af den 4de Kl. Søpølser *Holothuriae* har man dog ikke fundet sikre Spor, disse Dyr egner sig ogsaa grumme lidt til at efterlade Forsteninger, da de næsten ikke indeholder faste Dele. Meget udbredt i Silurformationen er derimod andre i Nutiden ganske ukendte Former af Pighude: Stenæbler *Cystideae*, der af nogle regnes for en særskilt Klasse, af andre derimod kun for en lavt organiseret Orden af Søliljernes Klasse. Legemet var i Reglen rundt som et Æble, dækket af Kalkplader og af Størrelse op til 10 Ctm. i Tværmaal. Det var som oftest ved Hjælp af en kort Stilk undertiden ogsaa uden Stilk direkte fastvokset til en eller anden Genstand paa Havbunden. Oventil fandtes Mundaabningen tildels omgiven med Fangearme, nedentil fandtes en meget ejendommelig pansret Gataabning, der kunde tillukkes med et mærkeligt System af pyramideformigt sammenstillede Kalkplader. — Desuden forekommer forskellige Arter af Søstjerner, som meget ligner de nulevende Arter. Ligeledes forskellige Former af Søpindsvin samt Søliljer, der naaede en mægtig Udvikling i Silurtiden og den efterfølgende devoniske Tid*).

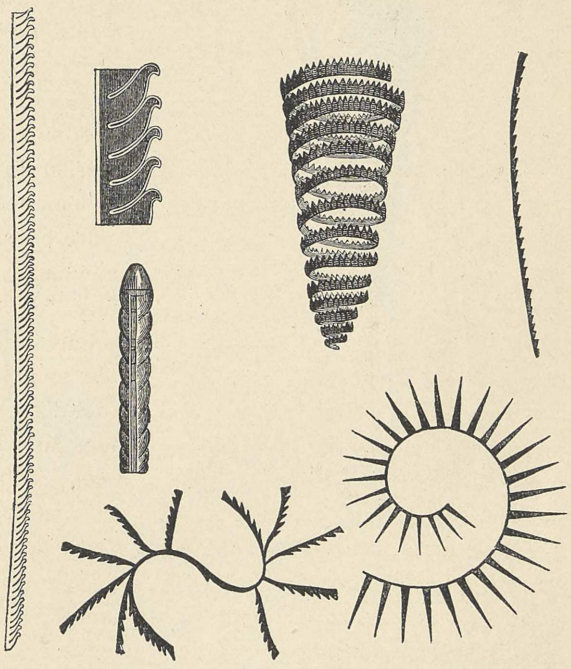


Fig. 138. Siluriske Graptoliter (efter Zittel). Tildels forstørrede.

*) Søliljerne har paa visse Steder i de siluriske Have forekommet i et uhyre Individantal i mangfoldigt varierende pragtfulde Former. Alene fra Gotlands Silurkalk kendes henimod 200 Arter. Deres fossile Levninger, navnlig „Stilken", danner flere Steder ikke ubetydelige Kalklag, saaledes er paa Gotland ifølge *Lindstrøm* Mægtigheden af Crinoidékalken omtrent 6 Meter. Ligeledes ved Dudley i England og mange Steder i U. S. Endnu større Udvikling faar disse Dyr i Stenkultiden, fra hvilken Tid man fra England kender Kalklag over 100 Meter i Mægtighed, for største Delen bestaaende af Rester af Søliljer *(A. Geikie)*. Her har mangfoldige Generationer, utalte Millioner af Søliljer gennem Tusinder af Aar rolig vokset og uddraget Kalken af Havvandet, er døde og sunket tilbunds for at danne Underlaget for ny Slægter.

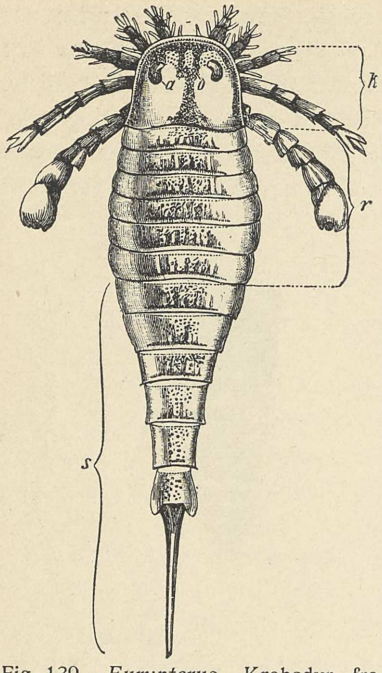


Fig. 139. *Eurypterus*. Krebsdyr fra Silurformationen. *k* Hoved; *r* Krop; *s* Hale.

Sneglene havde ogsaa en stor Udbredelse og forekommer i over 1300 forskellige Arter i Silurformationens Lag.

Blandt Krebsdyrene kan nævnes *Eurypterus* (Fig. 139), og beslægtede Former. Man har fundet Spor af dem allerede i den proterozoiske Formation. En Sidegren forblev i de ferske Vande, og nogle vænnede sig til Landlivet. Mange antager, at de førnævnte Skorpioner nedstammer fra disse Eurypterider. Andre Former naaede lidt senere en kæmpemæssig Størrelse op over 2 Meters Længde, men er temmelig sjældne*). Derimod naar Trilobiterne i de ældste siluriske Lag en overordentlig Udvikling. Alene fra Bøhmens Silur kender man flere tusende Arter Trilobiter gennem Undersøgelser anstillet uafbrudt i 40 Aar af den berømte franske Palæontolog *J. Barrande* (1799—1883). Ogsaa den førnævnte engelske Forsker *R. I. Murchison* (1792—1871) har indlagt sig store Fortjenester paa dette Omraade, ligeledes en talrig Række højt ansete skandinaviske Forskere fra *N. P. Angelin* (1805—70) til Nutiden. Yderligere maa ogsaa i denne Henseende nævnes forskellige nordamerikanske Palæontologer, navnlig *C. E. Beecher*. I den ældste siluriske Afdeling findes en Mængde forskellige regelmæssig udviklede

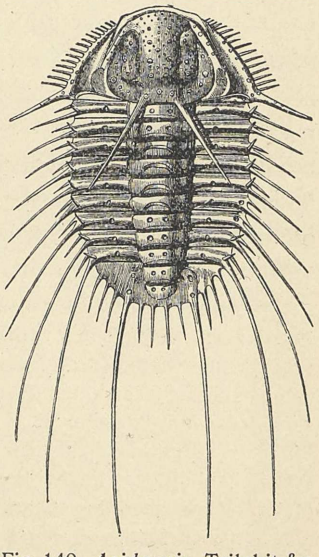


Fig. 140. *Acidaspis*. Trilobit fra Silurformationen.

*) Nogle Forskere antager, at Eurypterus netop er en typisk Ferskvandsform, der kun af og til skylledes ud i Havet og blev begravet sammen med de der levende virkelig marine Former. Netop den sjældne og tilsyneladende tilfældige Forekomst i disse marine Dannelser og senere hyppige Forekomst i typiske Ferskvandslag synes at tale for Rigtigheden af denne Opfattelse.

Trilobiter særlig af Slægterne *Illaenus*, *Megalaspis* og *Acidaspis* (Fig. 140). Af Slægten *Asaphus* fandtes Arter, der naaede Længder paa over $^1/_2$ Meter. Mange andre kan nævnes, saaledes ogsaa den lille sirlige Form *Trinucleus* (Fig. 141), som er Ledeforstening i Trinucleusskiferen paa Bornholm og andet Steds.

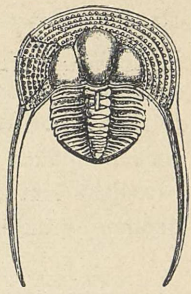
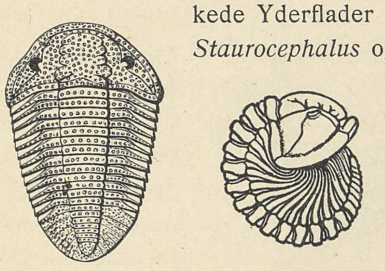


Fig. 141. *Trinucleus*. Trilobit fra Silurformationen.

I Løbet af Silurtiden undergaar adskillige af Trilobiterne en mærkelig Udvikling. Mange Former som den Fig. 142 afbildede *Calymene* faar den Evne at kunne rulle sig sammen ligesom et Pindsvin, aabenbart til Beskyttelse mod en eller anden Fjende. Andre Former faar spidse, langt udstraalende Pigge som den i Fig. 140 gengivne *Acidaspis* eller tornede og takkede Yderflader som de i Fig. 143 gengivne Former af *Staurocephalus* og *Deiphon*. Hos nogle Arter, der maa antages at være søgt ud paa dybere Vand for der at søge Fred, bliver Øjnene til mægtige Forstørrelsesglas fuldstændige Linsefyr, der er sammensat af tusinde Linser eller Facetter. Hos andre vokser Øjnene ligesom hos visse nutidige Krebseformer ud paa lange Stilke, hvor de er bevægelige og kan udspejde Omgivelserne til alle Sider, saa at Dyret i Tide kan blive advaret mod de sig nærmende Fjender. Alle disse formentlige Hjælpemidler til at trodse og undgaa deres Fjender kunde dog kun til en Tid holde Trilobiterne oppe i Tilværelseskampen. De udtyndes overordentlig stærkt i Artsrigdom og Størrelse og uddør som nævnt hurtig i de paafølgende Tidsrum. Flere Forskere mener, at de Angreb, som Trilobiterne gennem deres Omdannelser bærer Vidnesbyrd om at have været udsat for i den siluriske Tids senere Afsnit, er kommet fra nogle netop nu opdukkende farlige Rovdyr, de talrige i Silurtiden opstaaede Blækspruteformer, særlig af



a *b*

Fig. 142. *Calymene*. Trilobit fra Silurformationen. *a* udstrakt; *b* sammenrullet.

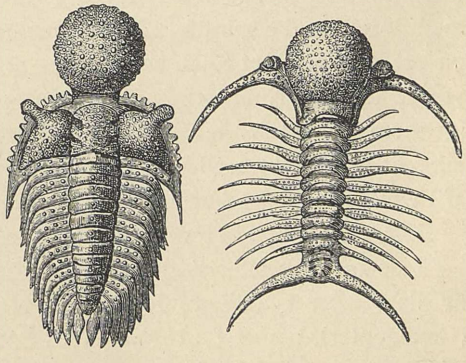


Fig. 143. *Staurocephalus* og *Deiphon*. Trilobiter fra Silurformationen.

Nautilidernes Orden. Forløberne fandtes allerede i den kambriske Tid, men nu i Silurtiden naar de en overordentlig rig Fylde og Udvikling. Af Blæksprutternes første Orden Nautiler *Tetrabranchiater* er der i Nutiden kun en Slægt *Nautilus* med kun 6 Arter, der med deres spiralsnoede smukke Perlemoderskal i Godtvejr flyder omkring i Vandskorpen i tropiske Have, men ved det mindste Tegn paa Fare trækker sig ind i Skallen og lader sig synke ned i Vandet. Disse Dyr, der nutildags ikke spiller nogen synderlig Rolle, er en lille tilovers bleven Stamme af den vældige Hær af Nautilider, der i mangfoldigt forgrenede Familier og Slægter beboede Fortidens Have. Alene fra Silurformationen kender man 1800 forskell. Arter, hvoraf ca. 1000 Arter af Slægten *Orthoceras* (Fig. 144 *e*). Af disse „Rethorn" har man i svensk Silurkalk fundet Eksemplarer paa 2—3 Meters Længde. De havde i Modsætning til Nutidens Nautiler med deres smukt spiralformigt sammenrullede og sammenvoksede Skal, en ret, kegleformet Skal, sammensat af Kamre med buede Kalkskillevægge ligesom Nautilerne med et Hul gennem hver Kammervæg, hvorigennem Dyret, der levede i det yderste Kammer, ved en Hudstreng eller et Rør *Sipho* stod i Forbindelse med sin tidligere beboede „Suite af Værelser". Andre Former var „Krumhorn" som *Cyrtoceras* (Fig. 144 *f*) og delvis eller helt spiralformigt oprullede som *Lituites* (Fig. 144 *b*).

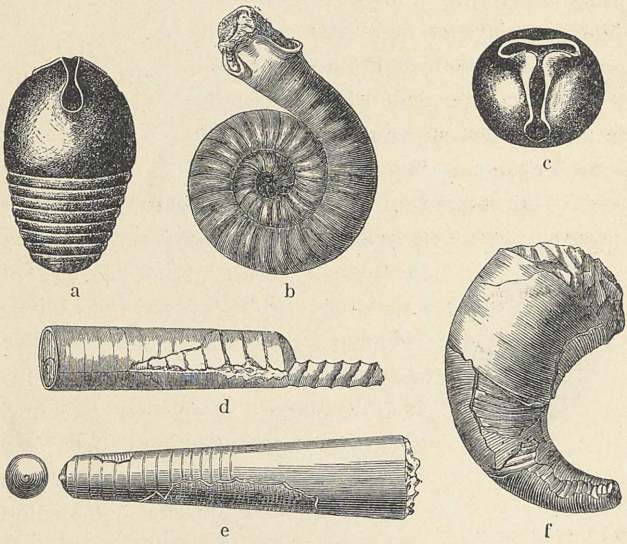


Fig. 144. Siluriske Nautilider. *a Gomphoceras; c* Skallens Aabning af samme Dyr; *b Lituites; d Endoceras; e Orthoceras; f Cyrtoceras* (efter Zittel).

I de ældste siluriske Dannelser i Europa træffer man ikke synderlig flere eller tydeligere Fiskeleveringer end i de kambriske Lag (Conodonter), men i Colorado i U. S. har man flere Steder i Lag fra ældre Silur truffet endogsaa store Mængder af Fiskelevninger, særlig Skjoldplader, dog ogsaa Ryghvirvler, men i saa slet Bevaringstilstand,

at de ikke har kunnet bestemmes nærmere. De er saa ætsede og ødelagte, at der er stærk Formodning om, at de har været underkastet en Fordøjelsesproces; i Realiteten altsaa Koproliter, Vidnesbyrd om kraftige Rovdyrs (Rovfiske) massevise Fortæring af svagere Former (smgl. Side 266).

I de yngre siluriske Dannelser er der derimod adskillige Steder fundet Levninger af Fiskeformer, der dels staar de senere beskrevne Skjoldfisk, dels den nulevende Stør nær*).

De siluriske Dannelser ligger ovenpaa og har omtrent den samme Udbredelse som den kambriske Formation. De er, som omtalt, nøje studeret i Sverig og Norge, hvor Lejringsforholdene mange Steder er særdeles regelmæssige, og Lagstillingen ikke har undergaaet nogen synderlig Forandring, siden Lagene blev aflejret i den palæozoiske Tids Hav. Saavel flere Steder i Sverig som i Norge særlig ved Kristianiafjord er der Profiler tilgængelige, der viser Lagene, der er afsat lige fra den arkæiske Tid til Silurtidens Slutning. Som Eksempel kan her hensættes Fig. 145 et skematisk Profil, der viser Lagfølgen i Falbygden, Strækningen omkring Falköping i Vestergøtland, Sverig. Underst findes Urbjerg *(u)* d. v. s. arkæiske Gneislag, der dækkes af et paa Figuren antydet Konglomeratlag, der er opstaaet ved, at Gneisen gennem et langt Tidsrum før den kambriske Tids Begyndelse har været hævet op over Havet og udsat for Forvitring. Der ovenpaa er lejret de kambrisk-siluriske Lag i regelret Følge.

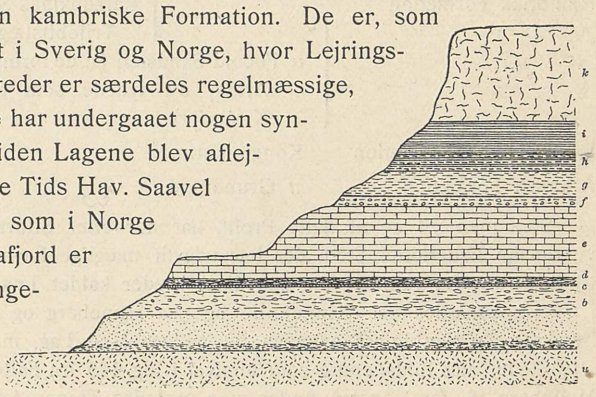


Fig. 145. Skematisk Profil af Lagene i Falbygden (efter Nathorst).

Hele Profilet regnet ovenfra nedad er følgende:

	k Diabas
Yngre Silurformation	*i* Øvre Graptolitskifer

*) Saaledes beretter *A. Geikie*, at man ved Ludlow i Shropshire finder et meget udstrakt, men kun 8—10 Centimeter tykt Lag, der bestaar af en brun Lermasse i den Grad opfyldt med Levninger af Fisk — Tænder, Skæl, Finnestraaler m. m. — at Laget har faaet Navn af *Ludlow-Bonebed*. Fra dette og omgivende siluriske Lag kender man 14 forskellige Fiskearter, nærstaaende ved de Former, som senere vil blive beskrevet fra den devoniske Tid.

Ældre Silurformation	*h* Brachiopodskifer. *g* Trinucleusskifer (Trinucleus: en Trilobitslægt). *f* Chasmops Kalk (Chasmops: en Trilobitslægt). *e* Orthocer-Kalk (Orthoceras: en Blæksprutteslægt). *d* Nedre Graptolitskifer. *c* Ceratopyge-Kalk (Ceratopyge: en Trilobitslægt).
Kambrisk Formation	*b* Alunskifer: Dictyonema-Skifer (Dictyonema: en Graptolitslægt). Olenus-Skifer (Olenus: en Trilobitslægt). Paradoxides-Skifer (Paradoxides: en Trilobitslægt). *a* Fucoid-Sandsten (af de formentlige Aftryk af Fucus-Arten, nu tydede som Slæbespor, maaske af Krebsdyr).
Prækambrisk Formation	Konglomerat.
Arkæisk Formation	*u* Grundfjeld.

Som man vil se af dette Profil, har der efter Silurtidens Slutning fundet vulkanske Eruptioner Sted, der har udgydt mægtige Lavadækker, der er stivnet til Diabas, fra gammel Tid paa disse Steder kaldet Trap. Flere andre Steder i Sverig, saaledes paa Kinnekulle og paa Huneberg og Halleberg, finder man lignende Traplag lejret ovenpaa de palæozoiske Lag, men Lagfølgen er ikke alle Steder saa fuldstændig som angivet i Fig. 145 fra Falbygden. I Huneberg og Halleberg (S. for Venern) finder man saaledes Trapen lejret umiddelbart ovenpaa „Nedre Graptolitskifer", hvad der anses som Bevis paa, at Lagene efter Silurtidens Slutning blev hævet op over Havets Niveau og gennem lange Tidsrum udsat for en dybt indgribende Forvitring og Denudation, der visse Steder som ved Huneberg og Halleberg bortførte de overliggende Lag helt ned til „Nedre Graptolitskifer", men andre Steder som i Falbygden af ukendte Aarsager ikke var saa gennemgribende. Efter at denne Denudation, der nødvendigvis forudsætter, at Lagene var hævet over Havet, skete der fra nu ukendte Kratere hæftige vulkanske Udbrud, der lod Lavaen flyde ud over Falbygden, Kinnekulle, Huneberg og Halleberg. Senere hen fortsattes Denudationen gennem Tidernes lange Løb saaledes ogsaa gennem Istiden, under hvilken Indlandsisens kraftige Skruphøvl tog mangen dyb Spaan af Sverigs Overflade. Men nu havde de af Trap dækkede Strækninger netop ved Diabasens sejge og haarde Dække faaet et Beskyttelsesmiddel. De bløde palæozoiske Dannelser, der var dækket af Trapens stærke Hjelmhat, kom derved til at staa frem som ret anselige Taffelbjerge over Omgivelserne, hvor de palæozoiske Lag, der ikke var saaledes beskyttet, havde undergaaet en dybtgaaende Forvitring og Denudation, saa at Isen havde let ved at afhøvle og bortfeje de sidste Rester og føre dem med sig som Moræneblokke ud over Danmark og Nordtyskland, hvor man pletvis finder kambriske og siluriske Blokke fra Sverig i stort Antal.

I Skaane, hvor de kambrisk-siluriske Dannelser ogsaa har en stor Udbredelse, er de blevet beskyttet paa anden Maade. Fra Kullens massive Grundfjeldsknold strækker sig mod Sydost lige til Østersøen en tydelig udpræget Brudlinje. Nord for dette gamle Ar i Jordskorpen træffes omtrent alle Steder Grundfjeldet, men Syd for Linjen de kambrisk-siluriske Stenarter. Der har altsaa

langs Linjen foregaaet en Forskydning af Lagene paa mange hundrede Meter. Hvad der ligger Syd for denne „Forkastningslinje“ er blevet sænket i Dybet, men netop Beliggenheden i denne Gravforsænkning har beskyttet de kambrisk-siluriske Lag Syd for Linjen, medens Lagene Nord for Linjen, der ikke krøb i Skjul og savnede denne Beskyttelse, de fleste Steder er denuderet helt ned til Grundfjeldet.

Paa Gotland og Øland findes, som allerede berørt, ligeledes samme Lagfølge af kambrisk-siluriske Dannelser med noget efter Lokaliterne vekslende Stenarter. Den røde „Ølandssten“ (Orthocerkalk) har ret betydelig Anvendelse som Bygningssten. Tilsvarende Lag er udbredt over mange tusinde Kvadratkilometer paa den anden Side af Østersøen i de russiske Østersøprovinser.

I Norge har man ogsaa udmærkede Profiler, der strækker sig gennem mange Lag af kambriske og siluriske Dannelser. En Mængde forskellige Geologer har indlagt sig Fortjenester af Videnskaben ved Studiet af Forholdene navnlig omkring Kristianiafjord. Man maa blandt disse Forskere særlig nævne *Th. Kjerulf* (1825—88) og *W. C. Brögger* (f. 1855). Man kan i de norske palæozoiske Lag skelne mellem 10 forskellige Etager foruden en Mængde Underafdelinger af disse. I det væsentlige efter *K. O. Bjørlykke* kan man gengive Lagrækken paa følgende Maade, idet dog Lagfølgen i Naturen er den omvendte af den nedenfor anførte, saa at altsaa de først opførte Lag er de ældste og underste, de sidst opførte de yngste og øverste.

Arkæisk Formation		Grundfjeld.
Kambrisk Form.	1. Etage	Sparagmiter. Sandsten. Konglomerater derover nogle Steder grønlig Skifer: *Olenellus*-Skifer, efterfulgt af sort Skifer med *Paradoxides* og *Agnostus*.
	2. —	Alunskifer med Konkretioner af Antrakonit med mange Trilobiter. Alunskifer, øverste Lag *Dictyograptus*-Skifer (D. er en Graptolit)
Ældre Silur-Form.	3. —	Graptolitskifer. Orthocerkalk.
	4. —	Trinucleus-Skifer. Chasmops-Kalk.
	5. —	Bestaar mest af Kalksandsten samt Konglomerater og danner Overgangen mellem ældre og yngre Silur. I denne Etage begynder Koraller at blive almindelige.
Yngre Silur-Form.	6. —	Bestaar mest af Lerskifer.
	7. —	Mægtige Kalklag, der indeholder Søliljer og Brachiopoder.
	8. —	Bestaar ogsaa hovedsagelig af Kalklag med enkelte Skiferlag, som tildels indeholder egne Former af Graptoliter.
	9. —	

Devonisk Form.	10. Etage	Over de siluriske Skifer- og Kalklag optræder som enkelte spredte Rester paa Strøget mellem Mjøsen og Langesundsfjorden 3—400 M. mægtige Lag af Sandsten, dels af graa-grøn, dels af gul-rød Farve. I løse Blokke af denne Sandsten er fundet Rester af Fisk fra Devontiden. Ligeledes er der ved Hyen i Nordre Bergenhus Amt i en tilsvarende 1000 M. mægtig Sandstendannelse fundet utydelige Rester af devoniske Planter.

Ved Slutningen af de heromtalte Tidsrum skete der ogsaa i Norge mægtige Eruptioner. De derved frembrydende Masser har som Porfyrdækker (Rhombeporfyr m. m.) tildels beskyttet Kristianiafjordens Silurdannelser mod Denudationen paa lignende Maade som Diabasdækkerne i Sverig. Disse Eruptioner hænger tilsyneladende sammen med Dannelsen af den norske Fjeldkæde og vil blive berørt senere hen.

Som allerede berørt har de siluriske Dannelser en stor Udbredelse i England, særlig i Cornwall og Wales, i det sydlige Skotland og nordlige Irland. Lagene her slutter sig med Hensyn til Forsteningerne i mange Henseender til de ovenfor beskrevne Forhold i Skandinaviens Silur. Derimod viser Bøhmens Silurdannelser ligesom de kambriske Dannelser, som omtalt Side 250, en selvstændig Udvikling. De forenede Staters og Canadas siluriske Dannelser er derimod i mange Forhold overensstemmende med Nordeuropas Silur, saa at man maa antage, at der fra Rusland over Skandinavien og England helt over til Nordamerika har bredt sig et Hav i Silurtiden.

Mod Nord har dette Hav bredt sig langt op i arktiske Egne, da man paa Spitzbergen i Heklahook-Dannelserne har mægtige Lag, som, skønt de ikke indeholder Forsteninger, i Almindelighed regnes for siluriske. De er overlejret af devonisk Sandsten.

I Egnene om Øvre-Mississippi i U. S. er der i den siluriske Formations Lag mange Steder betydelige Forekomster af Blyglans, der har udskilt sig i Gange og Hulrum. Malmen har stor teknisk Betydning som Blymalm, men er, skønt den findes i siluriske Lag, dog langt yngre end disse. Det er Infiltrationsgange dannet i Sprækker i den siluriske Kalksten i et Tidsrum nær op til Nutiden.

Devonisk Formation.

Denne Formation omfatter Dannelser af forskellig Art i de forskellige Lande. Navnet devonisk Formation blev af *Sedgwick* og *Murchison* først givet til c. 4000 Meter mægtige Lag af rød Sandsten med underordnede Konglomerat og Kalklag, som under Navn af den gamle røde

Sandsten: *Old Red* forekommer ikke alene i Devonshire, men ogsaa mange Steder mellem de yngste siluriske og de ældste Stenkuldannelser. Stenarten, der henregnes til „den gamle røde", er af noget forskellig Beskaffenhed, saa at man kan se, at Sandstenen dels er opstaaet af Sandlag af ren marin Oprindelse, dels af Sandlag, der er opstaaet i Saltsøer og i ørkenagtige Egne, der til Tider har været udsat for Oversvømmelser ved Skybrud, eller naar Saltsøerne steg over deres Bredder. Største Delen af den gamle røde Sandsten antages at have netop denne sidste Oprindelse. Der er dog ogsaa Lag, som maa være aflejret i Ferskvandssøer. I Konglomeratlagene har man Rullestenlag opstaaet paa en tidligere Strandbred, men nogle af Konglomeratlagene synes at være af anden Art. De bærer Spor af oprindelig at have været Morænegrus, altsaa stammende fra Virkningen af en Isbræ eller Indlandsis. Stenene i disse Lag er ikke rullede, men kantstødte og forsynede med Skurstriber og naar Størrelser paa 2—3 Meter i Tværsnit. De tidligere løse Masser af Ler og Sand, som fandtes mellem Moræneblokkene, er i Tidens Løb blevet hærdet og omdannet, saa at det hele danner et fastsammenhængende Konglomerat. En saadan forstenet Moræne fra Devontiden har man fundet i Cumberland og Westmoreland i det nordlige England og i det vestlige Skotland. Man maa antage, at Bjergene i Skotlands Højlande i den devoniske Periode var meget højere end nu, saa at deres Rygge ragede op i den evige Snes Regioner og bar Snefoner, hvorfra store Isbræer skød sig ned mod Vest og Syd og afsatte de Moræner, som nu findes indlejret iblandt Lagene i „Old Red". Hovedmassen af Lagene udgøres dog af Sandsten opstaaet paa før omtalte Maader dels i Havet dels i Ørkner og Saltsøer.

Sandsten af lignende Beskaffenhed som den engelske er, som allerede omtalt, fundet i den vestlige Del af Norge og ligeledes paa Spitsbergen. I Rusland dækker mægtige devoniske Lag en Strækning af omtrent 450000 Kvadratkilometer i to Bælter, der fra Kurland dels gaar i nordostlig Retning lige op til Archangelsk, dels i sydostlig Retning over Tula helt til Uralkæden. Ligeledes findes disse Dannelser udbredt i Sibirien. Ogsaa i Nordamerika har man Devonlag meget lignende den gamle røde Sandsten. Desuden har man flere Steder i Tyskland — fx. de rhinske Skiferbjerge — Belgien, Frankrig, Nordafrika og yderligere baade i Nord- og Sydamerika samt Australien meget forskelligartede Stenarter (Skifre, Kalksten m. m.), som paa Grund af deres Lejringsforhold og Indhold af Forsteninger maa anses for at være af devonisk Alder. Flere Steder findes Kullag og de yngre devoniske Lag i Nordamerika, særlig i Staterne Pennsylvanien, New York og tildels West-Virginia indeholder Petroleum og naturlig Gas.

Der er altsaa en betydelig Faciesforskel mellem de devoniske Dannelser paa de forskellige Steder svarende til, om disse Dannelser er blevet aflejret paa tørt Land, i Ferskvandssøer, i Floder, i Saltsumpe og i Havet dels langs Kysten, dels længere ude paa dybere Vand. Plante- og Dyrelevningerne, der forekommer i de forskellige Lag, støtter ganske de ved Stenartsbeskaffenheden vundne Anskuelser om Lagenes forskelligartede Dannelsesmaade.

Foruden disse forsteningsførende Lag har man, som nævnt, desuden Lag, der tyder paa, at der har været Isbræer i Virksomhed. Yderligere viser det sig, at der har fundet Foldninger og Forskydninger af Jordskorpen Sted i Devontiden samtidig med, at der har fundet Udbrud af Lavamasser Sted, der nu viser sig som Diabas- og Syenitgange og Laccoliter eller som Porfyr-Dækker. Til Diabaserne er flere Steder, navnlig i Tyskland, knyttet Malmgange, der indeholder Jern- og Zinkmalme af økonomisk Betydning.

De devoniske Dannelser kan i de forskellige Lande deles i noget forskellig benævnte Afdelinger karakteriseret ved Forekomsten af forskellige Forsteninger. Det vil dog føre os for vidt nærmere at komme ind paa at karakterisere de enkelte Afdelinger, men vi maa nøjes med en Oversigt over Flora og Fauna for hele Devontiden under et. Man maa dog stadig ved disse Oversigter erindre, at det sikkert kun er en ganske lille Brøkdel af de Organismer, der oprindelig har været til Stede, hvoraf der nu findes Levninger. Særlig gælder det naturligvis det faste Lands Beboere, som i de fleste Tilfælde efter Døden vil forsvinde sporløst og kun naar de kommer ud i en Sø eller Havet, har nogen Udsigt til at blive bevarede som Aftryk eller Forstening.

Landjordens Flora og Fauna. Saavel træagtige som urteagtige Bregner var, saavidt vi kan dømme efter de bevarede Aftryk, de herskende Planter i Devontiden. De var tilstede i et ret betydeligt Antal Former, dels ægte Bregner, dels Former paa et højere Udviklingsstadium midt mellem Bregner og Koglepalmer, de kaldes *Cycadofilices*. Der fandtes ogsaa flere af de træagtige Former af Padderokker og Ulvefødder, som senere hen i Kulperioden kommer til at spille saa stor en Rolle. Af andre ganske træagtige Former helt op til 40 Meters Højde fandtes Repræsentanter paa Familien *Cordaites* nu uddøde Nøgenfrøede, som menes at danne et Overgangsled mellem Koglepalmer og Naaletræer. Ligeledes fandtes Repræsentanter for en helt uddød Plantegruppe *Sphenophyllaceae* Overgangsformer mellem de blomsterløse og Blomsterplanterne. Det var urteagtige Planter voksende paa sumpig Bund eller i Ferskvand med leddede Stængler og kransstillede Blade.

Listen over Landdyr er sikkert endnu ufuldstændigere, men man

har dog fundet Skorpioner, Tusindben, Edderkopper, forskellige Billearter og Døgnfluer, hvoraf en Art fra New Brunswick (Canada) havde et Vingefang af c. 12 Ctm. Der menes ogsaa at være fundet Levninger af Landsnegle. Man har Krybespor og Fodmærker, efter hvad man maa antage, af Urpadder, Former nærstaaende ved dem, der findes Levninger af i Kulperioden, men kun Sporene og ikke selve Dyrelevningerne er fundet i devoniske Lag.

Der er fundet Ferskvandsformer af Snegle og Muslinger samt af Ferskvandskrebsdyr, saaledes de tidligere (under Silurformationen) omtalte Eurypterider.

Fiskelevninger findes i den gamle røde Sandsten i Skotland i visse Lag i store Mængder, saa at der derfra kendes c. 60 forskellige Arter. De tildrog sig der tidligt Opmærksomheden, saa at man endog har karakteriseret den devoniske Tid som Fiskenes Tidsalder. Selv om man herved tillagde Fiskenes Optræden i Devontiden en noget overdreven Betydning, er Forholdet med Hensyn til Fiskenes Forekomst af stor Interesse, ikke mindst med Henblik paa Udviklingslæren, saa at vi maa dvæle lidt ved Fiskelevningerne fra denne Tid.

Fiskene udgør den første Gruppe*) af Hvirveldyr og omfatter 5 Klasser, nemlig:

1. Kl. Rundmunde: *Cyclostomi* { Slimaal, Lampretter
2. — Tværmunde: *Selachii* { Hajer, Rokker m. fl.
3. — Ganoider: *Ganoidei* { Stør, Egl. Ganoider
4. — Lungefisk: *Dipnoi*
5. — Benfisk: *Teleostei.*

Benfiskene, som nu udgør den langt overvejende Mængde af Fiskene, og hvoraf der nu findes mange tusinde forskellige Arter, fandtes slet ikke eller var i hvert Fald kun lige begyndt at optræde i Devontiden, hvorimod de andre Klasser spillede en stor Rolle, saaledes: Ganoiderne, som nu kun forekommer i faa Former, blandt hvilke Bikiren i Afrika og Pansergedden i Amerika er de mest bekendte. Ganoider nærstaaende ved disse Former havde i den devoniske Tid en

*) Nogle Zoologer regner Tvævlemunden *Amphioxus* som en helt selvstændig Gruppe, i saa Fald den laveste Gruppe, andre regner den derimod ind under eller nærstaaende ved Slimaalene.

meget vid Udbredelse i en Mængde forskellige Slægter, hvoraf i Fig. 146—48 gengives nogle af de mest karakteristiske.

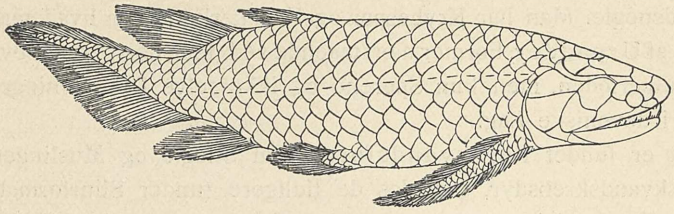


Fig. 146. *Holoptychius flemingi.* Frynsefinnet Ganoid. 1/8 naturlig Størrelse. Gammel rød Sandsten. Dura-Den. Skotland.

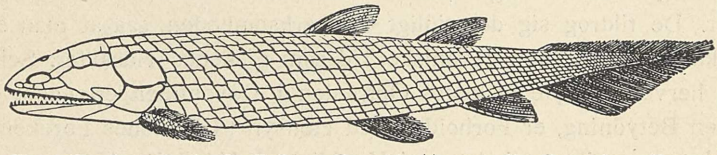


Fig. 147. *Osteolepis.* Luffefinet Ganoid. 1/4 naturlig Størrelse. Gammel rød Sandsten. Skotland.

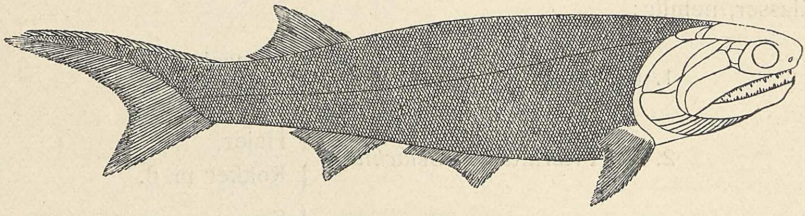


Fig. 148. *Cheirolepis trailli.* Rudeskællet Ganoid. 1/5 naturlig Størrelse. Gammel rød Sandsten. Skotland.

Desuden er der fundet Former, som menes at have staaet Støren nær. Skelettet har været delvis forbenet. Nær ved Ganoiderne staar Lungefiskene, som nutildags kun er repræsenteret i ganske faa Former som *Ceratodus* i Australiens Floder og *Protopterus* i Afrika. Af denne mærkelige Fiskeklasse, der aander ved Lunger, fandtes der i den devoniske Tid flere forskellige Former som ret anselige Fiske.

I Fig. 149 er gengivet en af de almindeligst forekommende Lungefisk *Dipterus valenciennesi* fra den gamle røde Sandsten i Skotland, der har ydet saa mange interessante Fiskeforsteninger. Desuden er der fundet Tænder og Finnestraaler af Hajer og maaske ogsaa Levninger af Rokker, som i hvert Fald optræder i den paafølgende Tid.

Skønt man altsaa vil se, at den devoniske Fiskefauna frembød et noget forskelligt Billede fra den Fiskefauna, som nu færdes i vore Have, var de nævnte

devoniske Fisk dog virkelige Fisk i ikke fjærnt Slægtskab med de ganske vist kun faa nulevende Eksemplarer af deres den Gang saa blomstrende, men nu saa stærkt udtyndede Stamme. Ganoiderne nærmer sig ved flere uddøde Led

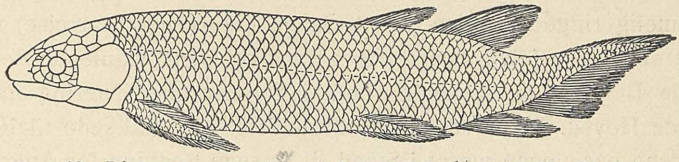


Fig. 149. *Dipterus valencienesi.* Lungefisk. $^1/_5$ naturlig Størrelse. Gammel rød Sandsten. Skotland.

op ad til Benfiskene, og nedad i Rækken staar Lungefisk, Ganoider og Stør ved visse indre Bygningsforhold i Slægtskab med Stamfædrene til de nulevende Bruskfisk Hajer og Rokker. Bruskfiskene er atter nær beslægtede med de benløse: Lampretter og Slimaal, af hvilke man som nævnt Side 256 allerede fandt Spor i de siluriske Dannelser. Som omtalt antager mange, at Slimaalene er i Slægtskab med den lavest staaende Fisk Trævlemunden *Amphioxus*, der atter viser Slægtskabsforbindelse med Sækdyrene.

Men foruden de ovenfor beskrevne Fisk findes der i de devoniske Lag Levninger af andre fiskelignende Former, af hvilke der i Fig. 150—52 er gengivet nogle af de vigtigste. — *Pterichtys* (Fig. 150) „Vingefisken" havde et af Plader sammensat Hoved- og Kropskjold, desuden

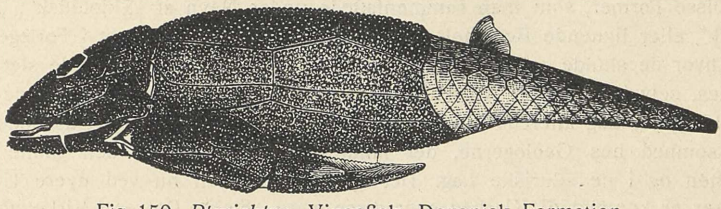


Fig. 150. *Pterichtys.* Vingefisk. Devonisk Formation.

leddede pansrede Forlemmer og skælklædt Hale. — *Cephalaspis* (Fig. 151) havde et halvmaaneformigt Hovedskjold, der paa hver Side var trukket ud i et „Horn" eller en Spids ligesom Trilobiternes Hovedskjold, hvilke Dyreformer den ogsaa lignede i andre Henseender.

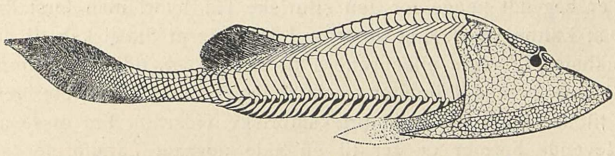


Fig. 151. *Cephalaspis.* Devonisk Formation.

I Fig. 152 er efter *W. Patten* gengivet en Afbildning af en tredie mærkelig Form *Bothriolepis*, der havde et kort skjolddækket Hoved med stilkede Øjne. Forkroppen var indesluttet i et kantet, stift Panser, og

Dyret havde ligesom Pterichtys pansrede leddede Forlemmer, hvorimod Bagkroppen og Halen var uden Beskyttelse. Adskillige andre Former af lige saa mærkværdigt Udseende kendes. Dyrene er gennemgaaende af temmelig ringe Størrelse (2—3 Gange Figurernes Størrelse) og har sikkert nok levet delvis begravede i Sand og Dynd, skjulende den ubeskyttede Bagkrop og pløjende rundt i Dyndet efter Næring med det pansrede Hoved. De havde svage Munddele, ikke skikkede til Forsvar, og Dyrene har næppe været i Stand til at søge Redning for Angreb ved synderlig hurtig Flugt. Der savnes ganske Analogier i nutidige Former, og de dør ud med den devoniske Tids Slutning.

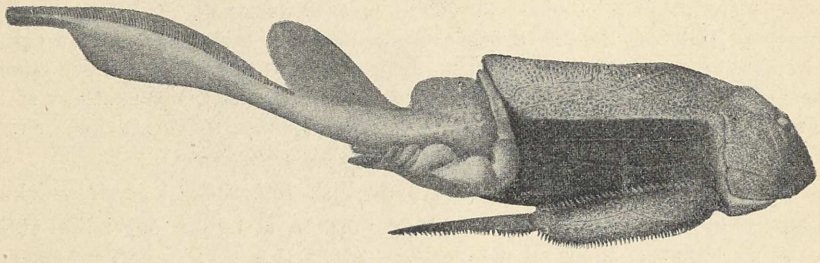


Fig. 152. *Bothriolepis* (efter Patten). Devonisk Formation.

Disse Former, som man sammenfattede under Navn af „Skjoldfisk", „Panserfisk" eller lignende Betegnelser, har man længe været meget i Forlegenhed med, hvor de skulde anbringes i Systemet, og man vil derfor se, at de slet ikke omtales, selv i zoologiske Værker, der giver sig meget af med de uddøde Dyr. De tildrog sig dog allerede for længe siden ved deres mærkelige Udseende Opmærksomhed hos Geologerne, der fandt deres Levninger i den gamle røde Sandsten og i de siluriske Lag. Det synes, som man nu ved nyere Undersøgelser er kommet til Klarhed over disse sære „Fisk". Det er i Virkeligheden maaske slet ikke Fisk i den egentligste Forstand, men der er fremsat den Anskuelse, at de bør grupperes ganske for sig under Navn Ostrakodermer, i Slægt med Krebsdyrene, en Anskuelse, hvortil flere af de ledende Geologer har sluttet sig. De forefundne Ostrakodermer, der viser ret differentierede Former, er ikke, som man tidligere var tilbøjelig til at antage, Fisk paa et begyndende lavt Udviklingstrin, men er sikkert Slutningsformer af en lang Udviklingsrække, der er begyndt længe før den siluriske Tid, hvori man først finder dem. Man mener at kunne paavise, at de staar i ikke fjernt Slægtskab til den endnu levende Dolkhale: *Limulus* eller rettere til dette Dyrs tidligste Stamfædre, der atter er i Slægtskab med Trilobiter og de tidligere nævnte Eurypterider, der kan spores helt tilbage langt ind i det prækambriske Tidsrum. Fra disse antagelig i Ferskvand levende Former er der til en Side udgaaet Landformer som Skorpioner m. fl., til en anden Side Krebsdyr som Eurypterider i de ferske Vande og Trilobiternes Vrimmel i Havet og endelig som vist Ostrakodermerne. Disse „Skjoldfisk" maa altsaa opfattes, om man saa kan sige, som Naturens første Forsøg paa at danne Fisk med Krebsdyrenes Stamfædre som Udgangspunkt. Som man ser, blev der herved frembragt en hel stor Række fiske-lignende

Former, der i lange Tidsrum kan antages ret vel at have udfyldt Fiskenes almindelige Funktioner i de palæozoiske Ferskvandssøer og som i den devoniske Tid naaede den højeste Grad af Udvikling, disse Former skulde naa. Men de maatte hurtigt bukke under, da der indfandt sig virkelige Fisk, fremkomne gennem en helt anden Udviklingsgang*) udstyrede med Ganoidernes Knusetænder og Hajernes frygtelige Tanddolke. Denne Anskuelse om „Skjoldfiskenes" Plads og Oprindelse har meget tiltalende ved sig og savner ikke Analogier fra andre Udviklingsrækker indenfor Dyreriget, saaledes i Forholdet mellem de pattedyrlignende *Theriodontae* og de virkelige Pattedyr, som senere skal berøres.

Foruden de beskrevne Fiskeformer findes der i de devoniske Lag en Mængde andre Havdyr nærbeslægtet med de under Silurtiden beskrevne Typer. Det vil føre for vidt at gennemgaa mer end nogle ganske enkelte Former.

Trilobiterne er det gaaet stærkt tilagters med, saa at man kun kender c. 100 devoniske Arter, hvorimod de kambrisk-siluriske Arter, som nævnt, kunde tælles i tusindvis.

Blandt Nautiliderne dukker der Former op som *Clymenia* og *Goniatites*, der er ligesom Forvarsler om de senere saa talrigt udbredte Ammoniter. Skillevæggene mellem Kamrene hos de fleste før-devoniske Nautilider (Orthoceras o. s. v.) var regelmæssigt indbuede som hos de nulevende *Nautilus*. Hos de i Devontiden optrædende Clymenier og Goniatiter, der ligesom Nautilus og Ammoniterne er spiralsnoet sammenvokset, er Skillevæggene *zikzak*-bøjet i store Folder, der, efterhaanden som Udviklingen skrider frem gennem de paafølgende Tidsrum, gaar over til Ammoniternes vidunderlig indviklede krusede „Lober", hvis Formaalstjenlighed ikke er let at forstaa.

Snegle, Muslinger, Brachiopoder, Koraller og lavere Dyreformer fandtes i Mængde, og, som tidligere omtalt (Side 226), har man fundet Kullag, formentlig opstaaet af Tang i Havet.

Allerede i Silurtiden var der i Skotland begyndt en kraftig bjergkædedannende Virksomhed, hvorved en Del af Gneislagene i de skotske Højlande blev sammenskudt i store Buer. Senere ved Slutningen af den gamle røde Sandstens Dannelsestid fortsattes denne Foldningsproces og strakte sig fra Skotland gennem det vestlige Norge helt op til Spitsbergen under Dannelsen af den norsk-kaledoniske Bjergkæde**). Samtidig hermed fremkaldte Jordskorpebevægelserne stærke

*) Nogle Forskere antager dog (eller antog), at Ganoiderne nedstammer fra Skjoldfiskene

**) Kaledonien var det gamle Navn paa Nord-Skotland. Forvitringen og Denudationen har i det lange Tidsrum, der er hengaaet siden den norsk-kaledoniske Bjergkædes Opkomst, virket stærkt nedbrydende, og Ørkenøerne og Shetlandsøerne er Ruinerne af den tidligere Forbindelse mellem Skotland og Norge.

Sønderbrydninger og Forskydninger efter bestemte Brudlinjer i Egnen om Kristianiafjord.

Væsentlig efter den norske Geolog *K. O. Bjørlykke* hidsættes følgende Beskrivelse af Forholdene i Norge: „Silurlagene maa være afsat paa dybt Vand, men i Begyndelsen af Devontiden steg Landet. Der dannede sig en mægtig Rynke i Jordskorpen i SSV.-NNO.-lig Retning over det vestlige og nordlige Norge nordover til Spitsbergen og sydvestover til Skotland, dette var Anlæget af den norske Fjeldkæde.

Paa samme Tid opstod SO. for Fjeldkæden, i Strøget mellem Mjøsen, Kristianiafjord og Langesundsfjord vældige Sprækker. Jordskorpen spaltedes derved i Flager. hvoraf nogle sank ned, medens Fjeldgrunden i Øst og Vest blev staaende igen. Det sunkne Parti benævnes af Geologerne „Kristianiafeltet". Ved Begyndelsen af Fjeldkædedannelsen og under Indsynkningen af Kristianiafeltet trængte eruptive Smeltemasser op fra Dybet og dannede de store, yngre Eruptivmasser i Norge. De vigtigste af disse er Jotunfjeldenes Gabbromasser Gabbro og Granit i Sogn, Hallingdalen (m. fl. St.). Disse Eruptivmasser er dog blevet stærkt omdannede under Fjeldkædedannelsen, saa at de nu mange Steder har faaet et gneisagtigt Præg. Mindre omdannet er Gabbromasserne ved Ekernsund Lofoten, Lyngenfjeldene (m. fl. St.). I Kristianiafeltet trængte ogsaa Smeltemasser frem, disse randt dels udover som Lavastrømme i Overfladen og dannede Porfyrdækker, dels størknede de under Overfladen og dannede Dybbjergarterne Gabbro, Syenit og Granit; de sidste Eruptivmasser trængte frem paa Sprækker og dannede Diabas- eller Grønstengangene.

I Kristianiafeltet, hvor store Flager af Jordskorpen sank ned — i det sydlige henimod 2000 Meter — blev Silurlagene bevaret dels ved Indsynkningen, dels derved, at de blev dækket og beskyttet af Porfyrdækker og andre Eruptivmasser. I de tilgrænsende Strøg baade mod Vest og Øst har derimod de nedbrydende Kræfter under de paafølgende Tidsrum borttæret og bortført baade Porfyrdækkerne og Silurlagene, saa at Grundfjeldet nu træder i Dagen. Ogsaa en Del af Grundfjeldet er maaske strøget med under denne lange Denudationsperiode."

Kulformationen.

Under den egentlig produktive Kulformation findes mange Steder ovenpaa de devoniske Lag uden skarp Grænse lejret en mægtig Lagserie dels bestaaende af Konglomerat, Sandsten og Skifer dels af Kalklag. Disse Lag gaar dels under Navnet *Culm**), dels Bjergkalken eller eller den subcarboniske Afdeling. Disse Lag naar i England og Irland en Mægtighed af c. 1500 Meter og findes ogsaa i anselig Mægtighed mange andre Steder i og udenfor Europa, hvor Kulformationen optræder. Culmlagene er dannet i Saltvand og indeholder ofte Levninger af en Mængde forskellige Havdyr tildels af de samme Typer, som fandtes i Devontiden. Trilobiterne er dog sunket ned til en enkelt Slægt, og „Skjoldfiskene" synes paa det nærmeste at være uddøde, derimod

*) *Culmbeds* er en engelsk Betegnelse, først benyttet i Devonshire for urene Kullag. Culm betyder egentlig „Smeddekul".

er Ganoider og andre Fisk, særlig Hajer, tiltaget i en mægtig Grad, saaledes at man fx. fra en Underafdeling „Mississippian“ i U. S. kender 400 forskellige Hajarter*). Søliljer findes i overordentlig stort Antal og i mangfoldigt varierende Former, og deres Stilke danner store Lag i Bjergkalken. Koraller, Bryozoer og forskellige tildels meget store Former af Foraminiferer: *Fusulina* danner ligeledes store Kalklag. Kiselsvampe har ogsaa været almindelig udbredt, og der er jævnlig opstaaet hele Flintlag i Bjergkalken af disse Dyrs sammenkittede Levninger.

Bjergkalkens Lag deles i en Mængde forskellige Underafdelinger, der væsentlig adskiller sig fra hinanden ved Forekomster af forskellige Brachiopoder, som udgør Ledeforsteningerne i disse Lag.

Efter Bjergkalkens Dannelse er der de fleste Steder sket en Hævning af Havbunden, saa at Aflejringen af den egentlige „produktive Kulformation“ er begyndt. Det er Sandsten, Lerskifer og Skiferler afvekslende med mere eller mindre rene Lag af Stenkul. Stenartsbeskaffenheden og Aflejringsmaaden viser, at der til Tider er skyllet Ler og Sand ud i lavvandede Ferskvandsdamme eller flade Laguner, til andre Tider har de saaledes dannede Jordlag udgjort en Vokseplads for den ene Skovgeneration efter den anden af de senere beskrevne ejendommelige „Kulplanter“, hvorved der er opstaaet de anselige Aflejringer af organisk Stof, hvis forkullede Rester nu findes som Stenkullag. De aflejrede organiske Stofmasser blev atter overdækket af Sand og Ler, der paany tjente som Vokseplads for Planter, der atter blev overdækket af uorganisk Sediment. Denne Vekslen af organisk og uorganisk Sediment har været gentaget mange Gange i Stenkultiden, men selve Kullagene udgør dog kun en meget ringe Del af de ofte meget mægtige Lag. I Sydwales findes fx. saaledes c. 4000 M. Kulformation, hvori 76 Kullag tilsammen 32 M. tykke. I Ruhregnen i Rhinprovinsen findes c. 3000 M. Kulformation med 176 Kullag, hvoraf de 70 er brugbare og indeholder tilsammen 81 M. Kul. I Schlesien 4500 M. Kulformation med 104 Kullag og 154 M. Kul o. s. v.

Foruden selve Kullagene har de sammen med Kullene forekommende Lag af ildfast Ler og de jævnlig forekommende Lag af Kuljernsten stor økonomisk Betydning.

Kulformationen er i Storbritannien udbredt over en Strækning af c. 27000 Kvadratkilometer som et bredt Bælte, der fra Skotland strækker sig Sydvest over til Wales (Antracit). Egentlig bestaar dette Bælte

*) Mange af disse Former havde ikke spidse Savtænder, men kraftige Knusetænder indrettet til at knuse Skaldyr med. Huden var ofte beklædt med piggede Benplader, ligesom der ogsaa fandtes mange Former med store Rygpigge: „Finnedolke“ ligesom den nulevende *Cestracion*.

af 10 forskellige Bassiner, som hver viser sine lokale Forskelligheder i Aflejringerne. Lignende basinformige Aflejringer med Kullag findes i Belgien, Frankrig og Elsass. Yderligere findes Kulformationen udbredt mod Øst i Rhinegnene, i Sachsen og Schlesien, hvor den dækker over 6000 Kvadratkilometer. Desuden i Bøhmen og Mähren og i Rusland, hvor Kullagene dog ikke er gode, over 2 Millioner Kvadratkilometer. I Kina mener man paa en Strækning af c. 3500 Kvadratkilometer i Shansi at have et Lag Antracit paa 5—9 M. Mægtighed. Ogsaa flere andre Steder i Kina kendes Kullag. Ligeledes i Japan, paa Sumatra, New Zealand, Australien og Sydamerika.

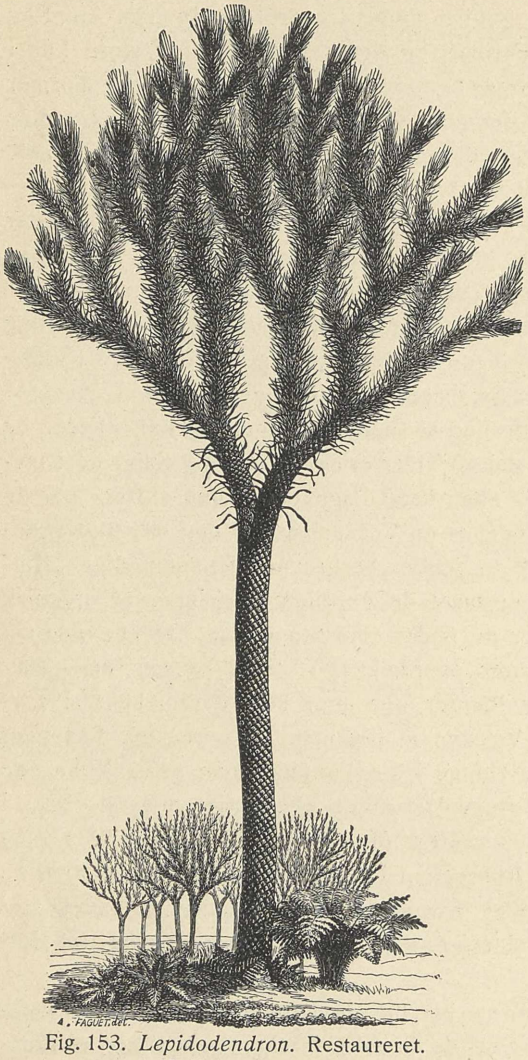


Fig. 153. *Lepidodendron.* Restaureret. Kulformationen.

Det største Kulomraade findes i Nordamerika, hvor man har beregnet, at Kulformationens Lag findes udbredt over c. 17 Mill. Kvadratkilom. De deles i flere forskellige store „Felter", der igen deles i en Mængde Underafdelinger.

Med Hensyn til Produktion er det vigtigste det appalakiske Kulfelt, der leverer alm. Stenkul, der er udbredt langs Vestaffaldet af Alleghanybjergene, hvortil slutter sig det mindre pennsylvaniske Felt, der udelukkende leverer Antracit.

Landjordens Flora og Fauna frembyder i Kulperioden omtrent samme Billede som i den devoniske Tid, men dog i langt større Fylde og Udvikling, saa at Kultidens Lag blandt de forskellige geologiske Af-

lejringer er af dem, der frembyder den største Interesse med Hensyn til de bevarede Plantelevninger. I selve Kullagene er Plantedelene i Reglen saa stærkt omdannet, at de ikke egner sig til Undersøgelse, skønt man dog ogsaa med Nutidens Metoder til Præparation af disse Lag har faaet gode Oplysninger. Derimod frembyder de omkring Kullagene lejrede Skifer-, Ler- og Sandstenlag ofte mange Planteaftryk i fortrinlig bevaret Tilstand. Bregner forekommer i en stor Mængde forskellige Arter. Træagtige Bregner er fundet med Stammer paa 20 Meters Længde, og buskagtige Bregner med Blade, der var 12 Meter lange, med en Bladstilk paa 35 Ctm. Tykkelse.

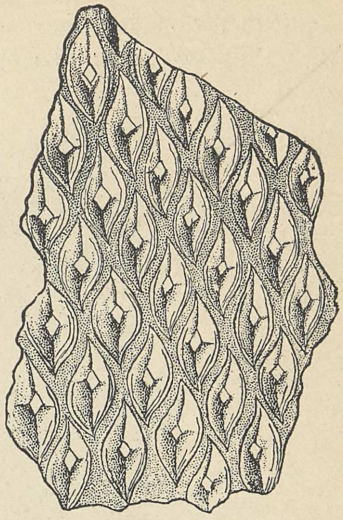


Fig. 154. *Lepidodendron.* Stammestykke med Bladar.

Ulvefødder, *Lycopodiaceae*, der nu kun danner smaa urteagtige Planter, var i Kultiden repræsenteret ved en Klasse *Lepidophytae*, hvoriblandt Former som *Lepidodendron* (Fig. 153), der kunde naa en Højde af 30 M. og have en Stamtykkelse af c. 2 M. Kun lidt mindre blev den nærstaaende *Sigillaria*. Begge Former endte i et ejendommeligt Rodsystem, som bærer Navnet *Stigmaria*, der udmærker sig ved et cylindrisk Midtstykke, hvorfra der udgik gaffeldelte Rødder (se Side 256, Fig. 132). Paa Stigmaria's Overflade ses smaa skaalformige Ar (heraf Navnet) i spiralsnoede Linjer omkring Rødderne og i regelmæssig Afstand fra hinanden. Det er Mærkerne efter en særegen Slags Sugerødder, som Stigmaria var forsynet med, hvis Tydning har givet Anledning til adskillige Stridigheder blandt Palæontologerne. Lepidodendron eller Skæltræet havde en rank Stamme med udpræget gaffeldelte Grene. Bladene var skælformede og Stamme og Grene regelmæssig besat med de rhombeformede Ar efter de affaldne Blade. Sigillaria havde færre Grene. Bladene var lange og smalle, forsynet med en Midtribbe og stillet regelmæssig i Rækker om Stammen. De efterlader ejendommelig seglignende sekskantede Ar (heraf Navnet). Padderokkerne

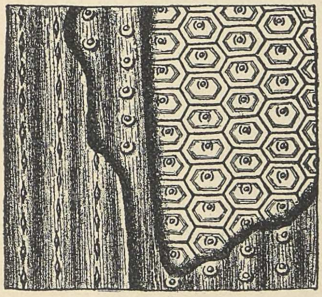


Fig. 155. *Sigillaria.* Den ydre Bark borttaget paa et Stykke af Stammen, saa at de sekskantede Bladar kommer tilsyne.

Equisetaceae fandtes ligeledes som hele Træer i Slægten *Calamites* (Fig. 156). De kunde blive op til 20 Meter, men naaede i Almindelighed kun 8—9 M. Længde. Stammen var ligesom hos de nulevende Padderokker hul og leddet og stribet paa langs, men forsynet med en tyk Bark (5 Ctm.), der indesluttede en Stamme med virkelig Ved med Tykkelsetilvækst. Træet var forsynet med kransstillede, smalle, lancetformige Blade.

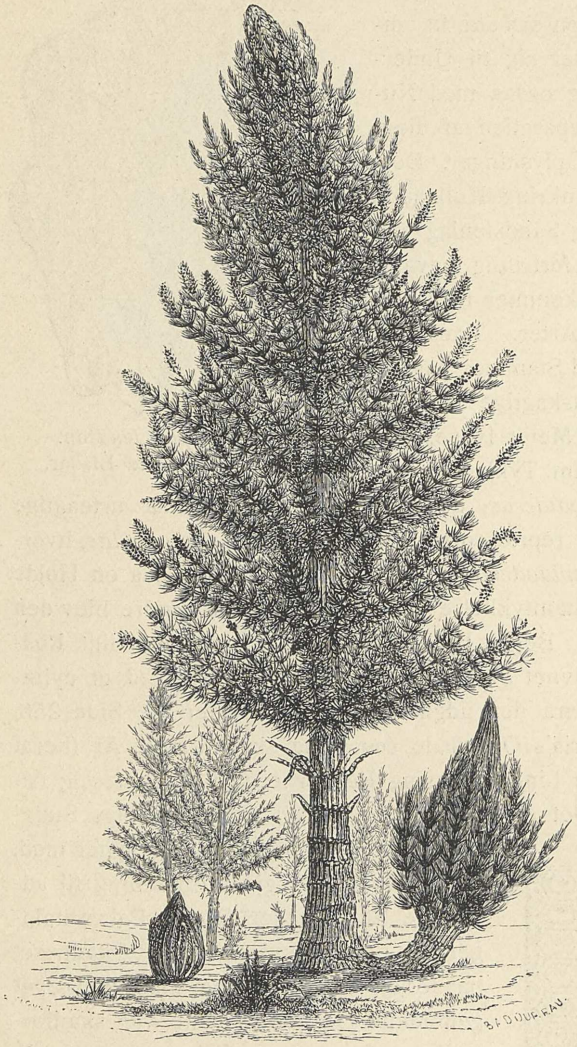


Fig. 156. *Calamiter.* Restaureret. Kulformationen.

Kullagenes Hovedmasse maa antages at være opstaaet af Bregnetræer, Lepidodendrer, Sigillarier og Calamiter, men desforuden fandtes mange Former af de allerede fra devonisk Tid kendte Overgangsled mellem Bregner og Koglepalmer: *Cycadofilices*, og Overgangsledet mellem Bregner og Blomsterplanter: *Sphenophyllaceae.* Ligeledes de mærkelige *Cordaites* Overgangsled mellem Koglepalmer og Naaletræer, samt ganske vist omtvistede Aftryk af virkelige Koglepalmer *Cycadeae* og Naaletræer nærstaaende ved *Araucaria.*

De omtalte Planter havde en overordentlig vid geografisk Udbredelse i Kulperioden, da man har fundet de samme Slægter og tildels de samme Arter rundt om i Europas Kulformation, paa Spitsbergen, paa Melvilleøen Vest for Grønland, overalt i Nordamerikas udbredte Kullag

og i Kinas mægtige Kuldistrikt. I Indien og paa den sydlige Halvkugle findes derimod udbredt den mærkelige *Glossopteris*-flora, som der senere hen vil blive Lejlighed til at omtale. Disse Lag har nemlig før været regnet ind under Kulformationen, men anses nu i Almindelighed at høre hjemme nærmest i permisk Formation.

Ved Betragtningen af Planterne i Kullene og de omgivende Lag maa man vel erindre, at trods de herfra kendte Plantearters Mangfoldighed, tør de hidtil kendte Planter ingenlunde anses for nogen fuldstændig Repræsentation af den Flora, der levede i Kulperioden. Der fremkommer derimod ved de fornyede nærmere Undersøgelse af disse Planters Struktur og Organer stadig stærkere Beviser for, at det er et meget ensidigt og ejendommeligt uddannet Plantesamfund, som findes bevaret i disse Lag. Det er en typisk Lavbundsflora, tildels en Sumpflora, i hvilken kun de Planter kunde trives, der var udrustet eller kunde omdannes til at modstaa den overvældende Fugtighed paa Vokspladsen, saa at de kunde vokse og trives til Trods for, at Rødderne maaske den største Del af Aaret var nedsænket under Vand eller i vanddrukkent Dynd. Det vil føre os for vidt her nærmere at gaa ind paa de Modifikationer i Strukturen og Organerne, Kulplanterne viser sig at have netop med disse fugtige Vokspladser for Øje, hvorved Planterne er i Stand til paa en Maade at isolere sig fra Omgivelserne. De Bygningsmodifikationer, Planterne har faaet, ligner i adskillige Henseender dem, som de faar, naar de vokser paa ekstrem tørre Steder, hvor Omgivelsernes skadelige Indflydelse ogsaa skal udelukkes.

Endnu har man ikke mange positive Vidnesbyrd om, hvorledes Kulperiodens Højbundsflora saa ud. At der har været saadanne Plantesamfund paa den tørre Jord og paa Bjergene ogsaa i Kulperioden er øjensynligt, men Planter, der vokser paa tørt Land, vil kun sjældent efterlade sig noget synligt Spor. Visse Tegn tyder dog paa, at det faste Land i Kulperioden var dækket af Naaleskov tildels Araucarier med indblandede Koglepalmer og Gingko-Arter.

Allerede i devonisk Formation har man, som omtalt, fundet Krybespor og Mærker efter firfødde Dyrs Trin, og i Kulformationens Lag tiltager disse Mærker efter Fødder i fugtigt Sand og Ler i Talrighed, og man finder nu tillige Skeletdele og Levninger af disse Dyr, som har været de første Landhvirveldyr. De henhører alle til en nu næsten uddød Gruppe, man har kaldt *Eotetrapoda*, egentlig de tidlige Firføddede eller Urpadder, som ogsaa kaldes *Stegocephalia**). De viser i adskillige Henseender nært Slægtskab med Fiskene, snart med Lungefiskene, snart med Ganoiderne, men i deres Skelet forener de ogsaa visse Karakterer som er ejendommelige baade for Padder og Krybdyr. I det Ydre

*) Efter Hovedets Skælbedækning.

var det hyppigt smaa salamanderlignende Former, der dog undertiden naaede flere Meters Længde. I Fig. 157 er gengivet en meget almindelig forekommende Form, en *Branchiosaurus,* som udmærker sig bl. a. ved at have Ribben ogsaa paa Halehvirvlerne. De fleste af disse Dyr har været virkelige „Amfibier", der holdt til paa fugtige Steder, hvor de har efterladt deres Spor i det bløde Mudder, men andre har dog nærmest været Landdyr som nulevende „Firben", dels krokodillignende Rovdyr. Det er ret differentierede Former, hvad der sammen med de forefundne Skeletdele med Sikkerhed viser, at de bevarede Urpadder ikke kan have været de umiddelbart første Former, der gjorde Skridtet fra Fisk til firfødtet Hvirveldyr. I den devoniske Tid og maaske endnu før har de nu kendte Urpadder haft en Række Forfædre, hvis Trædespor findes i den devoniske Sandsten, men hvis Skelet har været saa lidt forbenet, at det ikke har efterladt nogen synlig Rest.

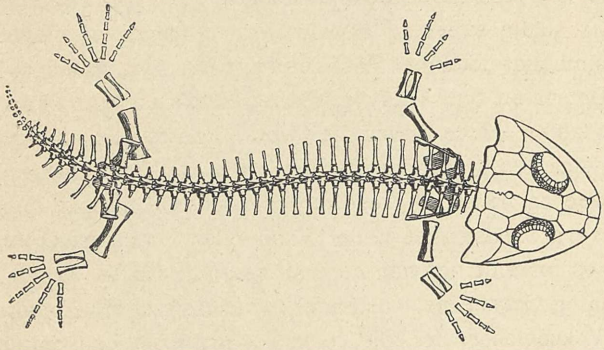


Fig. 157. *Branchiosaurus amblystomus.* Restaureret (efter Credner).

De i Kulformationen fundne Urpadder har man kunnet dele i 5 ret vel adskilte Underordner, som set fra Udviklingslærens Synspunkt frembyder megen Interesse. Disse Underordner er:

1) *Branchiosauria*, der er de tilsyneladende simplest organiserede Former. Smaa salamanderlignende Dyr, men bedækkede med Skæl ligesom Lungefiskene. Man kender dem i omtrent alle Udviklingstrin, og deres Unger har en Tidlang været forsynet med fri udvendige Gæller, meget lignende Larverne hos den endnu i Afrikas Floder levende Lungefisk *Protopterus.* Opad i Rækken meget beslægtet med Salamandere m. fl.

2) *Aistopoda* havde undergaaet en særlig Udvikling og var blevet til ganske slangelignende Former med ingen eller kun rudimentære Lemmer. Kroppen er trukket ud til en stor Længde ligesom hos Slangerne, saa at man hos nogle Arter har talt 150 Hvirvler i Rygraden og Halen.

3) *Microsauria* og 4) *Temnospondyli* firbenlignende Former, der m. H. t. Skelettet staar Krybdyrene adskillig nærmere end de andre Afdelinger. De har ogsaa ført et Liv helt som Landdyr ligesom Nutidens Firben og kunnet kravle i Træer. Man finder dem ofte i forstenet Tilstand i hule Træer fra Kulformationen. Anses for at være Stamfædre til de ægte Krybdyr.

5) *Labyrinthodontia* havde Tænder af særegen „labyrintisk" Bygning (stærkt foldet Dentin) og viser derved deres Slægtskab med visse Ganoider, fx. den

Side 264 Fig. 146 afbildede *Holoptychius*. Man ved, at det var glubende Rovdyr, hvis Hovedskaller i Kulperioden naaede $^1/_2$ Meters Længde. Senere i Triastiden fandtes Arter, der blev 2—3 Gange saa store for derefter at dø ud uden at efterlade sig Efterkommere.

Af Insekter kender man adskillige hundrede Arter fra Kulperioden, deriblandt Døgnfluer, Biller, Kakerlaker, Guldsmede og Græshopper samt nogle nærmest til „Spøgelserne" *Phasma* hørende Former, hvoriblandt *Titanophasma* naaede en Længde af $^1/_2$ Meter. Desuden Edderkopper, Tusindben og Skorpioner samt flere forskellige Arter Landsnegle.

Ferskvandssnegle og Dammuslinger, der ikke afviger meget fra de nulevende Former, fandtes i de mellem Kulperiodens Sumpskove staaende Pytter og Søer med Ferskvand, og heri færdedes Lungefisk og Krebsdyr af Reje- og Tangloppe-lignende Udseende samt andre Vanddyr.

Paa den sydlige Halvkugle findes lejret ovenpaa typiske Lag fra Kulperiodens ældste Afsnit indeholdende Lepidodendron og Sigillaria, et anseligt Konglomeratlag, som indeholder isskurede Sten. Underlaget for Konglomeratet bærer ofte utvivlsomme Spor af at have været udsat for stærk Isskuring, saa at det er afhøvlet og forsynet med Skurstriber. Konglomeratet, som altsaa maa betragtes som en forstenet Moræne, findes udbredt i Sydafrika over store Strækninger under forskellige Navne: Dwykakonglomerat, Vaalkongl., og ligeledes i Australien, særlig i New-Southwales og Victoria. I begge Verdensdele hviler Konglomeraterne ovenpaa Kulformationens Lag. I Indien, hvor der ikke findes Kulformation, hviler en ganske lignende forstenet Moræne Talchirkonglomerat ovenpaa isskuret Grundfjeld. Saavel i Indien som de andre Steder er disse Konglomerater overlejret af meget mægtige sedimentære Lag, der alle Steder indeholder de samme ejendommelige Planteforsteninger, saa at man med Sikkerhed tør antage, at disse Lag og som Følge deraf ogsaa Konglomeratlagene er dannet i samme Tidsperioder i Indien, Australien og Sydafrika. Samtidig med at Kulformationens rige Flora og Fauna voksede og trivedes i Europa, Nordamerika og Kina, var altsaa store Strækninger af den sydlige Halvkugle og tilgrænsende Dele af Indien dækket af en Indlandsis eller af Isbræer. Denne Indlandsis maa antages at have sit Udgangspunkt fra et nu forsvundet Fastland — *Gondwana-Land**) —, som man

*) *Gondwana* en Provins i Centralindien, hvor den mægtige Gondwanaformation først paavistes.

ogsaa af andre Grunde maa antage har forbundet Australien, Indien og Sydafrika til et Hele, medens der midt ned gennem Asien fra Ishavet Syd paa strakte sig en Havarm, der skilte Europa og det vestlige Asien fra det østlige.

Man ved intet med Sikkerhed om, hvad Grunden kan have været til, at dette mægtige sydlige Fastland, der omfattede Indien, Australien og Sydafrika, i Kulperioden var dækket med Bræer eller Indlandsis, samtidig med at der paa den nordlige Halvkugle i Europa helt op til Spitsbergen og i Nordamerika helt op til Melvilleøen herskede et om end næppe helt tropisk, saa dog ret varmt Klima. Nogle antager, at Gondwana-Land for en Del har været et Højland hævet op over Snelinjen, saa at der derfra har kunnet skyde Isbræer ned til alle Sider, uden at Klimaet i Lavlandet derfor behøvede at være koldt. Man kan henvise til Forholdene i Nutiden paa New-Zealand, hvor Gletscherne fra Højfjeldene ender helt nede i de skovklædte Dale, der bærer en Vegetation af Bregnetræer og andre Planter, der i meget minder om den Bregneflora (Glossopterisfloraen), som var samtidig med eller fulgte efter Istidsdannelserne i Indien og Afrika. Andre Forskere antager derimod, at Jordens Stilling i Forhold til Omdrejningsaksen har været en anden den Gang end nu, saa at Sydpolen var beliggende omtrent ved Ceylon, Nordpolen i Mexiko. Men hvis dette har været Tilfældet, maa der have hersket helt forskellige Forhold ved den daværende Nord- og Sydpol.

Morænelagene fra denne permo-karboniske Istid overdækkes af mægtige sedimentære Lag, der ingenlunde tyder paa et arktisk Klima. Disse Lagsystemer bærer i Indien Navnet Gondwanaformationen, i Sydafrika Karooformationen, og kendes ogsaa fra Argentina m. fl. St. De indeholder hist og her Kullag. Lagsystemerne indbefatter ikke alene Lag fra permo-karbonisk Tid, men strækker sig ogsaa uden Afbrydelser op i Trias- og Juraformationen. Paa den sydlige Halvkugle er det derfor ikke muligt at gøre saa stærkt Skel mellem Kulformationen, den permiske Formation og de efterfølgende Formationer fra Jordens Middelalder, som man kan gøre i alt Fald visse Steder i Europa og Nordamerika.

Gondwanaformationens Lag er for største Delen Indlandslag dannet paa tørt Land eller i Ferskvand. De indeholder ikke Lepidodendron, Sigillaria og de andre Planter fra den europæiske og nordamerikanske Stenkultid, men en hel ejendommelig Flora karakteriseret ved Forekomsten af store Tungebregner væsentlig henhørende til *Glossopteris*- og *Gangamopteris*-Familierne. Landdyrene frembyder, hvad Hvirveldyrene angaar, ganske særlig Interesse. De udgøres af en mærkelig

Orden blandt Krybdyrene, som man har kaldt *Anomodontia* „de uregelret tandede". Hos alle Former af denne Orden er Hvirvlerne biconcave, d. v. s. hule i begge Ender ligesom Fiskehvirvler, Bækkenet viser visse Ligheder med Pattedyrenes Bækkenparti, alle Dyrene er tillige firbenede Dyr med Gangfødder, men iøvrigt kan Bygningen være højst forskellig. Ordenen indbefatter blandt andre en Afdeling kaldet *Theriodontia*, d. v. s. „de rovdyrtandede". I Fig. 158 er gengivet et Kranium af *Cygnognathus*, der viser Berettigelsen af denne Betegnelse. De Rejsende, som har besøgt Findestederne for Karooformationen i Sydafrika, som er særlig rige paa Levninger af Theriodonter, har ofte ladet sig nøje med at medtage Kranierne alene, hvorfor man ikke kender saa overmaade meget til Dyrenes øvrige Bygningsforhold. Men hvor man har de øvrige Skeletdele, minder de i flere Tilfælde i de rent ydre Forhold ogsaa om Rovdyrene. Saaledes er den i Fig. 159 gengivne plumpt byggede *Pareiasaurus serridens:* den savtandede Kæbeøgle ikke ulig Hyænerne, men viser dog ret beset visse Slægtskabsforbindelser med Skælsalamanderne i de nærmere

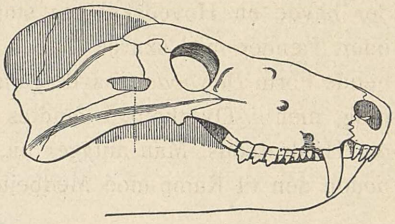


Fig. 158. Kraniet af *Cygnognathus crateronotus*. En Theriodont, der viser megen Lighed med et Rovpattedyr. Karrooformationen. Cap-Kolonien.

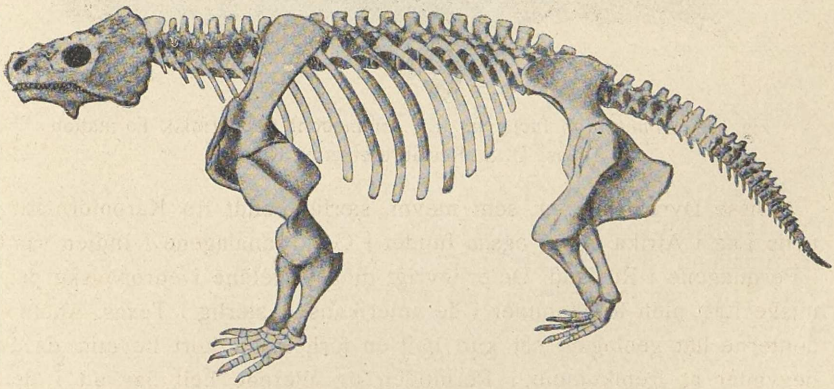


Fig. 159. *Pareiasaurus serridens*. Karooformationen. Cap-Kolonien. $^1/_{25}$ naturlig Størrelse.

Karakterer af Benbygningen. Fra de permiske Lag i Texas i U. S. kender man the fin-back Lizard: det finneryggede Firben. Dyrets systematiske Navn er *Dimetrodon incisivus*. Det kunde naa en Længde af over 3 Meter og var forsynet med en ulvelignende Tandbevæbning,

og en vældig Finnebræmme opstaaet af Rygradens forlængede Torntappe. En anden Underafdeling af *Anomodontia* indbefattede *Oudenodon*, der havde en Hovedskal saa stor som Nutidens største Rovdyr, men uden Tænder med skarpe Kæber ligesom Skildpadderne. En meget lignende Form *Dicynodon* havde ganske tilsvarende Kranium og Kæbebygning, men i Overkæben fandtes to mægtige Hugtænder, der minder om Hvalrossens. Man antager nu, at Oudenodon var Hunnen og Dicynodon den til Kamp mod Medbejlere udrustede Han af samme Dyreart.

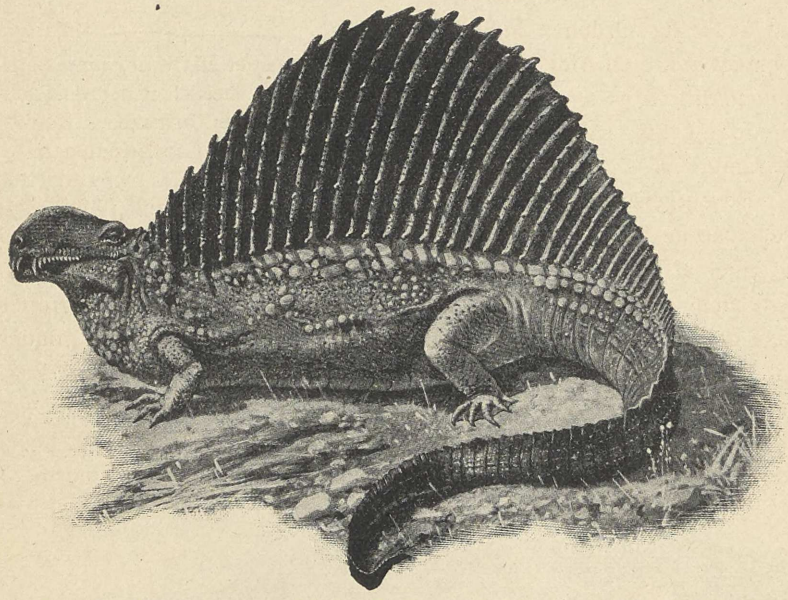


Fig. 160. *Dimetrodon incisivus*. En Anomodont fra permisk Formation. Texas. U. S. Restaureret efter Knight.

Disse Dyreformer er, som nævnt, særlig kendt fra Karooformationens Lag i Afrika og er ogsaa fundet i Gondwanalagene i Indien samt i Permlagene i Rusland. De er iøvrigt meget sjældne i europæiske permiske Lag, men forekommer i de amerikanske, særlig i Texas. Anomodonterne har geologisk set kun haft en forholdsvis kort Levetid, da de begynder at fremkomme i Permtiden og allerede helt dør ud i den paafølgende Triastid.

Fremkomsten af Anomodonterne hører endnu til et af de ikke fuldt belyste Punkter i Palæontologien, men denne Dyreorden frembyder betydelig Interesse dels i geologisk Henseende ved Dyrenes ejendommelige Udbredelse, dels ogsaa m. H. t. Udviklingslæren. Man mente en Tidlang, at man særlig i Theriodonterne havde de første Overgangsformer til Pattedyrene, men denne Anskuelse er nu forladt af de fleste Forskere. De første virkelige Pattedyr, der findes i Triasformationen, er smaa uanselige Pungdyr, lignende Nutidens Pungrotter, der

ikke viser noget nærmere Slægtskab med de tildels meget store Theriodonter. Forholdet ved Fremkomsten af Theriodonterne menes i visse Henseender at være analogt med Fremkomsten af de tidligere omtalte (Side 236) Ostracodermer „Skjoldfiskene", der nedstammede fra Krebsdyrene, men aldrig naaede at blive virkelige „Fisk". For at illustrere Forholdet, tør man maaske sige, at Theriodonterne ligesom Ostracodermerne var „et mislykket Forsøg" fra Naturens Side, nemlig paa at danne pattedyrlignende Former med Skælsalamanderne som Udgangspunkt. Der blev herved frembragt anselige Former med Rovdyrenes Tandudstyr, der en Tidlang udførte Rovdyrenes Funktioner, men dog paafaldende hurtigt bukkede under samtidig med, altsaa maaske paa Grund af, at der i Triastiden opstod vældige Rovdyr ad anden Vej. Det var Kæmpeøglerne *Dinosauriernes* Rovdyrafdeling *Theropoda,* som senere vil blive omtalt. Alle Anomodonter uddøde i hvert Fald i Trias.

Permisk Formation.

Ved Slutningen af Kultiden foregik særlig i det vestlige Europa stærke Jordskorpebevægelser, hvorved de kulførende Dannelser i England, Belgien, Frankrig og Tyskland blev sammenskudt i Folder og gennemsat af Spring (se Fig. 67, Side 107). Gennem Mellemeuropa opstod i denne Tid et helt System af anselige Bjergkæder i vest-østlig Retning. Forvitring og Vejrsmuldring nedbrød dog i de følgende Tider Sammenhængen i disse Kæder, saa at der nu kun haves spredte Rester i Vogeserne, Schwarzwald og Fortsættelsen gennem Thüringen over Harzen ind i Bøhmen. I Sydengland og Bretagne dannedes en anden Bjergkæde. De efterfølgende permiske Lag er derfor paa disse Steder lejrede discordant ovenpaa Kulformationens Lag. I Rusland, hvorfra den permiske Formation har faaet Navn, findes derimod ikke nogen saadan Discordans, men helt mod Øst opstod Uralbjergene i dette Tidsrum. Lag af permisk Alder træffes udbredt i England og Mellemeuropa og kaldes undertiden *Dyas*-formationen (af det gr. Ord for to), da man de fleste Steder kan skelne mellem to Afdelinger i Formationen. Den ældste og underste Afdeling bestaar af Lag paa c. 500 Meters Mægtighed i Reglen af rødfarvet Sandsten, den øverste Afdeling, der er 5—6 Gange saa tyk, bestaar af Kalksten og Dolomit.

Samtidig med Aflejringen af disse Lag fandt der i Mellemeuropa en stærk vulkansk Virksomhed Sted. Lagene blev gennembrudt af eruptive Masser, der nu viser sig som Porfyrgange i Sandstenen. Paa den daværende Overflade aflejredes Lava, Slakker og vulkansk Aske, som atter igen overlejredes af nye Sandmasser, saa at man nu ind mellem Sandstenlagene finder Porfyr- og Trakytlag, Lag af vulkanske Konglomerater og af vulkansk Tuf.

I England findes underst Konglomerat og Sandstenlag, som kaldes „Lower Sandstone" (nedre S.) i Modsætning til den senere omtalte

Triassandsten „New red S.“ Ovenpaa Sandstenen findes „Magnesian Limestone“ bestaaende af urene Mergelkalksten og Dolomiter.

I Frankrig findes ligeledes underst rød Sandsten, der ovenpaa den feldspatholdige „Vogeser-Sandsten“ eller *Grès de Vosges**). I Tyskland har disse Afdelinger fra gammel Tid Navnene „Rothliegendes“ og „Zechstein“ **).

Den underste Afdeling af de permiske Lag „Lower new red“, „Rothliegendes“ udgøres dels af Sandsten, dels af Konglomerater, der bestaar af store Brudstykker af Granit, Diabas, Gneis, Glimmerskifer o. fl. a. Bjergarter sammenkittet af Kiselsyre og Jerntveilte, som giver Lagene den røde Farve. Konglomeratlagene og Sandstenlagene er Tegn paa en mægtig Vejrsmuldring og Forvitring, som har fundet Sted i den permiske

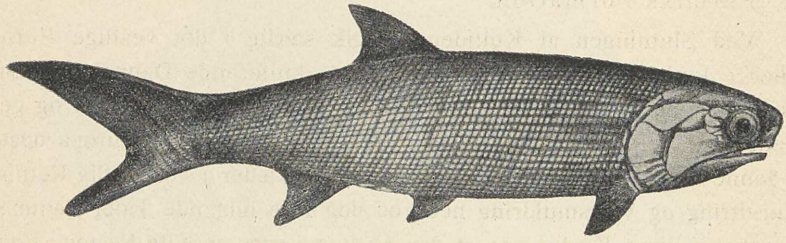


Fig. 161. *Palæoniscus*. Ganoid fra Kobberskiferen. $^1/_2$ naturlig Størrelse.

Tids første Halvdel. Der har i denne Tid over en stor Del af Europa og Nordamerika været ørkenagtige Forhold til Stede, ligesom i den forud for Stenkultiden gaaende Devontid. I ørkenagtige Egne i Nutiden opstaar der netop ganske lignende jernholdige — udpræget røde — Sand- og Forvitringslag. Ovenpaa Sandstenen findes i Tyskland en sort bituminøs Lerskifer, der kaldes Kobberskifer. Laget er kun $^2/_3$ Meter mægtig, men har dog meget stor teknisk Betydning og ligeledes videnskabelig Interesse. Det indeholder mangfoldige Levninger af forskellige Arter af Ganoidslægten *Palæoniscus* (Fig. 161) ofte i stærkt krummede og forvredne Eksemplarer, saa at det ser ud, som om Fiskene var blevet pludselig dræbte. Deres Skæl er ofte forvandlet til Kobberkis, saa at man har fremsat den Anskuelse, at de er blevet dræbte ved et Frembrud af Kilder, der indeholdt Kobbersalte. Laget antages at være en Ferskvandsdannelse, men indeholder ogsaa Brachiopoder. Det er væsentlig kun det underste 10 Ctm. tykke Lag, der indeholder Kobber fra 2—5 % hovedsagelig i Form af fint indsprængt Kobberkis og „broget

*) Noget af Vogesersandstenen regnes ind under Triasformationen.

**) „Rothliegendes“ eller „rothes todtliegendes“ Sandsten udgør „det liggende“, d. v. s. Underlaget for Kobberskiferen og indeholder ikke Malm: er død. „Zechstein“ bærer Navnet af de mange „Zechen“, d. v. s. Gruber, der er anlagt i denne Stenart for at naa ned til Kobberskiferen.

Kobbermalm". Paa Grund af sin regelmæssige Forekomst ved Mansfeld, i Thüringen og i Hessen har denne Kobberskifer trods Lagets ringe Tykkelse i mange Aarhundreder været benyttet som Kobbermalm; man har Efterretninger om Bjergværksdrift her i det 12. Aarhundrede, og senere ned gennem Tiderne har det været stærkt udnyttet og ligeledes i vor Tid, saa at der ved Begyndelsen af dette Aarhundrede ved Mansfeld-Værkerne var beskæftiget c. 20000 Bjergværksarbejdere, der aarligt fremdrog c. 20000 Ton Kobber og c. 100 Ton Sølv af dette tynde Skiferlag.

I England findes ovenpaa den røde Sandsten et Skiferlag paa ca. 1 Meters Tykkelse, indeholdende tildels de samme Forsteninger som den tyske Kobberskifer, men dog uden Kobberindhold.

Ovenpaa Kobberskiferen findes „Zechstendolomiten", som udgøres af en flere tusinde Meter mægtig Lagserie, dels af urene (lerholdige) Kalksten og Dolomiter, dels af Gibs, Anhydrit og Stensaltlag. Hertil hører de c. 900 mægtige Lag ved Stassfurth i preussisk Sachsen, der indeholder de for Landbruget hele Verden over saa vigtige Kalisalte. Andre Steder, saaledes ved Sperenberg S. for Berlin, er Saltlagene endnu mægtigere — 1200 M. — men indeholder ikke tilstrækkelige Mængder af Kalisalt, hvorimod Forekomsterne ved Lübtheen i Mecklenburg menes at ville blive økonomisk vigtige. Gibslaget ved Segeberg i Holsten og de Gibsen ledsagende Stensaltlag regnes ogsaa til den permiske Formation. Ligeledes findes permiske Lag paa Helgoland. Det er derfor sandsynligt, at man under den danske Kridtformation i alt Fald i Jylland og Fyn ogsaa vil træffe permiske Lag, men der er ikke truffet noget Spor af Devon-, Kul- eller Permtidens Lag i Skandinavien. I Rusland dækker fladt udbredte permiske Lag omtrent 900000 Kvadratkilom. fra Ural Vest over til Moskau.

De fleste af disse Lag er opstaaet som Ørkendannelser i Saltsøer eller i Ferskvandssøer. Havdannelser fra samme Tidsrum findes dog langs Ural og yderligere udbredt i Sydeuropa, navnlig i Alperne og paa Sicilien. Ligeledes i Armenien og Indien og i de sydlige Stater af U. S., særlig i Texas. Den permiske Tid regnes for det sidste Afsnit af Jordens Oldtid, og Floraen har i de underste permiske Lag ogsaa et Oldtids-Præg, d. v. s. den stemmer i meget overens med Kulperiodens Flora, men i de yngre Lag bliver Formerne mere „middelalderlige". Lepidodendrer og Calamiter viger Pladsen for Naaletræer særlig af Slægterne *Ulmannia* og *Walchia*. Desuden findes Koglepalmer, Cordaiter (se Side 262) og Bregner af mange forskellige Arter. Den ejendommelige Flora i Gondwanalagene paa den sydlige Halvkugle og i Indien er allerede berørt.

I Saltvandslagene findes en Mængde Levninger af Foraminiferer,

Svampe, Bryozoer, Koraller, Brachiopoder, Muslinger, Snegle, Pighude, Krebsdyr og Fisk.

Af de firføddede Dyr kendes adskillige Stegocephalier, særlig af Slægten *Archegosaurus*, Salamander-lignende Former, der kunde naa en Længde af 2 Meter. Ved Lebach i Nærheden af Saarbrücken findes i den røde Sandsten talrige nyreformige Konkretioner af Lerjernsten, der indeslutter en Mængde Levninger af disse Skælsalamandere, særlig *Archegosaurus Decheni*, der herved kendes i alle Aldere og Udviklingstrin fra den første spæde gællebehængte Larve til fuldvoksne med Lunger aandende Dyr. De første Former af den til Krybdyrene regnede Orden *Rhynchocephalia**) er ligeledes fundet i tyske Lag, saa-

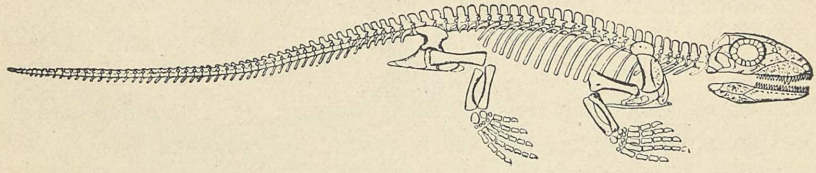


Fig. 162. *Palæohatteria longicaudata.* Restaureret (efter Mc' Gregor).

ledes den i Fig. 162 gengivne *Palæohatteria.* Der findes desuden kæmpemæssige Trædespor af ukendte Dyreformer, sandsynligvis Labyrinthodonter.

Mesozoiske Dannelser.

Aflejringerne fra Jordens Middelalder deles i 3 Hovedformationer Trias-, Jura- og Kridtformationen, som dog uden skarp Grænse gaar over i hinanden. Den mesozoiske Tid har i alt Fald for Europas Vedkommende tilsyneladende været en meget rolig Tid; den vulkanske Virksomhed var stærkt tilbagetrængt, og ganske vist skete der gennem de lange Tidsrum, der her er Tale om, flere Forskydninger af Strandlinjen, saa at Jordoverfladen snart var Havbund, snart Fastland eller bedækket med Ferskvandssøer, men Aflejringerne er foregaaet under rolige Forhold uden større Spring i Udviklingen, og Foldningsprocessen og Bjergkædedannelsen har i det lange Tidsrum været meget ringe. Først i Slutningen af Kridttiden ved Overgangen til den kænozoiske Tid begyndte der paany at ske stærke Jordskorpebevægelser i Forbindelse med vulkanske Udbrud.

*) Rhynchocephalierne naaede en betydelig Udvikling i den mesozoiske Tid for derefter omtrent at dø ud. Som en enkelt overlevende Repræsentant lever endnu paa New-Zealand den mærkelige *Hatteria.* Den bliver 50 Ctm. lang og ligner et Firben med en takket Benkam henad Ryggen, men staar i forskellige Henseender nær ved Padderne.

Plante- og Dyrelivet viser i den mesozoiske Tid ligeledes en rolig om end rask fremadskridende Udvikling. Oldtidsskovene af Calamiter og Lepidodendrer trænges til Side af Naaleskov med indblandede Cycadeer, medens Bregnerne vedblivende spiller en betydelig Rolle. I Slutningen af Perioden kommer dog baade enkimbladede og tokimbladede Planter frem og naar en kraftig Udvikling, saa at der nu findes talrige Skove selv helt Nord paa i Grønland og andre Polarlande indeholdende foruden Cycadeer og Naaletræer, Løvtræer som Poppel, Pil, Ahorn, Platan, Magnolia, Figentræ m. fl. Hvad Hvirveldyrene angaar, spiller Ganoider i Begyndelsen endnu en betydelig Rolle, men afløses af Benfisk af mange forskellige Arter. Hajerne er desuden stadig dominerende og naar særlig i Kridttiden en mægtig Udvikling. I Begyndelsen af den mesozoiske Tid opnaar Padderne Toppunktet af deres Udvikling i de hestestore Labyrinthodonter, men de afløses snart af Krybdyrene, som gennem Jura og Kridt opnaar en vidunderlig frodig, tildels fuldstændig monstrøs Udvikling, baade som Landdyr og som Havdyr af Ordner, hvortil der intet tilsvarende findes i de nulevende Former.

Man har derfor ogsaa benævnt den mesozoiske Tid Krybdyrenes Tidsalder. Der fandtes, som nævnt, en Mængde højst forskellige Former af nu helt uddøde Ordener. Da der i det efterfølgende oftere vil blive nævnt Eksempler paa disse Former, er det ønskeligt i korte Træk at give en Oversigt over Krybdyrenes Systematik. Blandt Hvirveldyrene hører Klassen *Reptilia* til den koldblodige Afdeling (Fisk, Padder, Krybdyr) og deles i Almindelighed i følgende 11 Ordener eller Underklasser, omfattende baade levende og uddøde Former.

A. *Anomodontia* omtalt udførlig Side 277 (Fig. 158, 159, 160) omfatter dels rovdyrtandede, dels tandløse, skildpaddekæbede Former. Uddør i Trias.

B. *Chelonia* nulevende Skildpadder og flere uddøde Slægtninge.

C. *Sauropterygia* meget langhalsede store Øgler, med nøgen Krop og femaaede Svømmefødder som hos *Lariosaurus* (Fig. 166). Hos Svaneøglen *Plesiosaurus* (Fig. 181) var de omdannet til Luffer. Uddør i Kridttiden.

D. *Ichthyopterygia* udelukkende Vanddyr (alle Havdyr?) af Fiske- eller Delfinform, Lemmerne Luffer. Omfatter tandbevæbnede *Ichtyosauri* (Fig. 182) i mange Arter og tandløse *Sauronodontes*. Uddør i Kridttiden.

E. *Crocodilia* nulevende Krokodiler, Gavialer, Alligatorer og uddøde Slægtninge fra Trias, Jura og Kridt, der i Begyndelsen forenede Karaktererne, der er særlige for de nulevende Slægter. De var panserklædte ligesom de nulevende, men de første Former menes at have været Havdyr.

F. *Rhynchocephalia* Firben-lignende Former, hvoraf de første, *Palæohatteria*, allerede træffes i Perm, som omtalt Side 282 (Fig. 162). En enkelt Form, *Hatteria*, lever endnu i New-Zealand.

G. *Sauria*. De nulevende Firben, Varslere, Leguaner, Gekkoer, Kamæleoner m. fl. samt Snogeøgler og Staalorme. *Protosaurus* optræder allerede i Perm, andre tildels store Former i mesozoisk Tid.

H. *Pythomorpha* lange slangelignende Havdyr med korte Lemmer. Herunder den 30 M. lange *Mosasaurus* (Fig. 191), hvoraf et Eksemplar blev fundet i et Kalkbrud ved Maastricht.

I. *Ophidia* nulevende Slanger og uddøde Slægtninge fra Kridttiden og senere Tider.

K. *Dinosauria.* Kæmpeøgler opstaar og dør ud i mesozoisk Tid, bliver nærmere omhandlede nedenfor.

L. *Pterosauria.* Flyveøgler, der optræder i Jura- og dør ud i Kridttiden. Man skelner mellem to Underordner *Pterodactylus* (Fig. 179) og langhalede *Rhamphorhynchus*, hvorimellem Former med et fuldstændig hornbeklædt Fuglenæb og Vingefang af 6—7 Meter (Fig. 185).

Grænserne mellem disse Afdelinger er dog ikke altid skarp, det er saaledes fx. meget muligt, at Skildpadderne stammer ned fra Anomodonterne, særlig fra de Side 278 omtalte *Oudenodon* eller dens Slægtninge, og Krokodilerne viser ogsaa Slægtskab med visse Former blandt Kæmpeøglerne o. s. v. I geologisk Henseende frembyder foruden de tidligere omtalte Anomondonter særlig Kæmpeøglerne Interesse. Angaaende disse Former skriver deres amerikanske Biograf, Prof. *O. C. Marsh* omtrent følgende: „Blandt de mange uddøde Dyreformer, der levede i de længst forsvundne Tider i Amerika, (det samme gælder ogsaa for Europa) var der næppe mærkeligere Dyr til end Dinosaurierne, der forekom i saa store Mængder i den mesozoiske Tid. Denne Afdeling af Dyreriget var repræsenteret af mange og meget forskelligartede Former, blandt hvilke der fandtes de største Landdyr, man overhovedet kender, og ligeledes overordentlig smaa Former. I Udseende og Bygning viste de stor Forskellighed og var ogsaa i andre Henseender nogle af de vidunderligste Skabninger man kender. Disse Krybdyrs rette Plads i Dyreriget har været et meget omtvistet Spørgsmaal, men de bedste Autoriteter betragter dem nu som en særskilt Underklasse af Krybdyrene. Krokodilerne viser sig beslægtede med nogle af de store tidlige Former, medens nogle af de smaa sildigere Former, der har undergaaet en særlig Udviklingsgang, paa flere Punkter i deres Bygning viser nært Slægtskab med Fuglene". Disse højst forskellige Karakterer gør det vanskeligt at klassificere Dinosaurierne indbyrdes og har ledet nogle Forfattere til at antage, at disse Krybdyr ikke dannede nogen naturlig Gruppe, men hørte til forskellige Afdelinger, der kun var meget fjernt beslægtede. Det vil dog føre for vidt her at fremdrage de forskellige Spørgsmaal vedrørende Dinosauriernes Stamtræ, hvorom der i Virkeligheden kun vides lidt. Man kan dog gruppere D. i tre store Afdelinger, som med Rette kan betragtes som tre særskilte Ordener. For disse Ordener har *Marsh* foreslaaet Navnene:

1) *Theropoda*, d. v. s. „Dyr med Fødder som Rovdyr".

2) *Sauropoda*, d. v. s. „Dyr med Fødder som Firben".

3) „*Predentata*", d. v. s. „Dyr med en ejendommelig Knogle i Kæbebenet".

Den første Orden indbefatter kun Rovdyr ofte af betydelig Størrelse. Saaledes har den i det følgende afbildede *Ceratosaurus nasicornis* (Fig. 173) været over 6 M. lang fra Halespidsen til Snuden, der har baaret et Horn. Andre Former, som den fra Bayerns Jura stammende *Compsognathus longipes* (Fig. 174), var meget fuglelignende i sin Bygning og kun 80 Ctm. lang. Den anden Orden: Sauropoderne omfatter kun planteædende Dyr, hvoriblandt Former som *Atlantosaurus*, *Brontosaurus* (Fig. 175) og *Titanosaurus*, der har været Dyr paa 10—40 M. Længde og af en Vægt, der har udgjort mange Tons. Det er de største Landdyr, der nogensinde har levet. Den sidste Orden: Prendentaterne er ligeledes Planteædere og omfatter Underordenerne a) *Stegosauria*: „skjoldklædte Firben", b) *Ceratopsia*: „Næsehornsøgler" (egl. hornede Ansigter) og c) *Ornithopoda*: „de

fuglefodede". Stegosaurierne er mægtig store Kæmpeøgler, mer eller mindre beskyttet med et Huddække sammensat af Benplader. Hertil hører den 7—8 M. lange *Stegosaurus ungulatus* (Fig. 177), Ceratopsierne, de store hornede Øgler hvorimellem den senere afbildede *Triceratops prorsus* (Fig. 186), der kunde blive 8—10 M. lang. Blandt *Ornithopoderne* var der Former, der i Skikkelse og Bygning meget minder om Fugle. En Familie udgøres af *Iguanodontidae*, kængurulignende Former med korte Forben med fem Fingre og lange Bagben med tre Tæer. Hertil hører den over 10 M. lange *Iguanodon Bénissartiensis* (Fig. 184) fra Belgiens ældste Kridt. En anden Familie af denne Orden er *Trachodontiæ*, hvorimellem den over 12 M. lange *Hadrosaurus* (Fig. 188) fra Nordamerikas Kridt.

Dinosauriernes geologiske Udbredelse er, saavidt man ved, indskrænket udelukkende til den mesozoiske Tid eller Krybdyrenes Tidsalder. De første Spor af denne Dyregruppe blev fundet i nedre Trias og gennem dette Tidsrum tiltog de rask i Antal og Størrelse. I Juratiden har de været overordentlig talrige og overgaar i Størrelse og Formforskellighed alle andre Former af Hvirveldyr. Gennem hele Kridttiden var de repræsenteret ved mange mærkelige og højst specialiserede Typer, men ved Slutningen af dette Tidsrum uddøde de øjensynligt allesammen.

Den vide geografiske Udbredelse, som disse Dyr har haft, er ogsaa af Interesse. Nordamerika synes at have været beboet af det største Antal af de forskellige Former, men Sydamerika synes at have huset nogle af de kæmpemæssigste Former, man kender. Europa staar nær ved Amerika med Hensyn til Forekomsten baade af smaa og store Former. I Afrika, Australien og Asien har man ogsaa fundet karakteristiske Levninger af disse Dyr og vil utvivlsomt finde flere, naar Jordlagene bliver bedre undersøgt. De geologiske Horisonter, hvori man i Amerika har fundet Dinosaurier, synes i Hovedsagen at være ganske de samme som de, hvori man i Europa har fundet de tilsvarende Former.

Over Pattedyrenes første Optræden hviler der endnu en vis Dunkelhed; der er sandsynligvis allerede i Slutningen af den palæozoiske Tid fremkommet lavtstaaende Overgangsformer som Kloakdyr, beslægtet med Nutidens æglæggende Myrepindsvin og Næbdyr*), men Resterne er faa og vanskelige at skelne med Sikkerhed. Men fra de mesozoiske Aflejringer kender man Rester af sikre Pattedyr, der repræsenterer det næste Skridt i Udviklingen aplacentale Pattedyr (Pungdyr). Det var dog længe kun smaa og uanselige Former i nær Slægt med Nutidens Pungrotter o. l. De senere Former er en Tidlang blevet antaget at høre til Insektædernes Orden efter deres Tandsystem, men Undersøgelsen af Skelettet viser, at de ogsaa var Pungdyr**). Fuglene

*) Disse Dyr har dog hver for sig undergaaet en særlig Udvikling, der har fjernet dem fra de oprindelige Stamformer. Saaledes er Næbet hos Næbdyret en senere erhvervet Karakter. Fosteret og de spæde Unger har Tænder, der viser, at Stamformen ogsaa havde Tænder.

**) Der ligger dog sandsynligvis i denne Lighed flere Forhold af Interesse, dels i Henseende til Udviklingslæren, dels til Forklaring af den tidligere saa gaadefulde pludselige Uddøen af de vældige Krybdyrformer i Kridttiden og deres

optræder allerede i Juratiden i mærkelige Former af nu ganske uddøde Ordner og vil blive nærmere beskrevet.

Af hvirvelløse Dyr findes særlig af Havdyrene en utallig Vrimmel, som efterhaanden mere nærmer sig til Nutidens Former. Pighude og Koraller naar særlig i Kridttiden en høj Udvikling. Cephalopoderne, der i Silurtiden naaede en saa ejendommelig Udvikling, sender nye mærkelige Skud ud i Belemniter og Ammoniter, der kendes i mange hundrede forskellige Arter, men dør helt ud inden Kridttidens Slutning.

Den mesozoiske Tids Længde kan sikkert tælles i Millioner af Aar, da Lagene er flere tusinde Meter mægtige. Der har altsaa været rigelig Tid til de Udviklinger, der er foregaaet, men der er dog næppe Tvivl om, at Tidsrummet ikke paa nogen Maade har været af nær saa lang Varighed som det palæozoiske, endsige det proterozoiske Tidsrum.

Ved Karakteriseringen af de enkelte Perioder indenfor den mesozoiske Tid optræder i stærk forøget Grad den Vanskelighed, som allerede fandtes i Slutningen af den palæozoiske Tid nemlig, at Udviklingen paa de forskellige Steder har været forskellig, saa at Lagene fra samme Tid paa forskellige Steder kan optræde med helt forskellige Facies, tillige begynder de klimatiske Forskelligheder efterhaanden ogsaa at blive mere udprægede.

Triasformation.

Navnet skyldes den Tredeling, som særlig er tydelig i de mellemeuropæiske Triasdannelser, hvor Formationen først blev studeret. Nogenlunde tilsvarende Dannelser har man ogsaa paavist i England og tildels i Nordamerika, dog er der en mere eller mindre udpræget Faciesforskel de forskellige Steder. De tyske Triasdannelser deles i „Broget Sandsten“, „Muslingkalk“ og „Keuper“.

Afløsning af Pattedyr, der tilsyneladende ikke paa nogen Maade kunde hamle op med Rovdyrformerne blandt Krybdyrene. Men Sagen er utvivlsom den, at de smaa Pungdyr, der i Kridttiden erhvervede sig Tandforhold, der ligner Insektædernes Tænder, sikkert ved samme Udviklingsgang erhvervede sig Vaner og Sindsbeskaffenhed som de nulevende Insektædere. Flere Former af disse, saasom Spidsmus og Pindsvin, optræder naar Lejlighed gives som glubende og iltre Rovdyr og dristige Røvere. Den tapre lille Vandspidsmus kan let gøre det af med Fisk (fx. Karper), der vejer hundrede Gange saa meget som Angriberen. Den bider sig fast og gnaver sig ind til Hjernen eller gnaver Øjnene ud paa sit skrækslagne Bytte. En enkelt Pindsvinefamilie kan i Løbet af en Sommer, naar Taktiken, der skal anvendes, er gaaet op for Dyrene, fortære Fasanæg og Fasankyllinger i Hundredevis og gaar ikke af Vejen for saa stridbare Dyr som Gæs og Kalkuner. Da Fortidens smaa Pungdyr erhvervede sig Tandbesætningen og det iltre Temperament, har de været i Stand til i en Fart at gøre det af med de æglæggende Krybdyrs blødskallede Æg og ubeskyttede Yngel. Stammen maatte derved dø ud og give Plads for videre Udvikling af Pattedyrene.

Den „brogede Sandsten“, som i England kaldes „New red Sandstone“, ligner i Udseende og Dannelsesmaade den permiske Sandsten (Rothliegendes“). Denne Etage bestaar hovedsagelig af dels rød, dels hvid- og rødbroget Sandsten, hvortil slutter sig urene Mergelkalksten, Skifer og Lerlag, der flere Steder indeholder anselige Gibs-, Anhydrit- og Stensaltlag. Denne Sandsten er ligesom den permiske og devoniske Sandsten en Indlandsdannelse, dels dannet i Ørkner, dels i Ferskvandssøer og Saltsumpe. Mange Steder i den brogede Sandsten kan man se, at den oprindelige Jordoverflade har været dannet af svagt fugtige Sandlag, der var helt gennemkrydset af Dyrespor. I Fig. 163 er der givet en Afbildning af Spor efter det saakaldte Haanddyr *Chirotherium*, som vakte megen Forundring, da man først blev opmærksom derpaa. Dyret, der har frembragt Sporene, kendes kun delvis, men antages at have været en *Labyrinthodon*. Man ser Sporene baade af Dyrets svære Bagfødder og mindre Forfødder desuden Tørringssprækker i Sandlagets Overflade. Det hele er derefter blevet overdækket af Sand og sammenkittet til en Sandsten, som ved Stenbrydningen i Nutiden er flækket efter den gamle Overflade. I tilsvarende amerikanske Lag har man fundet mangfoldige Trædemærker af Dyr med tre Tæer. Man troede først, det var Fuglespor, men nu er man blevet klar paa, at de i alt Fald i de fleste Tilfælde er Spor af de senere beskrevne Krybdyr *Dinosaurier*, der gik paa Bagbenene ligesom Kænguruer. Man har fundet ganske smaa Spor og Spor af Dyr med en Taalængde af 50 Ctm. og med en Skridtlængde af 4 Meter.

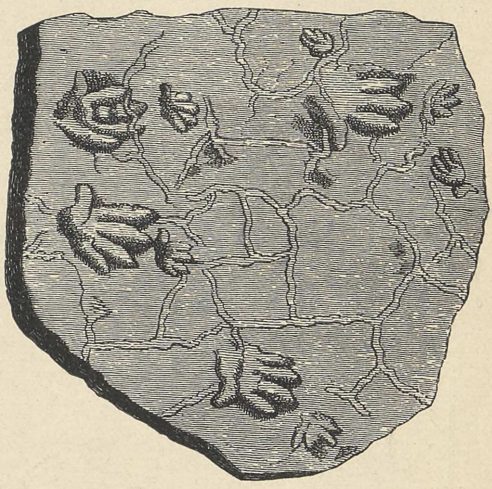


Fig. 163. Spor af Haanddyret *Chirotherium*. Sandsten. Trias. Hildburghausen. $^1/_{20}$ naturl. Størr.

I Fig. 164 gengives en Række forskellige Fodspor i Sandstenen ved Connecticut-Floden i Massachusetts i Nordamerika efter *O. C. Marsh*. Nr. 1 er Spor af en lille firbenet Dinosaurie *Ammopus* visende Trædespor baade af Forben og Bagben, $^1/_{12}$ af den naturlige Størrelse. Nr. 2 Fodspor af en større paa Bagbenene gaaende Dinosaurie *Anomöpus*. Midt i Sporet ses Dyret at have siddet ned paa hele Foden og en rund Plet antyder i hvilken Anledning. Da Dyret rejste sig op, støttede det

fra ogsaa med Forpoten, $^1/_{12}$ af den naturlige Størrelse. Nr. 3 er Fodspor af en tobenet stor Dinosaurie *Brontozoum*, $^1/_{20}$ Størrelse. Nr. 4 er

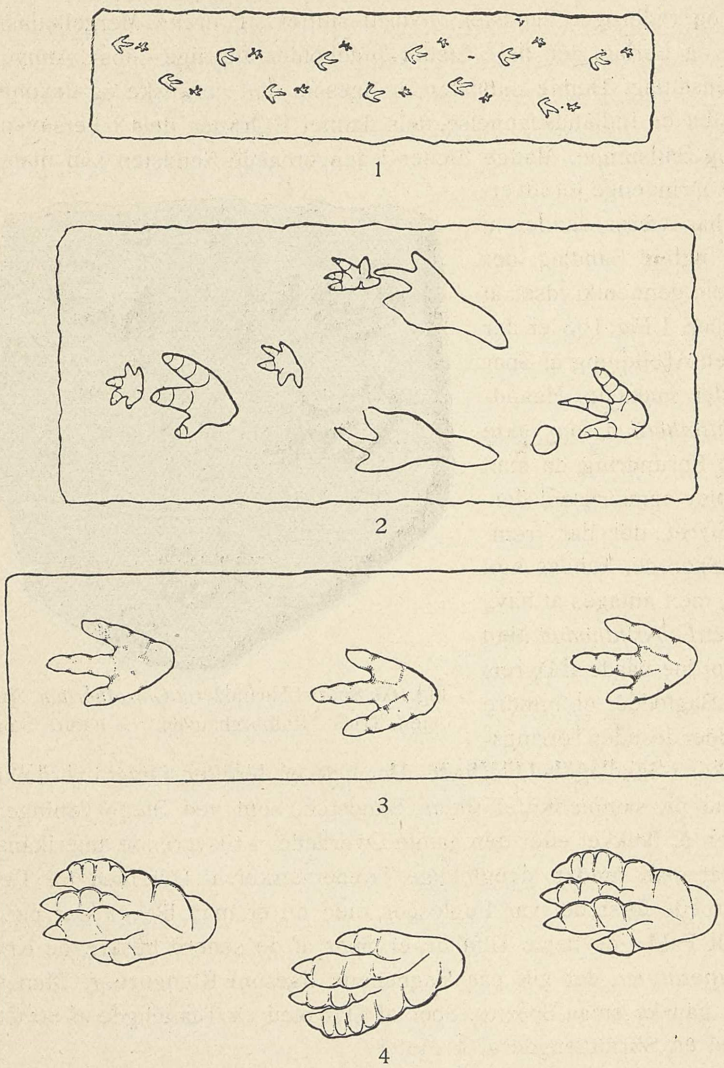


Fig. 164. Fodtrin af forskellige Dinosaurier i Sandsten fra Connecticut-River, Massachusetts. U. S. Efter O. C. Marsh. Stærkt formindsket.

ligeledes Trin alene af Bagpoterne af en stor firetaaet Form *Otozoum*, $^1/_{20}$ Størrelse. Dyret har haft Fødder lige saa store som en Isbjørns. — Ligeledes i den amerikanske Sandsten har man fundet det ene Bagben af en af de store Dinosaurier siddende i omtrent lodret Stilling, saa at

man kunde se, at Dyret var sunket dybt ned gennem et Kviksandlag og der blevet siddende fast. Det andet Bagben havde det faaet arbejdet op af Kviksandet, saa at det laa fladt hen ad Overfladen, men ved Dyrets Død var Knoglerne i dette Bagben blevet udsat for Solen og Vejrliget, og Knoglerne havde slaaet Revner og Sprækker, som Knogler gør, naar de henligger paa Jordoverfladen. Resterne af Dyrets Skelet var raadnet bort eller slæbt væk af Rovdyr, og Kviksandet var blevet dækket med Flyvesand og det hele hærdnet til en Sandsten, der i utalte Aarmillioner har gemt paa Resterne af den engang i Triastiden forulykkede Kæmpeøgles Baglemmer.

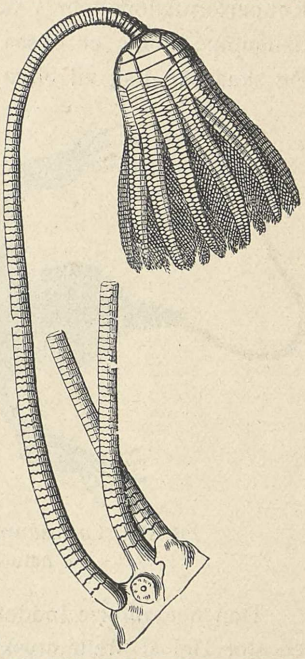


Fig. 165. Sølilje. Triasformationen. Formindsket.

Den brogede Sandsten danner en værdifuld Bygningssten flere Steder i Tyskland, saaledes er Domkirkerne i Strassburg, Worms og Speyer samt Slottet i Heidelberg opførte af „broget Sandsten".

Muslingkalken er en graa, uren Kalksten af marin Oprindelse. Den indeholder i nogle Lag en Mængde Brachiopoder, i andre Lag Søliljer, hvoraf der i Fig. 165 er givet en Afbildning. Iøvrigt Muslinger og Snegle af forskellige Arter samt andre Havdyr saasom Foraminiferer og Kiselsvampe. Den deles paa de forskellige Steder i forskellige Underafdelinger, karakteriseret dels ved Stenartens vekslende Beskaffenhed, dels ved de forskellige Ledeforsteninger, hvortil der hyppigt er valgt Ammonitarter. Fra Muslingkalken kendes de første Former af *Sauropterygiae*, langhalsede, nøgne Øgler med Svømmefødder. I Fig. 166 er gengivet i formindsket Maalestok Skelettet af den 1 Meter lange *Lariosaurus balsami* fra Lombardiet. Den var en af Forløberne for og i nær Slægt med Svaneøglen *Plesiosaurus* (Fig. 181), der optraadte i Mængde i Juratiden og havde Lemmerne omdannet til Luffer.

I Muslingkalk findes navnlig i Schlesien teknisk vigtige Gange og Indlag af Zink-, Bly- og Jernmalme. Selve Stenarten har ogsaa teknisk Anvendelse og brydes fx. ved Rüdersdorf i Nærheden af Berlin.

Keuper*) bestaar af forskellige ofte stærkt gult, rødt eller grønt

*) Oprindelig et tysk Lokalnavn for en leret Dolomit, der findes i Nærheden af Koburg; derefter er Navnet Keuper overført paa hele Formationen.

farvede Lerarter og Skiferler, desuden af Sandstenlag og Lag af dolomitisk Kalksten, hvorimellem findes Gibs, Anhydrit og Stensaltlag. De yngste Led af Keuperdannelsen, som ogsaa findes paa Bornholm og i Skaane og kaldes Rhæt*) eller rhætisk Formation, indeholder i Skaane Kullag, der dog ogsaa af og til findes i de øvrige Keuperlag. De bornholmske Kul anses derimod for at være noget yngre (Lias). Lagene fra Keuperformationen er i de fleste Tilfælde dannet i Ferskvand eller i Saltsumpe, nogle er ogsaa Fladvands- og Lagunedannelser i Havvige. De skaanske Lag vil blive berørt i det følgende.

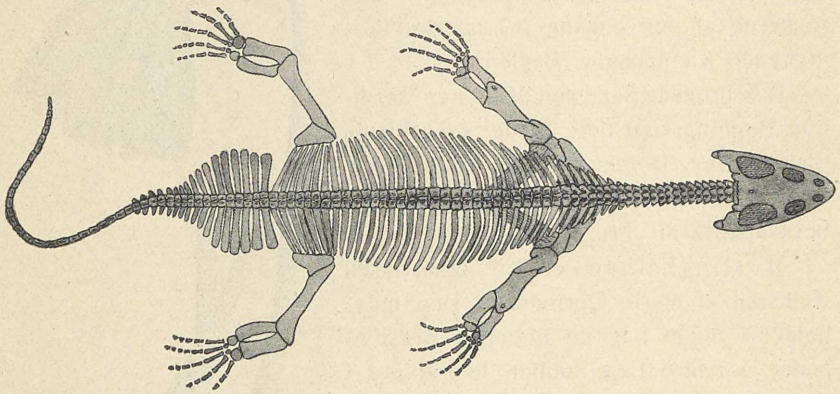


Fig. 166. *Lariosaurus balsami* fra Muslingkalk. Lombardiet. 1/10 naturlig Størrelse (efter Woodward).

Den her anførte Inddeling af Triaslagene passer i det væsentlige for en stor Del af Mellemtyskland og tildels for Polen og Rusland og ligeledes mod Vest i Frankrig. I England mangler man Muslingkalk, men har broget Sandsten og Keuper, det samme gælder i store Træk for den østlige Del af Nordamerika mellem Atlanterhavet og Alleghanybjergene samt i Sydafrikas mægtige Karooformation. Det er, som nævnt, i Hovedsagen Indlandsdannnelser, der repræsenteres af broget Sandsten og Keuper.

En oceanisk Facies af Triasdannelserne har man derimod i Alperne væsentlig bestaaende af marine Kalksten og Dolomiter, dog ogsaa marin Sandsten og Skifer. Lignende Aflejringer findes rundt om i Middelhavslandene, saaledes i Spanien, Italien, paa Sicilien, i Algier, i Lilleasien og herfra gennem Persien ned i Indien. Det er altsaa i det væsentlige paa samme Steder, som man traf de permiske marine Lag; man maa derfor antage, at der her gennem lange Tider har været et

*) *Rætia* er Oldtidsnavnet for Nutidens Graubünden, hvor disse Overgangsdannelser mellem Trias- og Juraformation findes udviklet i anselig Mægtighed.

mægtigt Middelhav, som man har givet Navnet Thetys. Det har mod Syd beskyllet Kysterne af det tidligere beskrevne Gondwanaland, der strakte sig fra Ceylon til Australien og Sydafrika. Mod Nord grænsede Thetys op til de dels sumpige dels ørkenagtige Egne i Europa. Ogsaa paa Spitsbergen, Novaja-Semlja gennem Øst-Sibirien, Kirgisersteppen og Turkestan findes Triasdannelser af oceanisk Facies, der ligeledes genfindes i Nordamerika Vest for Alleghanybjergene (British Columbia og Californien) ud til Stillehavet, i Sydamerika (Peru) samt Japan og Australien.

Skaanes Rhæt-Lias. Med Silurformationens yngre Lag ophører den regelmæssige Lagfølge i Sverig, saa at man ikke finder nogetsomhelst Spor af Lag fra Devon-, Kul- eller Permtiden. Landet har sandsynligvis i disse lange Tidsrum ligget over Havet og de Lag, der maaske kan være opstaaet i denne Tid, er atter forsvundet ved den senere Denudation. Derimod findes baade Trias-, Jura- og Kridttidens Dannelser repræsenteret i Skaane, dog har man her hos ingen af disse Dannelser den fuldstændige Lagfølge, men kun nogle af Underafdelingerne. Væsentlig efter den svenske Geolog *A. E. Törnebohm* kan meddeles følgende: Af Triasformationen har man det sidste Led — Keuper — repræsenteret i nogle røde Sandstene og Lerarter, som er synlige dels Nord for Höganäs, dels mellem Vallåkra og Tågarp samt i Egnen Nord for disse Steder. Ovenpaa de røde Triaslag i Skaane ligger en 2—300 M. mægtig Lagserie, bestaaende af graa Sandsten, samt graa Skifere og Lerlag. Den tilhører Overgangstiden mellem Trias og Jura og kaldes Rhæt-Lias. Den kaldes ogsaa ofte for Skaanes Kulformation, men de skaanske Kullag er dog meget ubetydelige i Sammenligning med de Kullag, der mange andre Steder findes i Stenkulformationen. Skaanes kulførende Formation begyndte at afsættes ved en lav, sumpet Strand, beklædt med Datidens Skove, i hvilke der fandtes ejendommelige Naaletræer, nær beslægtet med Former, der nu lever i Japan. Cykadeer og Bregner spillede dog Hovedrollen i Vegetationen, som man kan se af de Plantelevninger, der er fundet i nogle af Formationens Lag. Den ene Skovgeneration efter den anden opstod, døde hen og gav Materiale til Kuldannelsen. Efter nogen Tids Forløb sank Jordbunden, og Havet trængte ind over Sumpegnene og bedækkede dem med tykke Lag af Sand og Ler, der indeholder Skallerne af marine Bløddyr. Skaanes Kulformation optager et større Omraade i Provinsens nordvestlige Del og strækker sig fra Engelholm og Höganäs Syd paa til Vallåkra og Billesholm. Desuden findes der om Esløf og Ramsåsa et Par mindre Kulfelter. Kun det førstnævnte Omraade har dog Betydning. Foruden ved Höganäs brydes der Kul ved Billesholm og Bjuf o. fl. St. Kullagene er imidlertid af temmelig ringe Tykkelse i Almindelighed kun 1—2 Decimeter, undertiden 3—4 Decim., men sjældent mere. Ofte ligger flere Kullag tæt ovenpaa hinanden og betragtes som hørende til samme „Fløts". Saaledes bestaar den Fløts ved Höganäs, hvoraf man har brudt Kul siden Slutningen af næstforrige Aarhundrede, af 7 særskilte smaa Kullag, af hvilke kun et, der er 18 Ctm. tykt, indeholder Kul, der er saa gode, at de kan sælges. De andre Lag giver derimod saa askerige Kul, at de maa bruges paa Stedet til Teglbrænding o. lign. Under Kullagene ligger der ildfast Ler, der i Reglen har nok saa stor økonomisk Betydning som Kullagene. Ovenpaa Kullagene ligger der de fleste Steder Sandsten, som altsaa danner „Taget"

eller „det hængende“ i Gruben, medens Lerlagene er „Gulvet“ eller „det liggende“. Allerede i den første Begyndelse af Juratiden ophørte Afsætningen af de kulførende Lag i Skaane, medens den fortsattes i noget længere Tid — ind i „Lias“ — paa Bornholm. Den yngste Aflejring i Skaanes kulførende Dannelser er Sandstenen ved Hör, der er aflejret paa lavt Vand i Begyndelsen af Juratiden (Lias). Havet var da steget ikke alene op over de tidligere afsatte kulførende Dannelser, men ogsaa et Stykke op over de Vest derfor liggende Grundfjeldpartiers lavest liggende Strækninger, saa at man i Skaane kan finde Hörs Sandsten aflejret umiddelbart ovenpaa Grundfjeldet. Sandstenen bliver benyttet til Møllesten og er brugt som Bygningssten til Lunds Domkirke.

Juraformationen.

Under dette Navn sammenfatter man en stor Mængde forskellige Stenarter, der er dannet i Tidsrummet mellem Keuperperioden og Kridttiden. Den tidligere omtalte engelske Ingeniør og Geolog *Wm. Smith* (Side 13) var den første, som gjorde opmærksom paa de udstrakte Lag fra denne Tidsperiode, som fandtes i England. Formationen kaldtes *Oolit*, da mange af Lagene i England er oolitiske eller rognstenagtige, d. v. s. bestaaende af smaa, sammenkittede, kugleformige Konkretioner, dels af kulsur Kalk, dels af Brunjernsten*). Under Navnet Oolit gaar Formationen endnu tildels i England og Amerika, medens *Alexander v. Humboldt* var den første, der anvendte det nu almindelig brugte Navn Juraformation paa de i Jurabjergene optrædende anselige Kalklag. Fra England stammer ogsaa Navnene Lias, Dogger og Malm paa Juraformationens tre Hovedafdelinger**), medens de tyske Benævnelser

*) Stenarter, hvori Kornene kun er smaa, kaldes *Oolit* (af det gr. oon = Æg, litos = Sten) eller Rognsten, paa engelsk *roestone*. Naar Kornene er saa store som Ærter, kaldes Stenarten *Pisolit* (lat. pisum = Ært) eller Ærtesten, paa engelsk *peastone*. Bestaar Stenarten af Brudstykker af Forsteninger, kaldes den paa engelsk *ragstone*, der egentlig betyder Pjaltesten. Særlig *Koralrag*, bestaaende af Koral (og Bryozo) Brudstykker forekommer ret jevnlig. Navnet Koralrag bruges i de fleste Sprog for saadanne Stenarter, ligesom Oolit og Pisolit.

**) Lias, som nu bruges hele Verden over, er en oprindelig Udtale af det engelske Ord *layers* (d. v. s. Lag), saaledes som dette Ord ved forrige Aarhundredes Begyndelse udtaltes af Stenbryderne i Sommersetshire i England. De benyttede denne Betegnelse (udtalt lejers) for en Række af vekslende tynde Kalk- og Skiferlag.

Dogger. I den nordostlige Udkant af Yorkshire i England findes nogle tynde Kullag indlejret i Sandsten. Lagene blev kaldt Dogger-Serien, da Sandstenen indeholder haarde, jernholdige Konkretioner, der vanskeliggjorde Kulbrydningen. Landbefolkningen i Yorkshire kaldte for et Aarhundrede siden enhver større rund Sten, der laa dem i Vejen, for *a dogger*.

Malm (udt. mam) var en i Omegnen af Oxford af Stenbryderne brugt Betegnelse for nogle Bænke af oolitisk Kalksten, der afvekslede med lerede Mellemlag.

paa de tilsvarende Afdelinger er sort, brun og hvid Jura, der hentyder til Stenarternes Farver i disse Lag. Iøvrigt kan man i Juraformationens Lag adskille over 30 forskellige Underafdelinger karakteriseret hovedsagelig ved forskellige Ammonitformer som Ledeforsteninger.

Man har ret fuldstændige Oplysninger om Fordelingen af Hav og Land i Juratiden, saa at det har været muligt for den berømte

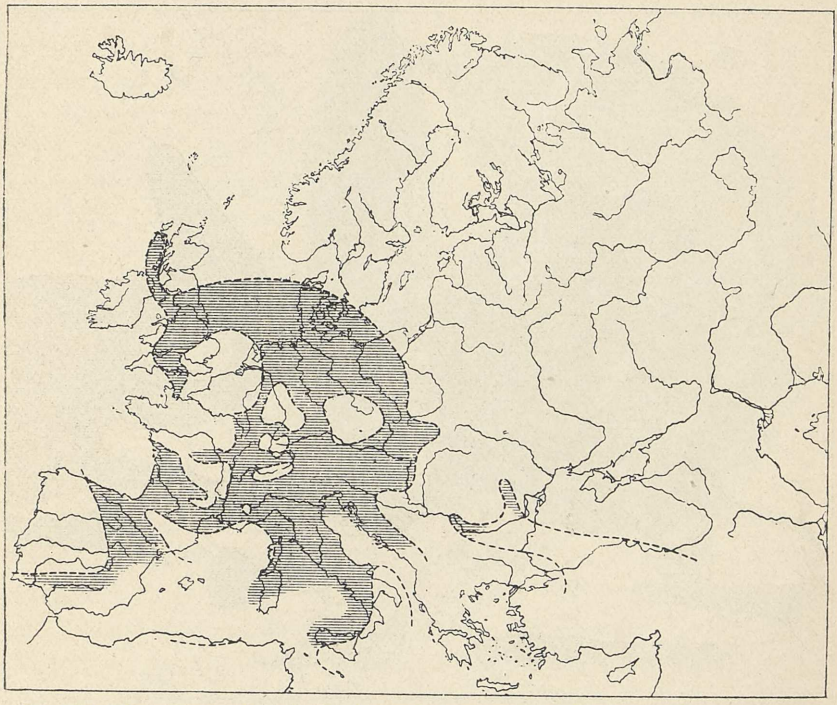


Fig. 167. Skitsekaart efter A. de Lapparent over Fordelingen af Hav og Land i Rhæt. Lidt før Juratidens Begyndelse.

Wienergeolog *M. Neumayr* at sammenstille Verdenskort, der viser Hovedtrækkene af de geografiske Forhold under Juratidens forskellige Afsnit: Havdannelserne fra Juratiden har en overordentlig stor Udbredelse og kan efter Neumayr deles i 4 forskellige Zoner, som dog gaar noget over i hinanden:

1) En arktisk Zone, der fra Ruslands Midte strækker sig gennem Sibirien til det nordvestlige Amerika.

2) En pacifik Zone svarende omtrent til det stille Ocean, men tillige omfattende den mellemste Del af det vestlige Nordamerika og af Sydamerika de nuværende Andesbjerge.

4) En central Zone eller et Middelhav, der har strakt sig fra

China Vest over til Europas yderste Vestgrænse og tillige ind over Nordafrika.

Der har dog i disse Zoner eller Have været mange Øer, og Strandlinjen har gennem Juratiden været udsat for adskillige Svingninger. For Europas Vedkommende vil dette fremgaa ved Betragtning af Fig. 167—168, der begge gengiver Skitser af den europæiske Juraformations Ud-

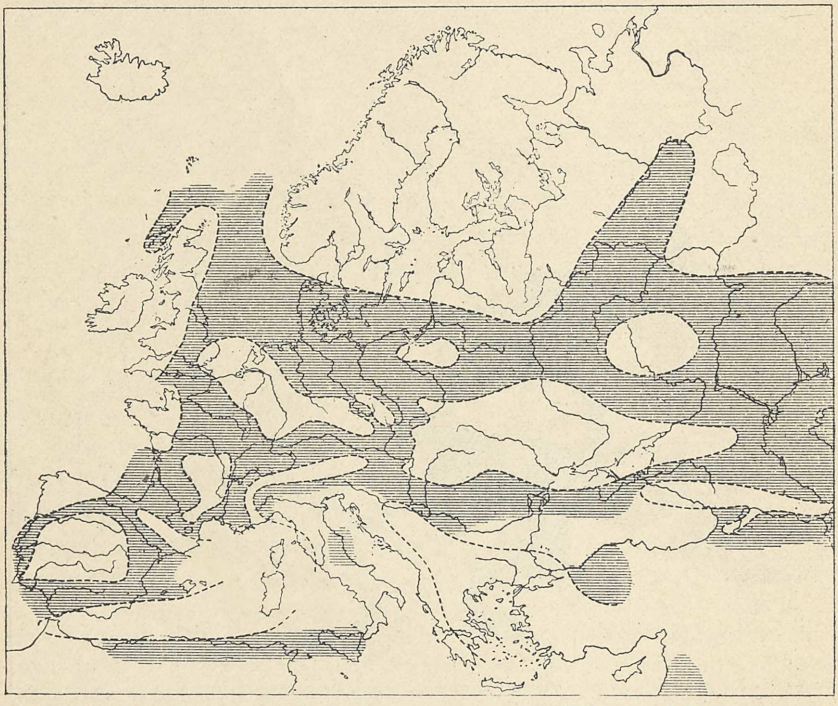


Fig. 168. Skitsekaart efter A. de Lapparent over Fordelingen af Hav og Land i Oxfordien. Lidt før Juratidens Slutning.

bredelse efter den franske Geolog *A. de Lapparent's* Sammenstilling. Havdannelserne er anlagt med Streger, Landet er hvidt. Fig. 167 viser Forholdene i Rhæt ved Slutningen af Trias- og Begyndelsen af Juratiden. Fig. 168 i Begyndelsen af Juratidens sidste Afsnit: Oxfordien i den „hvide Jura".

Stenartsbeskaffenheden i Juradannelserne er temmelig vekslende, svarende til Faciesforskellen under disse Dannelsers Aflejring. For Mellemeuropas Vedkommende er Liasdannelserne eller sort Jura c. 100 M. mægtige. De bestaar af i Reglen sort farvede bituminøse Skifere, Skiferler, Mergellag, Kalksten og Sandsten. Disse Lag er i Reglen overordentlig rige paa Forsteninger af Saltvandsdyr, navnlig

Ammoniter, af hvilke der i Fig. 169 er gengivet en Art af *Phylloceras*-Slægten, som allerede optraadte i Slutningen af Triastiden og levede videre et Stykke ind i Lias for dernæst at afløses af andre Arter. Figuren længst til venstre (Fig. 169) viser Dyrets Skal set forfra, længst til højre set fra Siden med udpræparerede Skillevægge, der viser de overordentlig stærkt forgrenede Lober. Sammen med disse Dyr forekommer en Mængde andre Havdyr. Særlig i Skiferlagene i Würtemberg findes Levninger af en stor Mængde Hvaløgler og andre Former, som senere bliver beskrevet. Stenbruddene holdes tildels i Gang for Forsteningernes Skyld, der udgør en ret vigtig Handelsartikel. Sammen med Liassandstenen findes ofte Kullag, der brydes flere Steder, samt Lag af Kuljernsten (Lerjernsten). Af særlig stor Betydning er Kullagene ved Fünfkirchen i Ungarn, hvor der findes 25 Kullag med tilsammen 26 M. Kul af god Beskaffenhed, regelmæssig aflejret ovenpaa hinanden. De bituminøse Skifere, der brydes adskillige Steder i Mellem- og Sydtyskland har Betydning som Oljeskifer, da der ved tør Destillation af dem vindes Belysningsoljer, Smøreoljer og Parafin samt ikke ubetydelige Mængder Ammoniumsulfat. Lignende Oljeskifer brydes og bruges i endnu langt større Grad i Frankrig og Skotland, hvor de dog hyppigst er af permisk og karbonisk Alder. Paa Bornholm findes Kullag, Lerlag, Jernsten og Sandsten fra Liastiden. Disse Lag vil nærmere blive beskrevet under Danmarks Geologi.

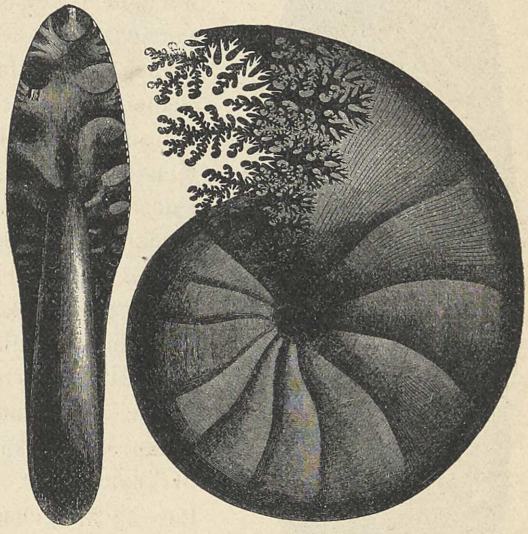


Fig. 169. *Phylloceras zetes*. Ammonit fra Lias (efter Quenstedt).

Stenarterne fra Dogger eller den brune Jura bestaar i Mellemeuropa af en c. 400 M. mægtig Lagrække, der indeholder i Reglen finkornede, bløde, brunfarvede Sandsten, desuden Lerlag, Mergelskifer og rognstenagtige Jernmalme. I Schlesien findes 3—6 Lag af Lerjernsten, der tilsammentaget er over 30 M. mægtige og kan følges over et Fladerum af c. 150 Kvadratkilometer. I Tyroleralperne findes udstrakte ved senere Foldninger stærkt sammenskudte Kalkstenlag og Dolomiter, der

indeholder en Mængde forskellige Saltvandsforsteninger fra Doggertiden. — Aflejringerne fra Malm eller den hvide Jura er i Mellemeuropa c. 300 M. mægtige og bestaar hovedsagelig af lystfarvede Kalksten, Mergelkalksten og kalkholdig Lerskifer. Blandt disse er den i Bayern forekommende overordentlig finkornede lerholdige Kalksten Solnhofen litografiske Skifer verdensberømt, dels ved dens udstrakte Anvendelse til litografisk Brug, dels ved den Mængde i Reglen vidunderlig velbevarede Forsteninger, den indeholder. Stenarten brydes i mange forskellige Stenbrud i Grevskabet Pappenheim i Bayern og er i og for sig ikke særlig rig paa Forsteninger, men da den i mange Aar har været brudt i udstrakte Stenbrud paa mange forskellige Steder, og Arbejderne er vante til med største Omhu at tage Vare paa de Forsteninger, der fremkommer, findes Forsteninger „fra Solnhofen litografiske Skifer" nu i Alverdens Museer og Samlinger.

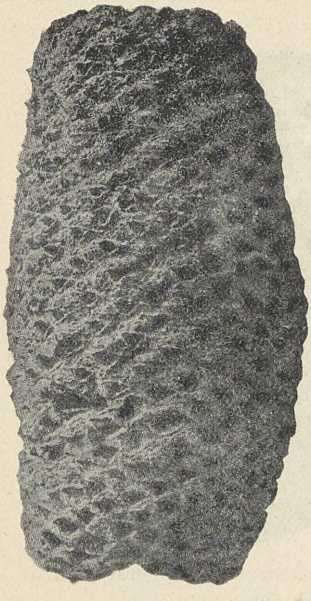


Fig. 170. Stamme af en Koglepalme *Cycadeoidea masseiana*. Juraformationen. Italien.

Selve Jurabjergene bestaar for største Delen af Koralkalk og Dolomit henhørende til „hvid Jura", men desuden af brunlige Ler- og Mergellag samt sort Skifer og sorte Kalksten, der henhører til „brun" og „sort Jura".

Juratidens Flora har et forholdsvis ensformigt Præg. Bregner spiller sammen med Koglepalmer (Cycadeer) den største Rolle. Stammer af Koglepalmer findes ofte i Kullagene og har, som Fig. 170 viser, et ret karakteristisk Ydre, med en afrundet Form, som ikke ligner en almindelig Træstamme, og de mange dybe Bladar. Disse Stammer tildrog sig derfor tidligt Opmærksomheden og blev en Tidlang anset for at være Rester af Kolonidyr eller sammenvoksede Kolonier af Balaner (Krebsdyr). Desuden findes forskellige Former af Naaletræer som *Araucaria*, *Thuja* ja selv Arter af *Pinus:* Gran. Af Familien *Taxaceae* findes Repræsentanter baade paa *Taxus* den egentlige Taksslægt og paa *Gingko*-Slægten, der ikke i det Ydre minder meget om Naaletræer. Gingko er en mærkelig gammel Planteslægt, der kan følges tilbage helt op i devonisk Tid. I Fig. 171 er efter *C. Bartholin* gengivet et Blad af *Gingko Huttoni* i naturlig Størrelse. Det fandtes sammen med Aftryk af Bregneblade og af *Schizoneura* (hørende til Padderokkerne) i en løs Blok af jernholdig

Sandsten i en Grusgrav ved Vintappergaarden nær Lyngby ved København i 1891. Blokken stammer sandsynligvis fra Juraformationens Lag paa Bornholm og er sammen med andre baltiske Blokke under den sidste Istid som Moræneblok ført op til Sjælland.

De nulevende Gingkoarter kendes ikke som vildtvoksende Træer, men har fristet Livet ved i Aartusinder at være blevet dyrket ved kinesiske og japanske Templer som hellige Træer. De er „Reliktformer" af den ældgamle Plante-

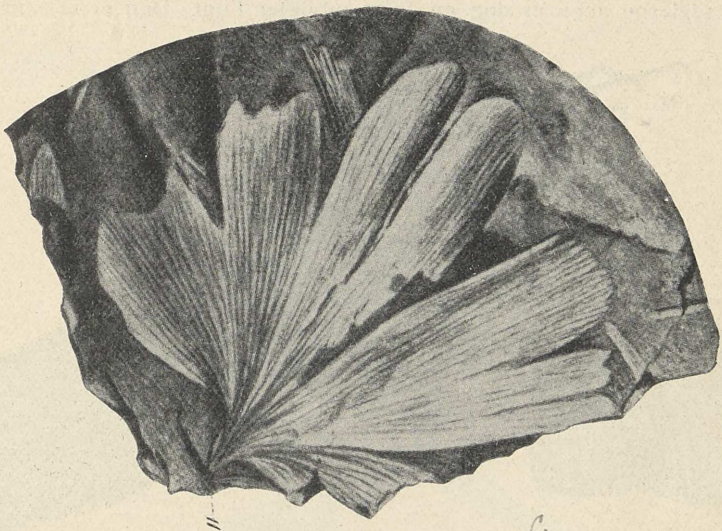


Fig. 171. Blad af *Gingko Huttoni* Heer (efter E. Bartholin).
I en løs Blok fra Vintappergaardens Grusgrav ved Lyngby.

slægt, som uden denne omsorgsfulde Pleje fra de buddhistiske Præsters Side ganske vilde være forsvundet fra Nutidens Flora. Træerne kan blive indtil 30 M. høje og 2—3 M. tykke. De har langstilkede, viftedannede Blade og er løvfældende, men har ligesom Lærk og andre Naaletræer „Langskud" og „Dværgskud". Fra Japan er *Gingko bilobata* og dyrkede Afarter gaaet over i det europæiske Gartneri og kan selv i Danmark vokse paa Friland.

Af Landdyr kendes fra Juratiden en stor Vrimmel baade flyvende, løbende, hoppende og krybende Former. Levninger af Pattedyr er fundet i ret stort Antal. Det er dog hyppigst kun Kæbebenene, der er blevet bevaret, dog kendes ogsaa andre Skeletdele. De hidtil fundne har udelukkende været Pungdyr af ringe Størrelse (som en Rotte) med en om Insektæderne mindende Tandbevæbning. De bærer Navnene *Phascolotherium, Amphitherium, Dryolestis* m. m.

Kun faa palæontologiske Fund har tildraget sig saa almindelig Opmærksomhed som Fuglefundene fra Juraformationen. I 1860 fandtes i Skiferen ved Solnhofen Aftryk af en utvivlsom Fjer, og Aaret efter fandt man et temmelig fuldstændigt Skelet af en Fugl sammesteds. Det

blev købt af British Museum for 600 £, og blev undersøgt af den berømte engelske Palæontolog *R. Owen* (1804—1892), der kaldte Fuglen *Archaeopteryx macrura*. I 1879 fandt man ved Eichstädt faa Mil fra det førnævnte Findested et endnu langt bedre bevaret Skelet af samme Fugleart, det blev solgt til Museum f. Naturkunde i Berlin for 20000 Rmk. I Fig. 172 er gengivet en noget restaureret Afbildning af dette Eksemplar efter *W. Dames*. Den viser i visse Henseender Slægtskab med Øglerne, men er dog en fuldt udviklet Fugl. Den er af Størrelse

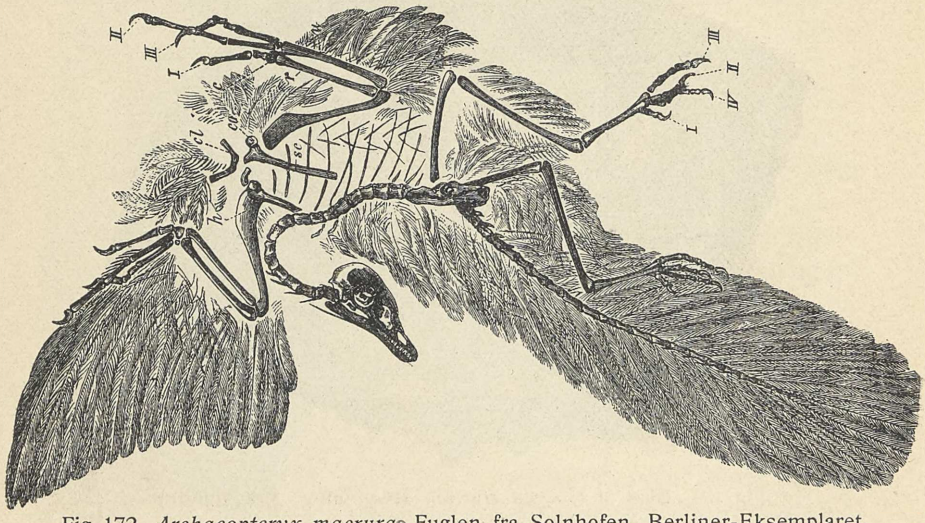


Fig. 172. *Archaeopteryx macrura*. Fuglen fra Solnhofen. Berliner-Eksemplaret. Noget restaureret (efter Dames).

omtrent som en Due. I Kæberne havde den Tænder fastsiddende hver for sig i en Tandgrube. Enkelte af Nutidens Fugle, særlig Papegøjer, har i Fostertilstanden og som spæde Unger Spor af lignende Tænder. Halen bestaar af 20 langstrakte Halehvirvler, med Halefjerene parvis fæstet ud langs Halen. Foruden Ribbenene, der udgaar fra Rygraden, har Fuglen en hel Række Bugribben, hvad der ikke findes hos Nutidens Fugle, men derimod baade hos Firben og Krokodiler. Forlemmerne var omdannet til Vinger, de tre første Fingre (I-II-III, Fig. 172) var dog ikke sammenvokset som hos Nutidens Fugle, men fri og forsynet med Kløer som hos Firben og Krokodiler. Bækkenets Form minder ogsaa mere om Krybdyrenes, særlig om Dinosauriernes Bækken end om de nulevende Fugles.

Archaeopteryx viser altsaa Slægtskab med Krybdyrene, særlig med Dinosaurierne, og dens Benbygning tillader næppe nogen Tvivl om, at disse Krybdyr og Fugle maa nedstamme fra de samme Forfædre. „Fuglen

fra Solnhofen" er iøvrigt en højt udviklet Form, som viser, at der maa have gaaet en lang Udviklingsrække forud.

Baade Pattedyr og Fugle har dog i Juratiden haft en beskeden Plads i Sammenligning med Krybdyrene, der baade hvad Talrighed og Størrelse angaar har været de herskende, og blandt dem er særlig Former af Dinosauriernes Klasse fremtrædende. Der er tidligere (Side 284) givet en Oversigt over disse Dyrs systematiske Stilling efter den berømte

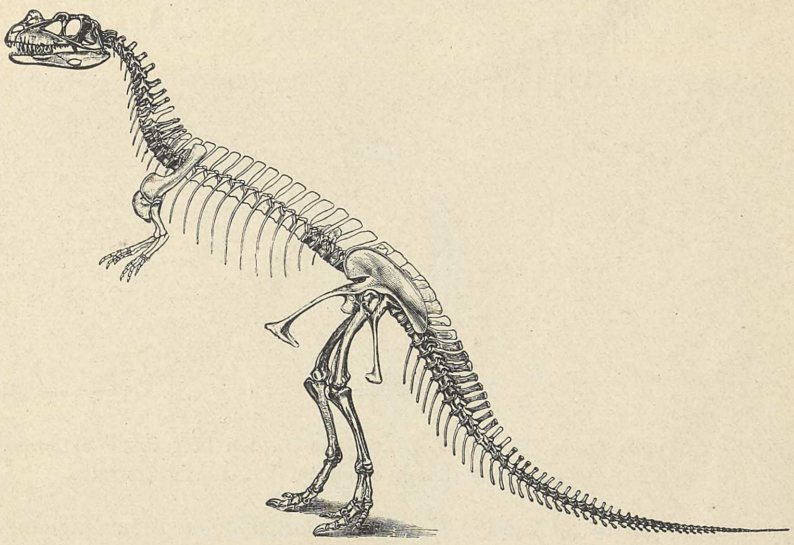


Fig. 173. Skelet af *Ceratosaurus nasicornis*. Dinosaurie fra Juraformationen i U. S. (efter Marsh). Omtrent $^1/_{40}$ af den naturlige Størrelse.

Amerikaner *Marsh's* Undersøgelser, saa at vi her kan indskrænke os til Beskrivelse af nogle enkelte af de vigtigste og bedst kendte Former, i Hovedsagen efter Marsh:

Ceratosaurus nasicornis (Fig. 173) er et typisk Eksempel paa de kødædende Dinosaurier *Theropoda* fra Amerikas Juraformation. Disse Dyr var i Reglen af betydelig Størrelse og naturlige Fjender af de kæmpemæssige planteædende Former, som var saa talrige i samme Tidsperiode. De havde kraftige Kæber med skarpe Skæretænder og en stærk og bøjelig Hals. Forlemmerne var temmelig smaa, men bevæbnet med skarpe Kløer og egnet til at gribe levende Bytte. Bagbenene var lange og stærkt bygget, og Dyret brugte alene Bagbenene til at komme frem med. Halen var stærk og tjenlig til Støtte som en Kænguruhale. Det afbildede Eksemplar var 6 M. langt og forsynet med et stort Horn paa Næsen.

Der fandtes dog ogsaa smaa Former indenfor Underafdelingen

Compsognatha. Det er springende Former af en meget let Knokkelbygning, der i meget minder om Fuglenes Benbygning. I Fig. 174 er gen-

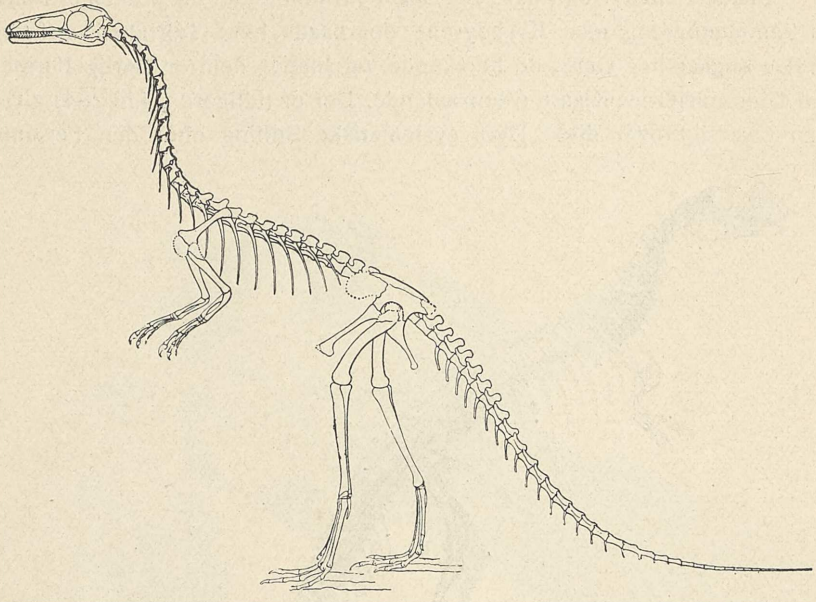


Fig. 174. *Compsognathus longipes.* Dinosaurie fra den litografiske Skifer ved Kelheim i Bayern (efter Marsh). Omtrent $^1/_5$ naturlig Størrelse.

givet en Art af denne Familie *Compsognathus longipes* (den langbenede C.). Den var ikke større end en Hare. Den blev først beskrevet 1861 af den tyske Zoolog *R. Wagner*, men er senere undersøgt og restaureret af Marsh.

Blandt de planteædende Dinosaurier fra Juratiden kan fremhæves: *Brontosaurus excelsus* (Fig. 175). Det er en Art af den bedst kendte

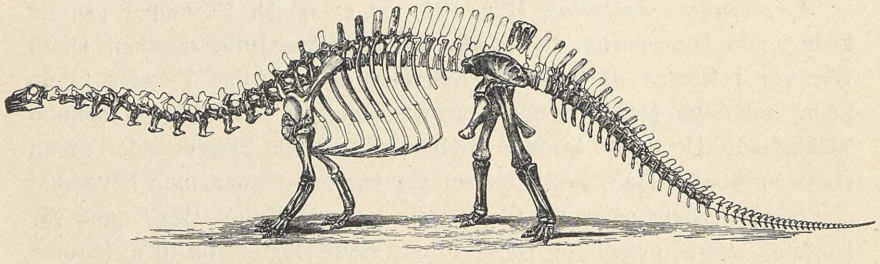


Fig. 175. *Brontosaurus excelsus.* Dinosaurie fra Juraformationen i U. S. (efter Marsh). Omtrent $^1/_{160}$ af den naturlige Størrelse.

Slægt af de vidunderlig store *Atlantosauridae.* B. er først blevet beskrevet af Marsh i 1879. Han havde et omtrent fuldstændig Skelet til

Raadighed. Det blev fundet i de saakaldte Atlantosaurus-Lag ved Como-Søen i Wyoming i U. S., og Skelettet var i omtrent samme Stilling som da Dyret døde. Dyret var 20 M. langt, og en nærmere Beregning af Marsh viser, at det maa have vejet paa det nærmeste 20 Tons. Hovedet var mærkelig lille og sad paa en slangelignende bøjelig Hals. Kroppen var forholdsvis kort og saavel Halshvirvlerne som Ryghvirvlerne i Forhold til deres kæmpemæssige Størrelse meget lette, og alle Knogler i dem er hule. Derimod er Halen lang og meget svært bygget af massive Knogler. Ligeledes var Ben og Fødder meget plumpe og Knoglerne



Fig. 176. *Brontosaurus*. Restaureret (efter en Tegning af H. Harder).

massive. Dyret var en udpræget Saalegænger, og hver af dets Fodspor har dækket over omtrent en Kvadratmeter. Et utvivlsomt meget livagtigt Billede er gengivet i Fig. 176. Det er fremstillet af en bekendt tysk Dyremaler *H. Harder* efter de bedste Angivelser. Naar man betragter Skelettet og Dyrets Ydre, vil det meget lille Hovede særlig tiltrække sig Opmærksomheden, da der hos intet andet Hvirveldyr, som man hidtil har lært at kende, er et tilsyneladende saa stort Misforhold til Stede mellem Hovedets og Kroppens Størrelse. Hjernen var meget lille og Rygmarven kun en forholdsvis tynd Streng, saa at Marsh deraf slutter, at Brontosaurus har været et yderst fæisk og trægt Dyr. I Bækkenpartiet fandtes der dog en stor Udvidelse af Rygmarven, en Ekstrahjerne af betydelig Størrelse, som i endnu højere Grad fandtes hos den senere omtalte Stegosaurus. Brontosaurus har levet udelukkende af saadan Planteføde, der ikke har krævet nogen videre Bearbejdelse med Tyggeredskaberne. Det har været uden Angrebs- eller Forsvarsvaaben af nogen Art, og dets klodsede Krop og uhyre Legemsvægt synes ofte at

have bragt Dyret i Livsfare, da dets Levninger findes i Mudderlag, hvori Dyret øjensynlig er gaaet i Sænk og er blevet kvalt i Mudderet. Endnu større end Brontosaurus er *Branchiosaurus*, hvis Laarben er over 2 M. langt og vejer 400 Kilo. Det anses for at være det største af alle Dinosaurierne. Der kendes adskillige Arter af omtrent lignende Størrelse som de her omtalte Kæmper. De findes ret hyppigt i Nordamerikas Juralag, men kendes dog ogsaa fra Europa.

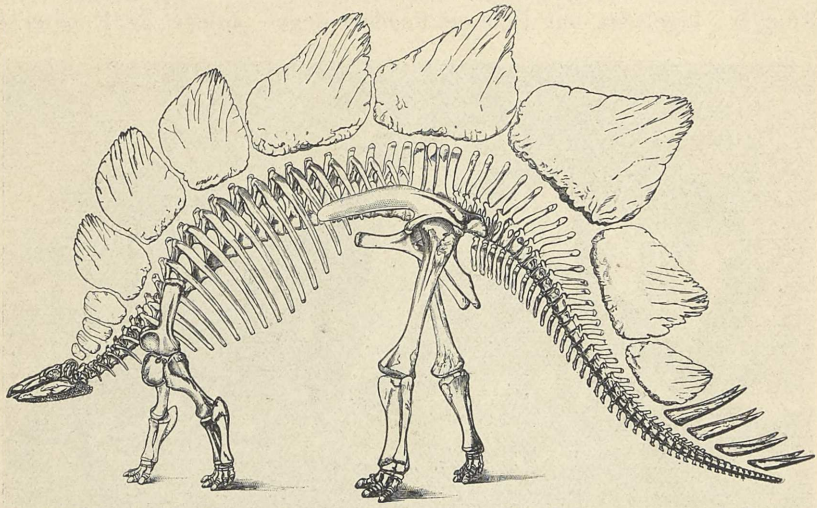


Fig. 177. *Stegosaurus ungulatus*. Dinosaurie fra Juraformationen i U. S. (efter Marsh). $^1/_{60}$ naturlig Størrelse.

Medens Atlantosaurierne var ganske uden Værn mod deres mulige Fjender, gælder dette ikke om den til Ordenen *Predentata* hørende Familie *Stegosauridae*. I Fig. 177 er efter Marsh fremstillet en af de bedst kendte Arter *Stegosaurus ungulatus*, der er over 8 Meter langt. Dyret er fremstillet gaaende paa alle fire Ben, men Marsh anser det for sandsynligt, at det ogsaa kunde gaa paa Bagbenene alene. Det lille langstrakte Hoved ender i et Hornnæb. Det har kun smaa Kindtænder, der ved deres Bygning viser, at Dyret kun kunde fortære bløde og saftige Plantedele. Benere er stærke, Fødderne korte og plumpe med fem Tæer paa Forfødderne og tre Tæer paa Bagfødderne, alle forsynet med stærke Klove, der viser, at Dyret væsentlig kun færdedes paa tørt Land. Dyret var beskyttet af et mærkeligt Hudpanser, der kunde tjene baade til Angreb og til Forsvar. Hovedet var beskyttet med Benplader og Struben bedækket af en tyk Hud, i hvilken der var indvokset runde Benstykker. Langs Halsen, Ryggen og den øverste $^2/_3$ af Halen strakte der sig en Række mærkværdige Benkamme, hvis Tilværelse man næppe

vilde tænke sig mulig, hvis de ikke var fundet netop i den Stilling, som Figurerne 177—178 viser. Den yderste Ende af Halen var hos den her omtalte Art af Stegosaurus opad til forsynet med fire Par spidse massive Benpigge, som viser, at Dyret havde et farligt Vaaben i Halen, der var lang og bøjelig. Sammen med det her beskrevne Skelet fandtes ogsaa ude ved Haleenden fire flade Bentorne, som man mener har siddet fast under Halespidsen. Alle disse Benplader og Bentorne er massive

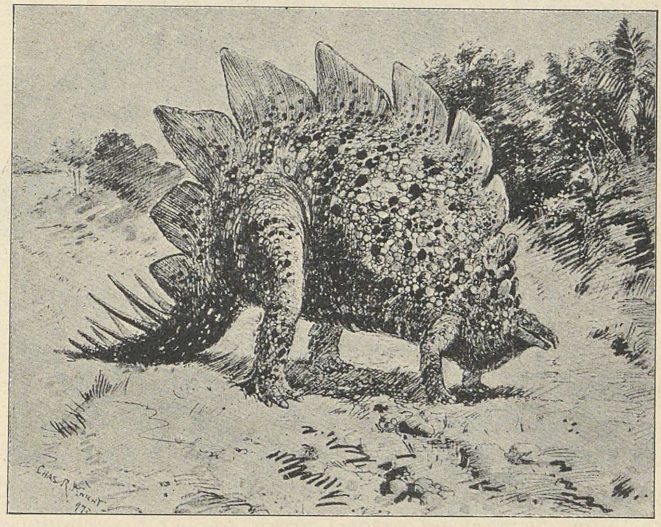


Fig. 178. *Stegosaurus ungulatus*. Restaureret (efter en Tegning af Charles B. Knight).

og stærke og var hos det levende Dyr desuden forsynet med en tyk Hornbeklædning, som i høj Grad forøgede deres Vægt, Styrke og Skarphed. Dyrets Hjerne var derimod ganske lille, saa at hvis dets Krop tænkes formindsket til fx. en Krokodiles Størrelse, vil Stegosaurus' Hjerne kun være $^1/_{1000}$ i Størrelse af en Krokodiles Hjerne. Som for at bøde paa denne Hjernelidenhed havde Stegosaurus i Bækkenpartiet en Hule med Plads til en stor Udvidelse af Rygmarven, der dannede en Ekstrahjerne 20 Gange saa stor som Hovedhjernen. Hvilke Slutninger man deraf tør drage om dette Dyrs Aandsliv, er ikke let at afgøre.

Som allerede omtalt finder man i Triasdannelserne Spor af Flyveøgler, og gennem Juratiden tiltager de i Hyppighed. Særlig fra den litografiske Skifer i Bayern har man faaet mange udmærket vel bevarede Skeletter, hvor man tillige kan se Omridset af Dyrets Bløddele, Flyvehuden m. m. Man skælner mellem to Grupper: *Pterodactylus* (Fig. 179) med kort Hale og *Rhamphorhynchus* med en lang Hale, der i Enden bar

en Finne eller et Sejl til at styre Flugten med. Flyveøglerne var i Juratiden kun forholdsvis smaa og naaede næppe et Vingefang over 1,5 M.,

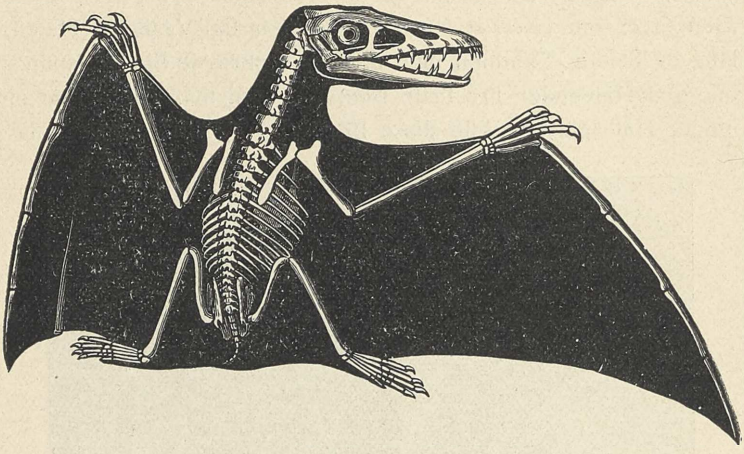


Fig. 179. *Pterodactylus*. Flyveøgle fra Juraformationen.

men voksede i Kridttiden op til Former med 6 M. Vingefang for derefter pludselig at dø ud. Deres Benbygning ligner i visse Retninger Fuglenes, da Knoglerne er hule og har været luftfyldte, men iøvrigt staar de i Slægtskab med Firben og Krokodiler. Tommelfingeren samt 2den og 3die Finger paa Forlemmerne var fri og forsynet med Kløer, men 4de Finger trukket ud i stor Længde og bar Flyvehuden, der tillige var fæstet til Kroppen og Bagfødderne. Huden var nøgen.

Foruden de her omtalte Hvirveldyr fandtes adskillige andre Former mere nærstaaende ved Nutidens Krybdyr, desuden mange Insekter, Landsnegle m. m.

Blandt Hvirveldyrene, der beboede de ferske Vande og Havet, maa

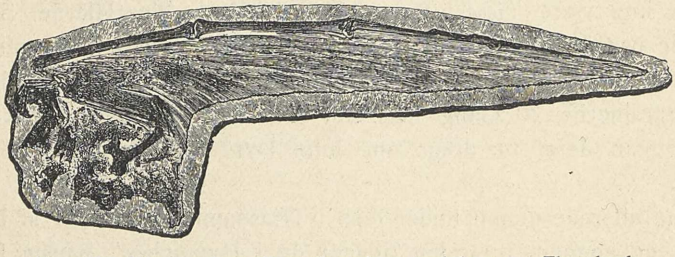


Fig. 180. Vinge af en Pterodactylus med bevaret Flyvehud.
Litografisk Skifer. Solnhofen (efter Zittel).

nævnes flere Former af Krokodiler og Skildpadder, der viser Slægtskab med nulevende Former. Af særegen Art er den nu ganske uddøde

Svaneøgle *Plesiosaurus*, hvoraf der kendes adskillige Arter, der er fra 3—6 M. lange. Deres Lemmer var omdannet til Luffer, medens deres

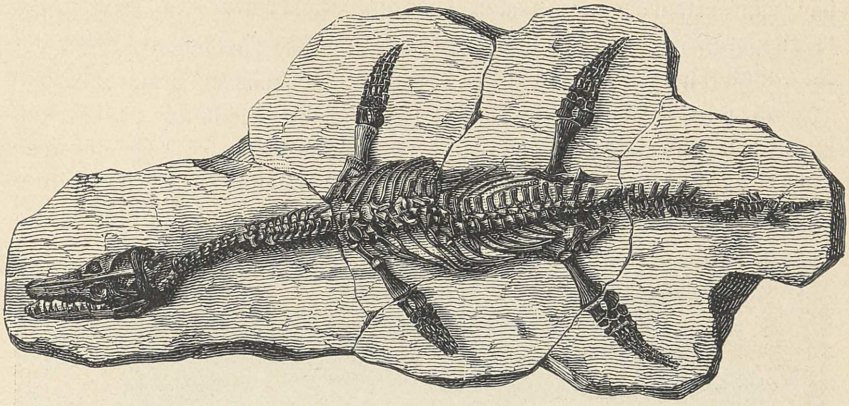


Fig. 181. *Plesiosaurus macrocephalus*. Svaneøgle. Liasformationen. Stærkt formindsket.

Forfædre i Triasformationen endnu havde Fødder og Tæer som Firben. Den i Fig. 181 afbildede *Plesiosaurus macrocephalus* hører til en af de forholdsvis storhovedede og korthalsede Arter fra Lias. Andre Arter har et lille Hoved paa en lang Svanehals. Kroppen var nøgen, og Dyrene maa anses for at have været dygtige Svømmere.

I endnu højere Grad har dette været Tilfældet med Hvaløglen *Ichtyosaurus*, hvoraf man kender mange Arter, særlig fra Liasdannelserne i alle Verdensdele. De kunde blive op til 10 M. lange og var forsynet med en om Krokodilerne mindende Tandbevæbning, der viser, at de var glubende Rovdyr. Dette fremgaar desuden af deres Maveindhold og

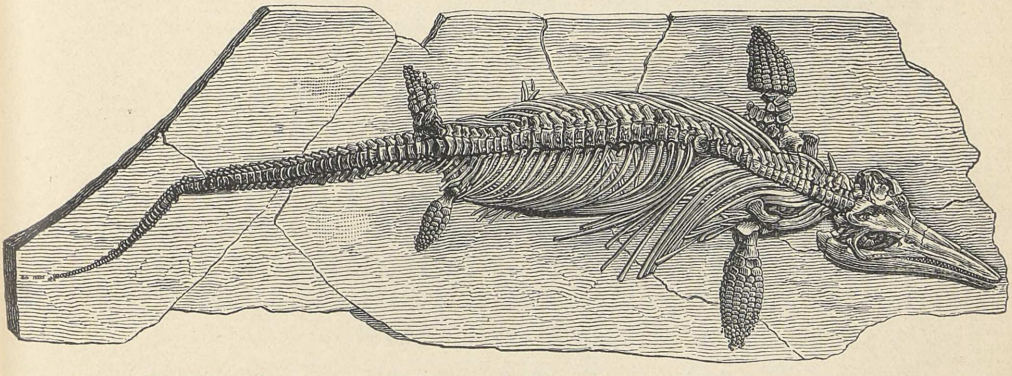


Fig. 182. *Ichtyosaurus*. Hvaløgle. Liasformationen. Stærkt formindsket.

Ekskrementer, som ofte findes i forstenet Tilstand som Koproliter. De har ikke været Kostforagtere, men fortæret andre Ichtyosaurier, Fisk og

Blæksprutter, med lige stor Appetit. Belemniter synes dog at have udgjort deres Hovednæringsmiddel. I en større Ichtyosaurus' Maveindhold har man saaledes kunnet paavise Levningerne af over 200 Belemniter. Hvaløglerne har født levende Unger, og ikke saa sjældent træffes 3—4 ret veludviklede Fostere i deres Bughule. De senere Former gik helt over til at leve af saadanne bløde Havdyr som Belemniter og er tandløse. Paa schwabiske Eksemplarer af Ichtyosaurier fra Lias har man kunnet se hele Dyrets Omrids med Ryg- og Halefinnen. De har haft et delfinlignende Udseende*) og været første Klasses Svømmere, hvad der

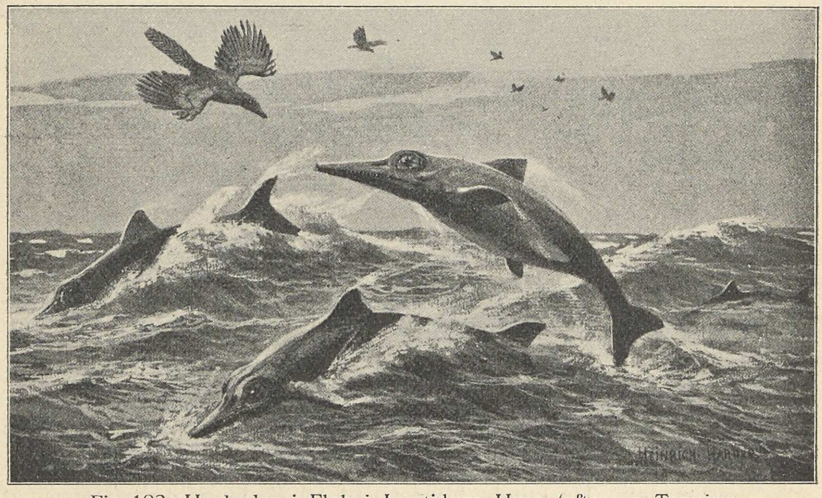


Fig. 183. Hvaløgler i Flok i Juratidens Have (efter en Tegning af Heinrich Harder).

har givet Anledning til Fremstilling af den i Fig. 183 gengivne Tegning af H. Harder. Tegneren har ladet „Fuglen fra Solnhofen" eller en nær Slægtning kredse over de sig boltrende Hvaløgler.

Af andre Hvirveldyr har særlig Hajer, Rokker og Ganoider været almindelig udbredt i Juratidens Have. Men der optræder ogsaa Benfisk af Former lignende nulevende Sild.

Allehaande andre Havdyr forekommer ligeledes i overordentlig store Mængder. Alene fra Liastiden kender man saaledes henved 500 Arter Muslinger, 400 Arter Snegle, over 100 Arter Ammoniter og omtrent 70 Arter Belemniter. Disse Dyr optræder for første Gang i Liastiden og dør allerede ud inden Kridttidens Slutning. Det var Blæksprutter, der ligesom Nutidens Former var nøgne og af faste Dele kun indeholdt et indvendigt Kalkskjold forsynet med en Kalkpig. I Reglen er der ikke bevaret andet af dem end netop denne Kalkpig, „et Vættelys", som ofte

*) Delfinernes Halefinne er dog vandret, Hvaløglernes lodret stillet.

findes i danske Gruslag, hvor det stammer fra Skrivekridtet, der under Istiden indæltedes i Glacialdannelserne. Kalkpiggen er hyppig helt eller delvis omdannet til Kiselsyre (se Fig. 192).

Saavel Ammoniter som Belemniter er vigtige „Ledeforsteninger" for de enkelte Underafdelinger indenfor Juraformationen. Foruden de nævnte Dyreformer er Pighude, Koraller, Bryozoer, Svampe, Foraminiferer m. fl. almindelige i Juraformationens Havaflejringer.

Purbeck-Lagene. Juratiden afsluttes ved Dannelsen af nogle ejendommelige Lag, som man først blev opmærksom paa i Klinterne paa Purbeck-Halvøen i det sydlige England. Lagene er noget over 50 M. tykke og bestaar af graa Kalksten og Mergelarter, der indeholder Skaller af Brakvands- og Ferskvandsbløddyr i store Mængder. Ind imellem disse Lag findes lejret saakaldte *dirt-beds* (Smudslag), ejendommelige sorte Lag af ringe Tykkelse. De frembyder dog stor Interesse paa Grund af de organiske Levninger, som de indeholder. Disse sorte Lag har engang været Muldjorden i en Skov, og indeholder mange Rester af Skovvegetationen, navnlig af Naaletræer og Koglepalmer, hvis Stammer ofte endnu findes i opretstaaende Stilling med Rødderne fæstet i Undergrunden under de sorte Muldlag. I disse Lag har man yderligere fundet Levninger af c. 30 forskellige Arter Pattedyr, der formentlig alle har hørt til Pungdyrenes Orden, men iøvrigt har været temmelig forskellige Former, hvoraf nogle har virket som Rovdyr, andre som Insektædere, andre som planteædende Dyr. Purbeck-Lagene i England slutter sig nær til de senere beskrevne Wealden-Lag og danner en Overgang mellem Jura- og Kridtformationen. Tilsvarende Lag af betydelig større Mægtighed er fundet lige overfor Purbeck paa Frankrigs Kyst og i Jurabjergene. I Nordtyskland findes de ligeledes paa flere Steder, saaledes har man i Deisterbjergene i Hannover Lag paa 500 M. Mægtighed*). Lagene her er tildels dannet i Laguner, dels i Ferskvandssøer. Purbeck-Lagene frembyder Interesse ikke alene ved de mange Pattedyrlevninger, som viser, at Pattedyrene allerede i Juratiden havde naaet en fyldig Udvikling som Pungdyr, skønt man ellers ikke mærker meget til deres Tilstedeværelse i andre Juralag, men Purbeck-Lagene viser ogsaa, at der i Slutningen af Juratiden for Europas Vedkommende opstod en udstrakt negativ Forskydning af Strandlinjen, en Hævning, hvorved Havet veg tilbage, saa at der kunde aflejres Ferskvandslag og gro Skov paa Steder, der før havde været Havbund.

Kridtformationen.

Navnet hidrører fra, at Skrivekridt i England, Frankrig og Nordtyskland udgør en iøjnefaldende Bestanddel af Lagene, der er dannet i Kridttiden. Navnet har Hævd fra gammel Tid og bliver derfor respekteret, men er iøvrigt af flere Grunde temmelig uheldigt. I Almindelighed

*) En Del af Deister-Lagene regnes dog til den senere omtalte Wealdenformation og indeholder Kullag op til 1 Meters Tykkelse, hvorfor de er Genstand for en betydelig teknisk Udnyttelse.

er det ikke tilladeligt i god geologisk Sprogbrug at betegne en Formation efter de Stenarter, som den indeholder paa et eller andet tilfældigt Sted, da Stenartsbeskaffenheden et andet Sted kan være en ganske anden. Hertil kommer, at Kridtformationen i Virkeligheden falder i 2 store Afsnit, som efter de fleste Geologers Anskuelser med lige saa stor Ret som Jura og Trias burde opstilles som særlige Hovedformationer og følgelig burde have selvstændige Navne. Imidlertid er en saadan gennemført Adskillelse mellem den nedre og den øvre Kridtformation kun blevet gennemført af de nordamerikanske Geologer, der kalder „nedre Kridt" for Comanchean-Formation*) og „øvre Kridt" for Kridtformation. I Europa opfatter man endnu i Hovedsagen Kridtformationen som et Hele, der dog deles i flere forskellige Underafdelinger, karakteriseret ved Forekomsten af flere for dem ejendommelige Forsteninger, i Reglen Ammoniter eller Belemniter. Betegnelsen for disse Underafdelinger har været forskellig i de forskellige Lande, men da Kridtformationens forskellige Afdelinger er særlig vel udviklet i Frankrig og nøje undersøgt af den berømte franske Palæontolog *A. D. d'Orbigny* (1802—1857), kan de franske Inddelinger siges at være trængt sejrrigt igennem i de fleste Lande. Efter d'Orbigny deles „nedre Kridt" i 3 Underafdelinger og „øvre Kridt" i 4, saa at disse 7 Etager tilsammen danner Kridtformationen. Da denne Inddeling for de yngste Etagers Vedkommende ogsaa har Betydning for Danmarks Geologi, skal den anføres her, idet Afdelingerne dog opføres i omvendt Orden af den, hvori de forekommer i Naturen; de først anførte Lag er altsaa de ældste, de sidst anførte de yngste.

Nedre Kridt.

1) Neokom (efter det latinske Neocomum = Neufchatel i Schweiz).
2) Aptien (efter Byen Apt i Vaucluse N. f. Marseille).
3) Albien (efter Departementet Aube i Frankrig).

Øvre Kridt.

4) Cenoman (efter det latinske Cenomanum, Navnet for Le Mans, By i Nordfrankrig).
5) Turon (efter Navnet Turoner, en gallisk Folkestamme).
6) Senon (— — Senoner, - — —).
7) Danien (efter Danmark).

Disse Etager deles igen i en Mængde forskellige Underafdelinger eller Zoner.

*) *Comancher* en Indianerstamme i den sydvestlige Del af U. S. Lagene har her en meget betydelig Mægtighed og angives saaledes i Texas at være henimod 2000 M. tykke, i Mexiko endog 6—7000 M.

I England bliver Kridtformationen fra gammel Tid delt i Wealden, Gault, Grønsand og Kridt, af hvilke de to første hører til „nedre Kridt", og de to sidste indbefatter „øvre Kridt" baade Grønsandlag, Kalksten og det egentlige Skrivekridt. Disse Betegnelser for „øvre Kridt" er dog senere forladt af de engelske Geologer og erstattet af de franske Betegnelser, der ogsaa i det væsentlige benyttes i Tyskland.

Stenarterne i Kridtformationens Lag er meget forskellige, eftersom de er dannet paa Landjorden, i Ferskvand eller i Havet.

Nedre Kridt.

Umiddelbart ovenpaa Juraformationens Lag findes i Sydengland en ejendommelig Lagrække, der, som omtalt, har faaet Navnet Wealden. Lagene har en samlet Tykkelse af 600 M. og bestaar af afvekslende Sand- og Lerlag, af hvilke det øverste Lerlag Weald-Ler er c. 350 M. tykt. Disse Lag ligner ganske de Aflejringer, som nutildags findes i store Floders Delta, og Wealdenlagene i England er i Virkeligheden ogsaa en mægtig Deltadannelse. De indeholder en Mængde Rester af Landplanter, som dels har vokset paa Deltaets lave, sumpede Bredder, dels er kommet drivende med Floden. Det er hovedsagelig Padderokker, Bregner, Koglepalmer, Thujaer, Araucarier og forskellige Gran- og Fyrrearter. Blandet sammen med disse nu tildels forkullede Planterester findes en Del forskellige Ferskvandsmuslinger og Snegle af Slægterne Unio, Cyrena, Paludina m. fl. Af og til har Saltvandet trængt længere op i Floddeltaet, saa at der for en Tid har kunnet leve Østers og Blaamuslinger. Rester af Fisk forefindes ogsaa navnlig af *Lepidotus*, en Ganoid nærstaaende ved Pansergedden, der lever i Amerikas Floder. Blandt de mange forskellige Ting, der har drevet ned ad Wealdenflodens brede Vandstrømme og har fundet et Hvilested i de aflejrede Slammasser, var ogsaa de døde Kroppe af en Mængde forskellige Dyr, der beboede Skovene, som Floden gennemstrømmede. I Weald-Leret finder man saaledes sammen med Planteresterne og Skallerne af Ferskvandsbløddyrene en Mængde Skeletdele af de forskellige Arter af mægtige Kæmpeøgler (Dinosaurier), af langhalsede Svaneøgler og af adskillige Flyveøgler *(A. Geikie)*. Deltadannelserne, hvori disse Levninger findes, har en Udstrækning i

*) *Wealden* blev benyttet af den engelske Geolog *Martin*, som fra 1820—30 studerede Formationen i Kent, Surrey og Sussex. *The weald* (opr. *wold*) var den gamle angelsaksiske Betegnelse paa den da skovrige Strækning i Sydøstengland.

Gault er et Ord, optaget af den engelske Geolog *Mitchel* i 1788. Det var en ældgammel Betegnelse, der af Teglbrændere og Lergravere paa Sydenglands Kyst blev benyttet for visse fede Lerarter, der var meget tilbøjelige til at foraarsage Skred langs Kysten.

Øst—Vest af omtrent 400 Kilometer og i Nord—Syd af 200 Kilometer, saa at de altsaa dækker over et Fladerum af 80000 Kvadratkilometer. Men Deltaets Omraade har utvivlsomt været betydelig større, da meget af Weald-Lagene er bortfjernet i Tidens Løb ved Denudationen og en stor Del af ukendt Størrelse er overdækket af de yngre Kridtdannelser.

Den Kæmpeflod, der aflejrede disse mægtige Deltadannelser i Sydengland, kom fra Nordvest og har modtaget Afløbet fra et stort Fast-

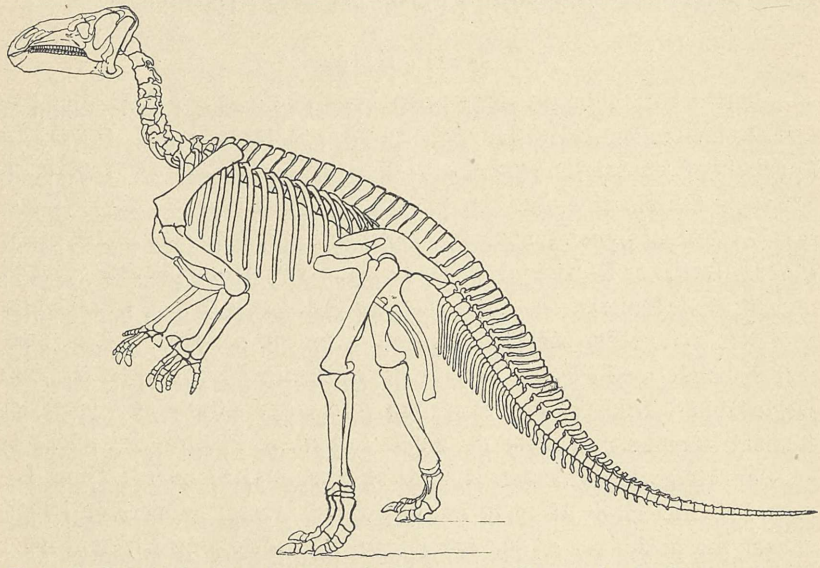


Fig. 184. *Iguanodon bernissartiensis.* Boulenger. Planteædende Dinosaurie fra Wealdenformationen i Belgien (efter Marsh).

land, der har været skovbevokset og haft et varmt-temperet eller subtropisk Klima. Dette Fastland har strakt sig meget længere ud mod Nordvest end det nuværende England, hvis vestlige mere bjergrige Egne kan anses for en lille tiloversbleven Rest af dette i Wealdentiden eksisterende store *Britannia*.

Tilsvarende Wealdendannelser findes i Nordfrankrig og det nordvestlige Tyskland, hvor de slutter sig konformt til de yngste Juradannelser og hist og her indeholder Kullag. Ved Bernissaert i Belgien er de ældre Aflejringer (fra Carbontiden) sunket ned som en Gravforsænkning, der er blevet udfyldt med Wealdler. Det har i sin Tid dannet en stor Sump, der var vanskelig at passere for større Dyr. Man har her fundet 23 næsten fuldstændige Skeletter af de 10 M. lange Dinosaurier *Iguanodon*, hvoraf der i Fig. 184 er givet en Afbildning efter Marsh. Disse Dyr var Planteædere, gik paa Bagbenene som Kænguruer og ragede 3—4 M. op i oprejst Stilling. Forbenene havde 5 Tæer, Bag-

benene kun 3 Tæer og havde en om Fuglene meget mindende Bygning. Det er rent tilfældige Omstændigheder, der har foraarsaget, at denne Flok Iguanodonter er gaaet i Sænk i den den Gang bløde Dyndmasse ved Bernissaert og saaledes er blevet bevaret for Eftertiden. De har været talrige nok ogsaa andre Steder, men man træffer i Reglen ikke Dyrene selv, men kun deres Trædespor. Disse træffes saaledes ofte i Wealdsandstenen i Westfalen. Samme Sandsten brydes i udstrakte Stenbrud og har megen Anvendelse som Bygningssten, ogsaa herhjemme, under det noget vildledende Navn Bremersten*).

I Nordamerika forekommer lignende Wealdendannelser bestaaende af Land- og Ferskvandsaflejringer, særlig i Maryland, Virginia, Montana og Canada. Lagene her udmærker sig ved, at de foruden de tidligere nævnte fra de europæiske Lag kendte Planter tillige ogsaa indeholder Rester af Løvtræer, dels af Former, der endnu lever videre i andre Arter, saasom Pil, Poppel, Eg, Laurbærtræ og Figentræ, men desuden forskellige helt uddøde saakaldte Samleformer (Kollektivtyper), som samtidig minder om forskellige nuværende Former, da de i sig indbefatter Karakterer, der er ejendommelige for nu helt adskilte Plantefamilier, som disse Samleformer altsaa maa anses som Stamfædre til, om de end langt fra repræsenterer de første Trin i Udviklingsrækken. Fra disse Lag er blevet bestemt omtrent 800 Plantearter, hvoraf henimod Halvdelen er Blomsterplanter. I Grønland findes paa Nugsuak-Halvøens Nordside paa 70° n. Br. Komelagene, der ogsaa henregnes til „nedre Kridt“ og indeholder velbevarede Aftryk af Bregner, Koglepalmer, Cypresser og andre Naaletræer**). Man har efter Floraens Beskaffenhed beregnet, at Middeltemperaturen i Grønland, da Komelagene blev afsat, var 21—22°.

Fra den næstyngste Etage (Aptien) af „nedre Kridt“ kendes fra Portugal planteførende Lag, som viser, at nu er Blomsterplanter og Løvtræer ogsaa naaet til Europas Vestgrænse, sandsynligvis ved Indvandring Vest fra over et Fastland eller en Række større Øer, som har sammenknyttet Europa med Nordamerika.

I Sydfrankrig og Nordafrika, i Schweitz, Østrig, Rusland, Sibirien, Japan, Indien, Australien og den vestlige Del af Sydamerika findes derimod marine Lag, som viser, at disse Strækninger var havdækket, medens Landdannelserne og Ferskvandslagene aflejredes i England, Mellemeuropa og Nordamerika i Tidsrummet „nedre Kridt“. I Brasilien synes derimod de udstrakte Bahialag med Landplanter, Land- og Ferskvandsdyr at tyde paa lignende Forhold som i Wealdenlagene i England.

*) Den udføres eller udførtes til Søs over Bremen.

**) I Lagene er fundet enkelte Levninger af Løvtræer, saavidt man har kunnet bestemme af en Poppelart.

Øvre Kridt.

Stenarterne fra denne Periode i England, Frankrig, Nordtyskland, Danmark og Sydsverrig viser, at der efterhaanden skete en stor Sænkning, som naaede sit Maksimum i Senon for derefter i Danien de fleste Steder at afløses af en Hævning af Havbunden, der bragte de tidligere dannede Lag op mod Overfladen og foraarsagede, at det ikke længere var Dybhavsdannelser, der blev afsat. Stenartsbeskaffenheden i „øvre Kridt" er følgelig temmelig forskellig, vekslende med Dybden, hvorunder de blev afsat. De underste Lag er de fleste Steder glaukonitholdig Sand mere eller mindre hærdnet til Sandsten: „Grønsand" eller „Grønsandsten". Derefter følger Kalksten eller Mergelkalksten i Reglen uden Flint, der afløses af den typiske Dybhavsdannelse Skrivekridt med Flintlag eller lagformig indlejrede Flintknolde. Langs Kysterne af Havet, hvori Skrivekridtet blev afsat, findes derimod Sandsten, saaledes findes i Sachsen og Bøhmen mægtige Lag af Kvadersandsten, hvortil slutter sig den i Sachsen forekommende urene sandholdige Kalksten Plänerkalk*), der ogsaa er dannet nærmere ved Kysten end Skrivekridtet. Baade Sandstenen og Kalkstenen har stor teknisk Anvendelse som Bygningssten: Sandstenen er bekendt for de romantiske Landskabsformer, der fremkommer ved den kvaderformige Forkløftning og dybe Erosion i „sachsisk Schweitz". Lignende Kystdannelser findes paa Bornholm som Grønsandsten og Mergelkalk ved Arnager og i Skaane ved Köpinge N. O. for Ystad samt paa en Strækning omkring Kristianstad. Her er den saakaldte Skalgruskalk lejret umiddelbart ovenpaa Grundfjeldet. Denne Breccie er frembragt ved, at Brændingen i Kridttiden søndermalede Bløddyrskallerne op ad den haarde Kyst, efterhaanden som Skallerne skyllede i Land, naar Dyrene, der beboede dem, døde**).

I Slutningen af Kridttiden hævede, som omtalt, Havbunden sig de fleste Steder, og Danienetagens Stenarter er Kalksten, hvoraf i alt Fald nogle, saasom Faksekalk og Limsten, tyder paa ringere Havdybder end de, hvorunder Skrivekridtet blev aflejret. Disse Stenarter findes ikke alene i Skaane og Danmark, hvorfor de senere hen vil blive nærmere omtalt under Danmarks Geologi, men ogsaa i Belgien og Nordfrankrig. De forskellige Etager i det øvrige Kridt adskilles ved Forekomsten af forskellige Ledeforsteninger. Belemniter og Ammoniter uddør med Skrivekridtet i Senonetagen.

Fra de europæiske Lag af „øvre Kridt" kan man ikke erfare noget

*) Plänerkalk afledes af Plauenerkalk i Kalk fra Plauen i Sachsen.

**) De forskellige her nævnte Kystdannelser er dog ikke ganske samtidige, men repræsenterer Kridthavets Stand til forskellige Tidspunkter i „øvre Kridt".

om, hvorledes Planteverdenen var beskaffen paa Landjorden, da disse Lag, som omtalt, er Havdannelser, der ikke indeholder Plantelevninger, men fra Kystdannelserne i Mellemeuropa haves planteførende Lag, saaledes i Sachsen, Bøhmen og Schlesien. Ligeledes kendes fra Nordamerika og Grønland mange planteførende Lag, der bærer Vidnesbyrd om en rig Flora, hvoriblandt findes allehaande Løvtræer. I Grønland findes saaledes den saakaldte Ataneflora mange Steder i Skiferlag paa Nugsuak-Halvøen og paa Diskoøen. Man har herfra bestemt 177 Plantearter, hvoriblandt 31 Bregnearter, 8 Koglepalmer, 27 Naaletræarter, 8 enkimbladede Arter og 97 tokimbladede Arter (O. Heer). Heriblandt findes Poppel, Eg, Valdnød, Platan, Laurbærtræ, Magnolia, Aralia, Tulipantræ, Kamfertræ og Brødfrugttræ. Man har herefter anslaaet den aarlige Middeltemperatur til 18—19 °, medens disse Planter voksede i Grønland i Begyndelsen af den Tid, da „øvre Kridt" blev afsat i Europa.— Den noget yngre Patootflora ligeledes fra Grønlands Vestkyst tyder paa en lidt lavere Middeltemperatur; den var omtrent samtidig med Danmarks Skrivekridt.

Af Landdyr fra „øvre Kridt" kender man ikke faa Arter af Pattedyr, men som tidligere omtalt, er det endnu kun Pungdyr af temmelig uanselig Størrelse, hvoraf der hidtil er fundet Levninger. Der har ogsaa levet Landfugle, men de forefundne Levninger er kun faa og slet bevarede. Flyveøglerne naaede derimod i denne Tid deres højeste Udvikling og findes i Former, der varierer fra en Dues Størrelse op til mægtige Flyvemaskiner, der havde et Vingefang af 8 Meter. De havde i Reglen nu ikke mere Tænder i Kæberne, som de første Former, der optraadte i Trias og Jura, men var, som Fig. 185 viser, forsynet med et langt Næb som en Hejre. De fleste af deres Knogler var hule, og Benbygningen i det hele overordentlig fin og let. Det har været første Klasses Flyvere, der ikke har frygtet en Tur ud over Havet, da man oftere har fundet deres Levninger i Havaflejringer mange Mil fra de daværende Kyster.

Af Dinosaurier fandtes der endnu en Mængde forskellige Arter baade i Europa og Amerika tildels i overmaade mærkelige Former, hvoraf dog kun enkelte kan omtales. De kødædende Dinosaurier synes at være trængt noget tilbage, men der fandtes dog endnu den glubende *Dryptosaurus*, der var 5 M. lang af Skikkelse som en Krokodile, der bevægede sig paa kænguruagtig Vis paa Bagbenene, medens de korte Forben var forsynet med kraftige Ørnekløer til at gribe Byttet med. Af de planteædende Dinosaurier kan nævnes de forskellige Arter af de hornede Øgler *Ceraptosidae*, navnlig den mærkelige *Triceratops*. Af en Art *T. prorsus* har *Marsh* fundet og beskrevet flere næsten fuldstændig

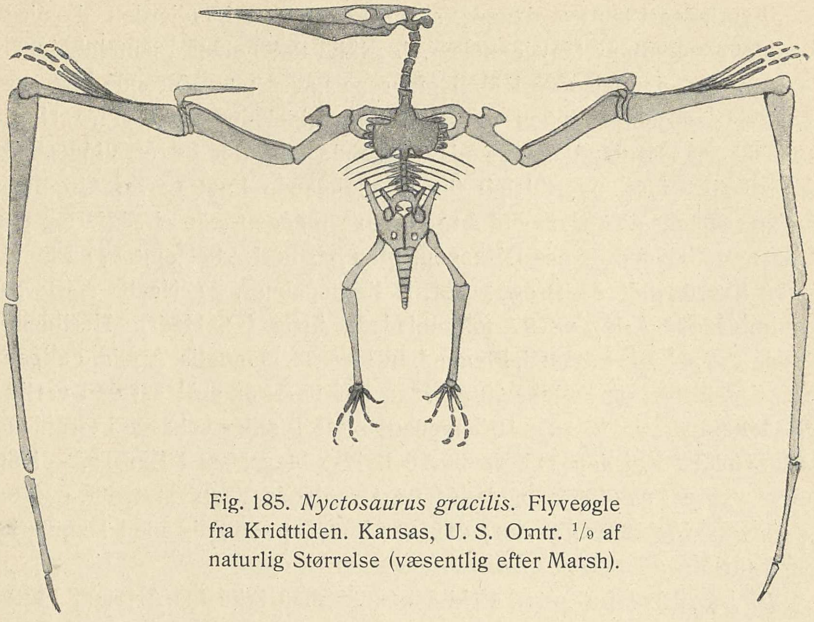


Fig. 185. *Nyctosaurus gracilis.* Flyveøgle fra Kridttiden. Kansas, U. S. Omtr. 1/9 af naturlig Størrelse (væsentlig efter Marsh).

Skeletter, hvoraf der i Fig. 186 meddeles en Gengivelse. I Fig. 187 er Dyret fremstillet i en formentlig meget naturtro Restaurering efter en Tegning af *Knight*. Skeletdelene er fundet i de til „øvre Kridt" regnede *Laramie*-Lag i Wyoming i U. S. Marsh har givet en særlig Afdeling af disse Lag Navnet Ceratopsia-Lagene. Sammen med Skeletterne af disse Dyr findes ifølge Marsh mange andre Dinosaurier, Svaneøgler, Krokodiler, Skildpadder og mange smaa Krybdyr. Talrige smaa Pattedyr „af gamle Typer" (d. v. s. Pungdyr), faa Fugle og mange Fisk træffes ogsaa begravet i Lagene fra denne Tid. Ligeledes Bløddyrskaller og Planterester. Triceratops er det bedst kendte Medlem af Ceratopsidernes

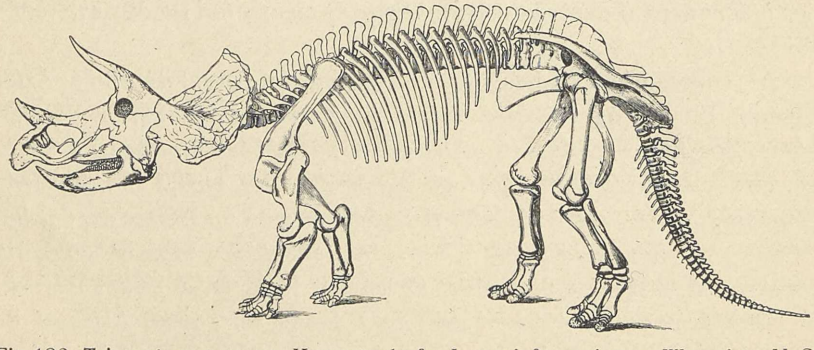


Fig. 186. *Triceratops prorsus.* Kæmpeøgle fra Laramieformationen. Wyoming. U. S. Omtrent 1/60 af den naturlige Størrelse (efter Marsh).

Familie. Dens Hovedskal har været den største Hovedskal, der nogensinde har siddet paa Kroppen af et Dyr, naar man undtager de store Hvaler. Hos den i Fig. 186 afbildede *Triceratops prorsus* var Hovedskallen 2 M. lang, skønt det kun var et ungt Dyr. Man kender en anden Art *T. horridus*, hvor Hovedskallen var næsten 3 M. lang. Hovedet ender i et spidst og krumt Næb med skarpe Rande. I Kæberne findes Kindtænder siddende hver for sig i en Tandgrube og forsynet med to Rødder. De har været meget kraftige Tygge- og Maleredskaber, der kunde

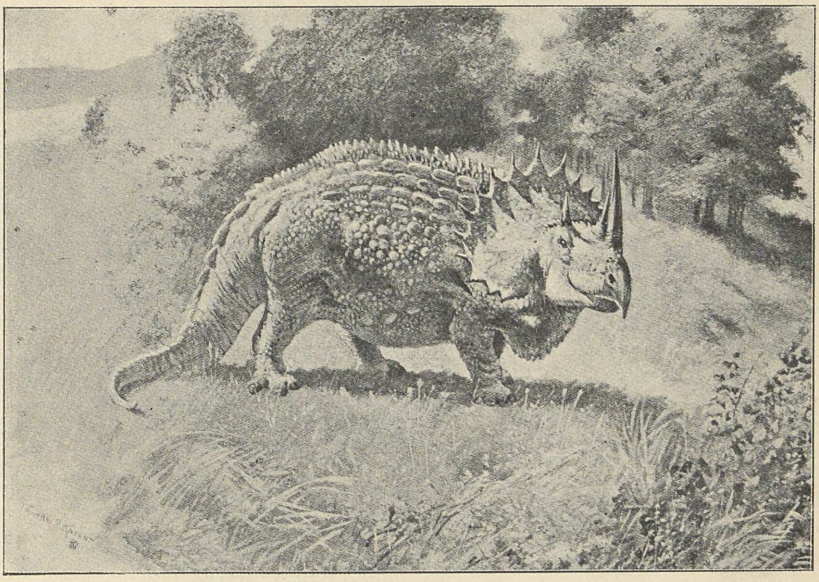


Fig. 187. *Triceratops prorsus.* Restaureret (efter en Tegning af Knight).

søndermale grov Plantefød. Paa Næsen fandtes et stort Horn og ovenpaa Hovedet to andre store spidse Horn. Baade Næsehornet, Pandehornene og den vidunderlige store takkede Benhalskrave var forsynet med en skarp og spids stærk Hornbeklædning. Flere Arter af Triceratops var ogsaa paa Kroppen forsynet med et Panser af stærke Benplader med Hornbeklædning. Dyrene gik paa alle fire, og Tæerne var skoet med stærke Klove. Endelig maa tilføjes, at Dyrets Hjerne var overordentlig lille i Forhold til Hjerneskallens vældige Benmasse, og den har ikke haft nogen Ekstrahjerne i Bækkenpartiet til Hjælp. Det afbildede Eksemplar af *T. prorsus* var 3,3 M. højt og over 8 M. langt.

En anden mærkelig Form hørende til Underordenen *Ornithopoda* (de fuglefødde) af de planteædende Dinosaurier er den i Fig. 188 afbildede *Hadrosaurus mirabilis.* Den blev over 12 M. lang og lignede ogsaa en Krokodile, gaaende paa Bagbenene, men var et fredelig, planteædende,



Fig. 188. *Hadrosaurus mirabilis* fra Kridttiden (efter en Tegning af Knight).

ganske forsvarsløst Dyr, der ikke havde Tænder, men hvis Hoved endte i et bredt, fladt Næb som hos Næbdyret. Det har levet af bløde Plantestoffer, og af hvad det kunde finde ved at gennemsnadre Bunden af Ferskvandssøerne, hvor det opholdt sig.

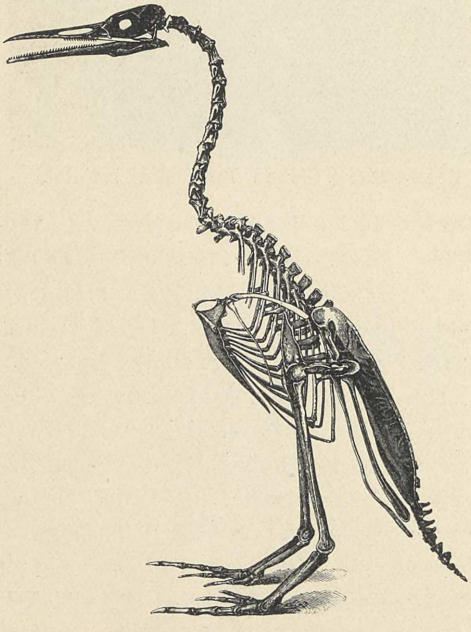


Fig. 189. *Hesperornis regalis*. Vingeløs Svømmefugl fra Kridttiden.

Havdyrene frembyder i endnu langt større Grad Interesse. Havpattedyr kendes endnu ikke, men derimod er adskillige Arter af Svømmefugle i vidt adskilte Former fundet i ikke ringe Antal baade i europæiske og amerikanske Lag.

Nogle af de bedst kendte er *Hesperornis regalis*, hvis Skelet er gengivet i Fig. 189. Det maaler omtrent 2 M. fra Næbspidsen til Taaspidserne. Det var en i visse Retninger højt specialiseret Form, udelukkende egnet til at føre et

Liv paa og i Vandet som Dykker ligesom Nutidens Pingviner. Vingerne var indskrænket til smaa Rudimenter, Fødderne Svømmefødder, der, som Afbildningen Fig. 190 viser, kunde stilles vinkelret ud fra Kroppens Agterdel som Aarer. I andre Henseender minder Fuglen i Benbygningen meget om Krybdyrene. Saaledes er Næbet forsynet med spidse Tænder, der sidder i en fælles Tandfure, og Halen lang med bevægelige Halehvirvler som fladtrykt Svømmehale. Brystbenet savner Kam, og Bækken-



Fig. 190. *Hesperornis.* Restaureret (efter en Tegning af Gleeson).

partiet minder meget om Strudsens Bækken, hvad der sammen med andre Bygningsejendommeligheder har givet Marsh Anledning til at sammenligne Hesperornis med en kødædende til Svømmefugl forvandlet Struds.

Af helt anden Bygning var *Ichtyornis*, der var af Størrelse som en Due med en om Ternerne mindende Bygning. Den var som disse en fortræffelig Flyver med lange Vinger og en stærk Kam paa Brystbenet til Befæstelse af Vingemuskulaturen. Men den har dog endnu Mærker af sin Oprindelse fra Krybdyrene ved i Kæberne at have spidse Tænder, der dog sad hver i sin Tandgrube. Af en Del andre Fuglearter fra Kridttiden har man Brudstykker af Skeletdelene, men kun af Hesperornis og Ichtyornis kender man hele Benbygningen.

Baade Svaneøgler og Hvaløgler fandtes i Kridttidens Hav og tillige *Mosasaurus**), der kunde opnaa en Længde af over 30 M. Man kender



Fig. 191. En *Mosasaurus* fra Kridttiden (efter Cope).

over 50 forskellige Arter fra Europas, Nordamerikas, Australiens og New-Zealands Kridt. Dens Hoved blev over 1 Meter langt og var forsynet med spidse Tænder, der viser, at det var Rovdyr. Kroppen var meget langstrakt og skælklædt, Fødderne omdannet til korte Svømmefødder. Halen var meget lang og sammentrykt, skikket til Svømning. Flere andre store svømmende Krybdyr af nu helt uddøde Former kendes, desuden henimod en Snes forskellige tildels meget store Krokodillearter og et halvt Hundrede Arter af Havskildpadder, hvoraf en Art *Archelon* var henimod 4 M. i Tværmaal.

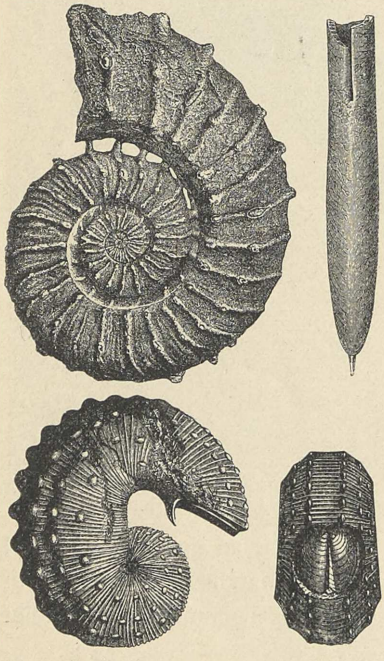
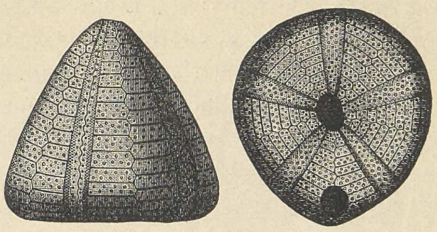


Fig. 192. To Ammoniter og en Belemnit fra Kridtformationen (efter Schlüter). Noget formindskede. Se Teksten.

Fra Kridttiden kender man en Mængde forskellige Hajer, medens Ganoiderne omtrent er uddød og afløst af Benfisk af forskellige Arter, hvoraf nogle staar Sild og Laks nær. Af Krebsdyr findes blandt andre en Del forskellige Krabber, men ogsaa Krebsdyr af andre Former. I Kridttidens Lag findes, som allerede omtalt, en Mængde forskellige Belemniter og Ammoniter, hvoraf der i Fig. 192 er gengivet nogle af de mest typiske. Øverst til Venstre findes en *Crioceras Roemeri*, en regelmæssig oprullet Ammonit, hos hvilken Vindingerne dog ikke er fuldstændig sammenvokset. Øverst til Højre *Belemnitella mucronata*, et Vættelys, som er Ledeforstening i det danske

*) Mosasaurus betyder „Øglen fra Maastricht" og hentyder til, at man i 1780 i et af Stenbruddene ved denne By fandt Hovedet og det meste af Skelettet af en af disse kæmpemæssige Øgler. Fundet vakte stor Opmærksomhed, og Skeletdelene kom, efter at Byen i 1793 var erobret af General Kléber, til det naturhistoriske Museum i Paris. Det blev først anset for en Krokodile, senere for en Hval, men Dyrets Plads i Systemet blev rigtig fastsat af Hollænderen *Adrian Camper*.

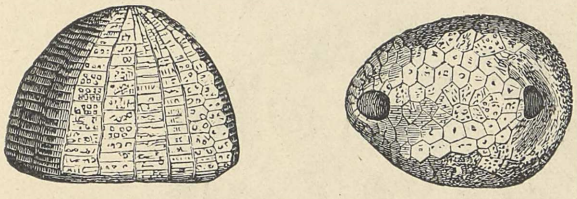
Skrivekridt. Nederst til Venstre findes *Scaphites spiniger*, en kun halv sammenrullet Ammonit. Nærstaaende Arter findes i dansk Skrivekridt. Figuren nederst til Højre er samme Scaphites set forfra. Man ser *Aptychus*, et muslingelignende Laag, hvormed Dyret kunde lukke sig inde i Skallen. Kalkmassen, hvoraf disse Laag bestaar, har haft større Modstandskraft end Dyrenes øvrige Skaller, da man ofte finder Aptycherne i Mængde i visse Lag i Kridtet, medens Ammoniterne ikke er særlig hyppige i disse Lag. I Danien-Etagen findes, som nævnt, ikke Ammoniter og Belemniter mere, men forskellige Nautilusarter, der ikke afviger overmaade meget fra de nulevende.



Fra Siden. Fra neden.

Fig. 193. *Echinoconus albogalerus*. Søborre fra Kridttidens Turonetage. Omtrent $^1/_2$ naturlig Størrelse.

Af Pighude findes en stor Mængde forskellige Arter, der tildels tjener som Ledeforsteninger for de forskellige Zoner i Kridtformationens Etager. I Fig. 193 er gengivet en Søborre *Echinoconus albogalerus* fra den turoniske Afdeling, der er umiddelbart forudgaaende for den senoniske Afdeling, hvortil alt det i Danmark forekommende Skrivekridt henhører. Den i Fig. 194 afbildede *Ananchytes ovata* hører til en af de almindeligst forekommende Forsteninger i den danske Kridtformation.



Fra Siden. Fra neden.

Fig. 194. *Anachytes ovata*. Søborre fra Kridttidens Senonetage. Omtrent $^1/_2$ naturlig Størrelse.

Der forekommer ogsaa en Mængde Snegle og Muslinger, og blandt disse er Arter af Slægterne *Inoceramus* og *Gryphaea* meget almindelige og benyttes som Ledeforsteninger. Dette gælder ogsaa Brachiopoderne, af hvilke der i Fig. 195 er gengivet *Terebratula carnea*, som er meget almindelig i de danske Aflejringer.

I Kridtformationen i Alperne, Middelhavslandene og paa sydlige Bredder findes der nogle mærkelige Dyreformer,

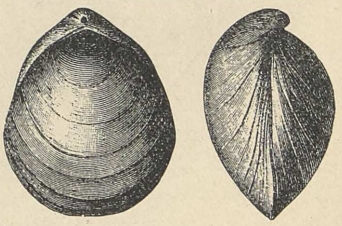
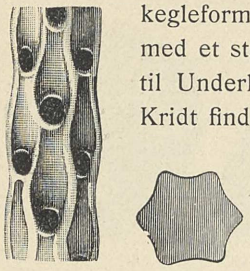


Fig. 195. *Terebratula carnea*. Brachiopod fra Kridttiden. Lidt formindsket.

der kaldes *Hippuriter*. De danner her mægtige Banker af Hippuritkalk med Millioner af Individer. De har Form som et Kohorn eller et kegleformigt, krumt Bæger, der er riflet udvendig og lukket med et stærkt Kalklaag. Hornet er vokset fast med Spidsen til Underlaget. De kan blive op til 1 M. lange. I nordisk Kridt findes derimod kun faa Hippuriter og kun af de smaa Arter. Man har længe været meget i Forlegenhed med den rette Tydning af disse Dyr, saa at deres Plads i Systemet har været ganske usikker. Nu er man dog blevet klar paa, at *Hippurites* er en Musling, der maa antages at danne en selvstændig Familie, dog beslægtet med den nulevende *Chama*. „Hornet" er den stærkt omdannede højre Skal, „Laaget" den venstre. Hippuriterne opstaar i Begyndelsen af Kridttiden og uddør ved Kridttidens Slutning.



Fra Siden. Tværsnit.

Fig. 196. Bryozo fra Kridttiden. Stærkt forstørret.

Koraller, Bryozoer (Fig. 196) og Kiselsvampe er ligeledes særdeles almindelige i Kalklagene baade i og udenfor Europa. Skrivekridtets

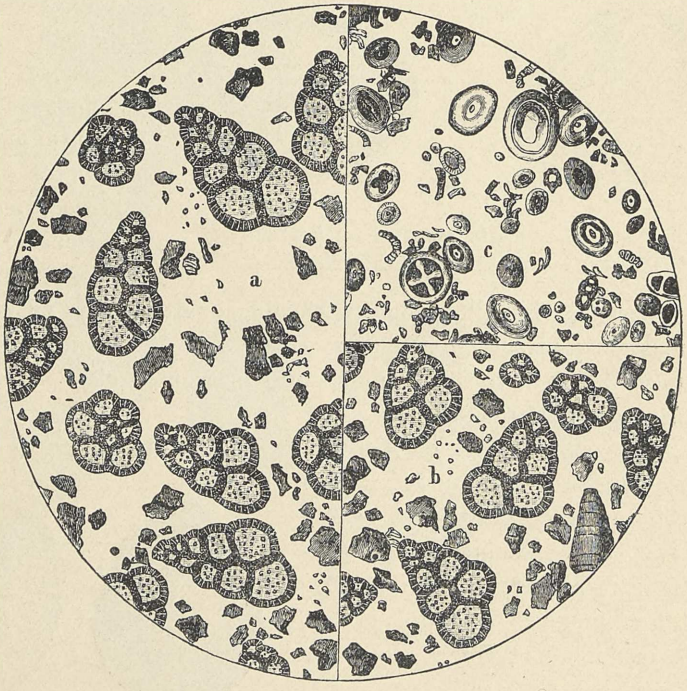


Fig. 197. Kridtslam set under Mikroskopet.

a Kridt fra England
b — - den libyske Ørken } forstørret 150 Gange.
c — Kokkoliter — 1200 —

Grundmasse bestaar i Reglen af Foraminiferer og Kokkoliter, og det viser sig saaledes at være en Dybhavsdannelse svarende til det Side 219 omtalte hvide Dybhavsslam. I Fig. 197 er gengivet forskellige Prøver af Skrivekridt, set under Mikroskopet med forskellig Forstørrelse.

I det nordøstlige Hjørne ses de skiveformige Stivelsekorn-lignende Kokkoliter, der, som tidligere omtalt, maa anses for at være Rester af Kalkalger. I de andre Felter er med ringere Forstørrelse vist Foraminiferer blandet med smaa krystallinske Kalkbrudstykker og Rester af andre Organismer.

Fra Kridttidens Slutning har Australiens Fastland og de omliggende Øer indtaget en isoleret Stilling og ikke været i Forbindelse med den øvrige Verden. Dyre- og Plantelivet stod derfor ved Europæernes Ankomst til Australien paa et meget ejendommeligt Standpunkt og kunde til en vis Grad siges ikke at være kommet ud over det Trin i Udviklingen, som Fauna og Flora indtog ved den kænozoiske Tids Begyndelse. Medens der mellem de øvrige Verdensdele til Tider har været en livlig Forbindelse, hvorved der har været Anledning til Opstaaen af Krydsningsformer og videre Udvikling af bestaaende Former, har Australien tilsyneladende været helt afskaaret fra en saadan Paavirkning fra fjernere Steder. Det organiske Livs Udvikling paa dette Fastland har derfor været henvist til at gaa sine egne Veje uden Impulser ude fra. Pattedyrene i Australien stod, som man vil vide, paa et meget gammelt Stade af Udvikling, det var i Hovedsagen Pungdyr og endnu lavere staaende Kloakdyr, som de æglæggende Næbdyr og Myrepindsvin, der repræsenterer nogle af de første Former, hvorunder Pattedyr optraadte her paa Jorden*), om end selvfølgelig baade Myrepindsvin og Næbdyr ogsaa har undergaaet adskillige Modifikationer gennem de lange geologiske Tidsrum. Samme Betragtning med Hensyn til Standpunktet i Udviklingen kan til en vis Grad gøres gældende overfor det lavere Dyreliv og Planteliv i Australien. Det vilde dog være en stor Fejltagelse, hvis man troede, at Australiens Fauna og Flora i enhver Henseende staar paa samme Standpunkt, som dens og den øvrige Verdens Fauna og Flora stod ved den kænozoiske Tids Begyndelse. Det organiske Liv har ogsaa i Australien undergaaet en betydelig Omformning, men de Momenter, der i de andre Verdensdele har bragt Omformingen til at tage Karakter af en stærkt fremadskridende Udvikling og Differentiering, synes omtrent helt at have manglet i Australien, uden Tvivl netop paa Grund af Landets isolerede Stilling. Vi skal saaledes se i det følgende, at gennem visse Tidsrum af den tertiære Tid har Europa, Amerika, Asien og Afrika været befolket med ejendommelige kæmpemæssige Former af Pattedyr af helt forskellige Ordener (Tykhude, Gnavere, Dovendyr o. a.). Det har, om man saa tør sige, paa dette Tidspunkt været „moderne“ i Dyreriget at udvikle Kæmpeformer, Tendensen til at blive overdreven stor har ligesom „ligget i Luften“ den Gang. Hvad der har givet Anledning til, at der omtrent samtidig hele Verden

*) De forskellige smaa Gnaverformer, som fandtes i Australiens Fauna, og som er placentale Pattedyr (Ikke-Pungdyr), repræsenterer dels meget gamle Former i Udviklingen, dels er det senere Indvandrere.

over opstod disse Kæmpeformer blandt Pattedyrene, kan der næppe nok opstilles en Gisning om, men det er sikkert nok, at Kæmpeformerne har levet og atter efter en Tids Forløb omformedes, døde ud og gav Plads for Dyreformer af Størrelse som de nulevende og nærbeslægtet med disse. For Australiens Vedkommende kan man paavise, at der har fundet en lignende Omdannelse af Dyreverdenen Sted, men af ejendommelig ensidig Art. Ved Kridttidens Slutning var Australien befolket af store Krybdyr af de samme Slægter, tildels de samme Arter som i Europa og den øvrige Verden. Paa Landjorden færdedes Dinosaurier og samtidig de smaa Pungdyr, i Luften gled smaa og store Flyveøgler rundt, og i Vandet svømmede Hvaløgler, Mosasaurier o. s. v. Ligesom i den øvrige Verden uddør disse store Øgler tilsyneladende overordentlig hurtigt, samtidig med at Pattedyrene tager til i Australien, men endnu er det kun Pungdyr og æglæggende Pattedyr, medens der i Europa og den øvrige Verden udvikles placentale Pattedyr af allehaande Ordener, i Begyndelsen Samleformer — *Kollektivtyper* — der snart adskiller sig i de nu bestaaende Ordener. Vi ser dog, at da der over hele den kendte Del af Jorden gik „en Luftning", der frembragte Kæmper i Dyreverdenen, naaede denne Luftning ogsaa til Australien og frembragte ligeledes der Kæmpeformer af Pattedyr. Man kender saaledes fra Australien den gnaverlignende *Diprotodon australis*, der omtrent var saa stor som en Elefant, desuden Rovdyr og Kænguruer af lignende Størrelse. Men ingen af disse Kæmpedyr naaede dog ud over Pungdyr-stadet, og da de uddøde og gav Plads for nye Former af mere praktiske Dimensioner, er de nye Former, der optræder, ogsaa Pungdyr, og først ved Europæernes voldelige Indgriben i Australiens Pattedyrfauna har dette Forhold forandret sig. Delvis den samme Betragtning kan gøres gældende for Fuglefaunaen, der dog er langt mindre stedbundet, for de lavere Dyr, saaledes for Øgler *(Hatteria*, Side 282), Padder, Fisk (Lungefisk, Ganoider) og for Planteverdenen.

Kænozoiske Dannelser.

Aflejringerne fra Tidsrummet efter Kridttiden lige til den nuværende Tid sammenfattes i Almindelighed under Fællesbetegnelsen de kænozoiske Dannelser og deles i Tertiær- og Kvartærformationen. Navnene stammer fra ældre Tid, da man antog den palæozoiske Tid for at være det første Tidsrum — det primære — i hvilket Jordkloden havde huset levende Væsener. Den mesozoiske Tid blev derefter den sekundære, ovenpaa hvilken fulgte den tertiære og kvartære Tid. Senere er disse to Tidsrum, som nævnt, blevet sammenfattet under Navnet den kænozoiske Tid, men der er meget, der taler for, at der i Fremtidens Geologi atter vil ske en Adskillelse, saa at Tiderne, hvori de tertiære og kvartære Dannelser blev aflejret, vil blive helt adskilt og stillet som selvstændige „Tider", ligeordnet med de azoiske, proterozoiske, palæozoiske og mesozoiske Tidsrum. Heri ligger dog ikke, at de først nævnte Tidsrum ligefrem kan maale sig i Længde med de sidst nævnte Tidsrum, da i hvert Fald baade den proterozoiske og den palæozoiske Tid sikkert nok har været af langt større Varighed end det kænozoiske Tids-

rum. Dette Tidsrum maa dog antages at spænde over Aarmillioner, adskilt i forskellige Perioder, i hvilke Naturforholdene har været højst forskellige. I Begyndelsen var Klimaet over den nordlige Halvkugle i Europa og Nordamerika subtropisk eller varmt tempereret, og selv i Grønland har der ligesom i Kridttiden vokset en Mængde Løvtræer og andre Planter, der tyder paa en aarlig Middeltemperatur af c. 12°. Men efterhaanden sank Temperaturen, og i Kvartærperioden indtraf den store Istid, under hvilken Nordeuropa og Nordamerika blev dækket af en uhyre Landis, hvorved alt levende indenfor det isdækkede Omraade blev dræbt eller forjaget, og hvorved der i Egnene udenfor Landisens Omraade, fx. i Frankrig kom til at herske ganske arktiske Klimatforhold med tilsvarende Plante- og Dyreliv. Heri skete der atter en Forandring, Indlandsisen afsmeltede og trak sig tilbage til nordligere Egne og til de høje Fjeldtoppe, medens Landene gennem vekslende Hævninger og Sænkninger opnaaede de nuværende geografiske Omrids.

Den kænozoiske Tid var ogsaa en urolig Tid med Hensyn til Jordskorpens Bevægelser. Foldningsprocessen, som i mesozoisk Tid synes at være gaaet omtrent i Staa, tog nu atter fat med fornyet Kraft efter den lange Hvile. I Europa skød saaledes frem Pyrenæerne, Alperne, Karpaterne og Apenninerne. I Asien bl. a. Kaukasus og Himalayas Bjergknuder og i Afrika Atlasbjergene. I Amerika fremkom Andesbjergene m. fl. Samtidig hermed skete der Spring, Forskydninger og Bristninger i Jordskorpen paa mangfoldige Steder. Den vulkanske Virksomhed blev sandsynligvis herved paa ny kaldt til Live og tog fat med en Voldsomhed, som man skal gaa helt tilbage til de palæozoiske Dage for at træffe Magen til. Fra Grønland over Island, Færøerne, Hebriderne, Skotland og Irland gik en vulkansk Zone, hvorfra der skete vældige Udbrud, hvis Resultat vi endnu ser i de flere tusind Meter mægtige Basaltlag i disse Egne. Selv i Skaane fandtes Vulkaner, som udgød Lavamasser, der stivnede til den skaanske olivinførende Basalt. Maaske fra disse Vulkaner i Skaane stammer de talrige Lag af vulkansk Aske, som træffes i visse af Danmarks og Nordtysklands tertiære Aflejringer. Gennem Mellemeuropa gik der fra Auvergne over Rhinprovinsen, Bøhmen, Siebenbürgen og Ungarn et stærkt vulkansk Strøg, der talte en Mængde virksomme Vulkaner. Eftervirkningerne kan endnu spores i de varme Kilder i disse Egne.

Tertiærformationen.

Ved Slutningen af Kridttiden skete der, som før omtalt, en Hævning af Havbunden i Nord- og Mellemeuropa, og meget af hvad der før havde været dækket af Havet, blev nu tørt Land. Endnu var der dog i Syd-

england omkring London og i Frankrig omkring Paris Lavninger tilstede, hvori de tertiære Lag blev regelmæssigt aflejret. Man har kaldt disse nu udfyldte Lavninger for Londoner- og Pariser-Bækkenet. I visse Perioder af den tertiære Tid var disse Levninger adskilt fra hinanden ved Landdannelser og var delvis opfyldt af Ferskvandssøer og Sumpe, hvori der blev aflejret Ferskvandslag. I andre Perioder var Londoner- og Pariser-Bækkenet dækket af sammenhængende Vandmasser og stod i fri Forbindelse med de Havarme, der samtidig gik ind over Danmark og Nordtyskland. Man har paa disse Strækninger i England, Frankrig, Nordtyskland og Danmark en stor Afveksling af Ferskvands- og Saltvandslag, som med større eller mindre Sikkerhed er indordnet under Tertiærformationens forskellige Afdelinger. I Londoner- og Pariser-Bækkenet og tildels ogsaa i Sydfrankrig tildrog de forsteningsførende tertiære Lag sig forholdsvis tidligt Opmærksomheden, da Lagene bliver teknisk udnyttet i Stenbrud og Lergrave og derved er blevet tilgængelige paa mange forskellige Steder.

Man bør i denne Henseende særlig nævne den franske Palæontolog *G. P. Deshayes* (1795—1875) som den, der i høj Grad bidrog til at skaffe Klarhed over Forsteningernes Art og Forekomst i Pariser-Bækkenets forskellige tertiære Lag. Han beskæftigede sig væsentlig med de skalbærende Molluskers Forekomst, medens hans tidligere omtalte berømte Landsmand *Cuvier* en Aarrække forud for D. havde fremdraget og bestemt Pattedyrlevningerne i tildels de samme Lag. I Hovedsagen paa Basis af Deshayes' Undersøgelser fremsatte *Ch. Lyell* en Tredeling af Tertiærformationen, ved hvilken han gik ud fra den relative Mængde af Skaldyrarter, som i de undersøgte Lag er overensstemmende med Nutidens Art. Lyell delte Tertiærformationen i Eocæn, Miocæn og Pliocæn. I Eocæn var omtrent 3 % af Arterne overensstemmende med Nutiden, i Miocæn omtrent 19 % og i Pliocæn omtrent 52 %. Som det var at vente, har senere mere fuldstændige Undersøgelser vist, at Lyell's og Deshayes' Procenttal maatte forandres noget, og tillige er der mellem Eocæn og Miocæn blevet indskudt en stor Afdeling Oligocæn, men endnu staar i Principet Lyell's Inddelinger ved Magt, saa at Tertiærformationen falder i nedennævnte Afdelinger, hvoraf den sidst anførte er den underste og ældste, den først anførte den øverste og yngste.

Afdelingerne er altsaa:

Tertiærformationen
- 4 Pliocæn
- 3 Miocæn
- 2 Oligocæn
- 1 Eocæn.

Navnene stammer fra Græsk og hentyder til den større eller mindre Mængde af nye Dyr, der optræder i de forskellige Afdelinger*).

Det er altsaa egentlig Skaldyrene, der har givet Anledning til Gennemførelsen af de anførte Inddelinger, men det er dog særlig Pattedyrene, der tiltrækker sig Opmærksomheden i Tertiærtiden og giver denne Tidsperiode sit Særpræg, ligesom Krybdyrene gav den mesozoiske Tid. Som tidligere anført, kan man føre Pattedyrenes Optræden langt tilbage, i det mindste til Begyndelsen af den mesozoiske Tid, men bortset fra nogle usikre Fund af Insektædere fra Slutningen af denne Tidsperiode er det udelukkende Levninger af Pungdyr (og Kloakdyr), som kendes. Men straks i Begyndelsen af Tertiærtiden forandredes dette Forhold, og de placentale Pattedyr bliver nu de ganske overvejende, og bortset fra Australien, der, som tidligere omtalt, har en Særstilling, uddør Pungdyrene i den øvrige Del af Verden, med Undtagelse af ganske enkelte Former, der endnu er bevaret i Sydamerika og enkelte andre Steder.

Medens man med forholdsvis stor Sikkerhed kan aflede Fuglene fra Krybdyrene, Krybdyrene fra Padderne og Padderne fra Lungefisk og Ganoider eller fra disse Fisks fælles Stamform, er Palæontologerne endnu uenige om, hvorvidt de placentale Pattedyr nedstammer fra Pungdyrene, eller disse ikke snarere er at betragte som et ejendommeligt Sideskud paa den oprindelige Pattedyrstamme. De placentale Pattedyr adskiller sig fra Pungdyrene bl. a. ved, at deres Unger i Fostertilstanden i Moderdyrets Bør er forbundet med Moderen ved en Placenta eller Moderkage, der i Reglen afstødes og udføres efter Ungernes Fødsel. Ungerne af de placentale Pattedyr kommer til Verden i mer eller mindre fuldfærdig Tilstand, medens Pungdyrenes Unger ofte er meget ufærdige ved Fødselen og i lang Tid maa forblive i „Pungen“, en Hudpose uden paa Moderens Underliv. Hos de æglæggende Pattedyr bliver Myrepindsvinets Unger, efter at være kommet ud af Ægget, optaget i en lignende Hudpose, medens Næbdyrets Unge efter at være udruget, dier Moderen, der ikke har nogen Pung, maaske fordi den er et Vanddyr. *M. Neumayr* deler de placentale Pattedyr i 11 Ordener.

1. Hvaldyr.
2. Gumlere (Edentater).
3. Gnavere.
4. Insektædere.
5. Flagermus.
6. Rovdyr (herunder ogsaa Sæler).
7. Hyrakoider (kun en enkelt Slægt, Klippegrævlingen *Hyrax*).
8. Hovdyr (herunder ogsaa Søkøer).
9. Elefanter (Snabeldyr).
10. Halvaber (Lemurer).
11. Primater (ægte Aber og Mennesker).

Antallet af „Ordener“ er noget forskelligt hos de forskellige ledende Zoologer og Palæontologer, da nogle fx. opstiller Søkøer (Sirener) og Sæler hver for sig i sin særskilte Orden, andre regner Mennesker for en særlig Orden *Homo*, atter andre regner *Hyrax*, Klippegrævlingen, for en Underorden, snart henhørende under Hovdyrene, snart under Gnaverne. I palæontologisk Henseende er disse

*) Pliocæn = mere ny; Miocæn = mindre ny; Oligocæn = kun lidt ny; Eocæn = det nye begynder (Eos = Morgenrøde).

systematiske Tvivlsspørgsmaal dog ikke af stor Betydning, da man, hvad Realiteterne angaar, er nogenlunde enig om, hvilke typiske Forskelligheder, der karakteriserer de opstillede Afdelinger, hvad enten de regnes for selvstændige Ordener eller kun for Underordener.

Saalænge man kun kendte Forholdene i Europa, bragte de palæontologiske Fund ikke synderlig Forandring i den zoologiske Systematik, der var opstillet paa Grundlag af Kendskaben til de nulevende Dyr, selv om

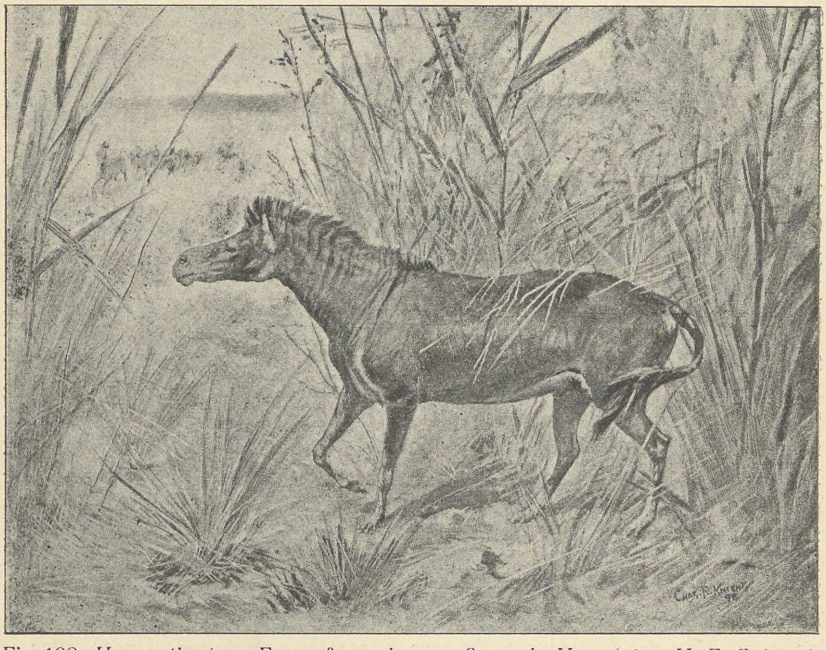


Fig. 198. *Hyracotherium*. Eocænformationens firtaaede Hest (efter H. F. Osborn's Undersøgelser og Knight's Tegning).

man havde Lejlighed til at iagttage, at der fandtes mange uddøde Arter og Slægter, ja endog uddøde Familier af de opstillede Ordener. Men efterhaanden som de mange nye Fund af Pattedyrlevninger særlig fra Nordamerika og Indien blev bearbejdet af kyndige Palæontologer, viste det sig, at naar man gik tilbage i Tiden, lod den for de nulevende Dyr opstillede Inddeling sig ikke længere gennemføre med fuld Skarphed. Jo længere man gaar tilbage i Tertiærtiden, desto hyppigere optræder Former, som maa siges at være Kollektivtyper. De har Egenskaber tilfælles med flere af de nuværende vel adskilte Ordener og viser altsaa, at Tertiærtiden har varet længe nok til, at der er foregaaet en stedse mere indgribende Differentiering og Adskillelse i bestemte Ordener, Familier, Slægter og Arter blandt Pattedyrene, samtidig med, at de oprindelige Stamformer er døet bort. I de fleste Tilfælde har Af-

kommet faaet en i fysisk Henseende mere fuldkommen Bygning end Stamfædrene, saa at Dyrearten er blevet bedre skikket til at føre netop den specielle Levevis, hvortil den nu har tilpasset sig. Som Eksempel herpaa plejer man at anføre Hesteformernes Udvikling gennem de tertiære Tidsrum, da man gennem mange vel undersøgte Fund baade i Europa og Amerika kender Udviklingshistorien i de vigtigste Hovedtræk. Hestens Stamfædre var i Eocæntidens Begyndelse et temmelig uanseligt Dyr omtrent af et lille Hedefaars Størrelse. I Fig. 198 er Dyret

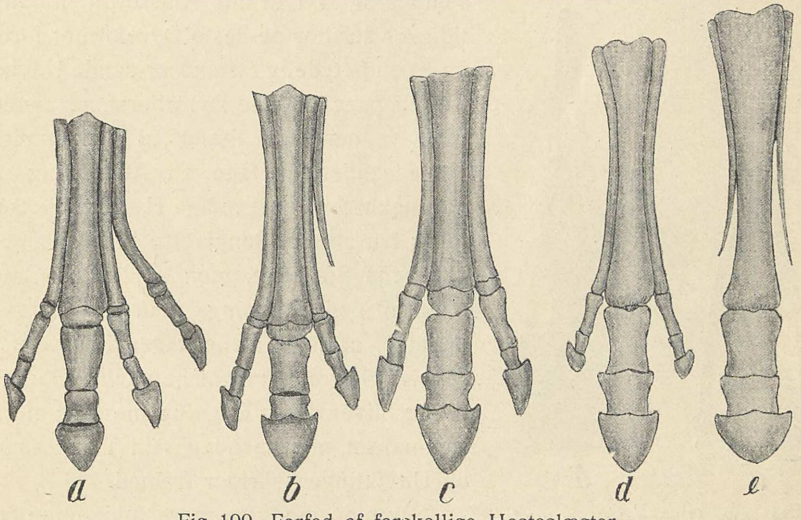


Fig. 199. Forfod af forskellige Hesteslægter.
a Orohippus Eocæn; *b Mesohippus* Miocæn; *c Miohippus* Miocæn; *d Protohippus* Pliocæn; *e Equus* Nutiden.

gengivet i restaureret Tilstand efter en Tegning udført paa Grundlag af de forskellige Skeletfund i Wyoming, U. S. efter den amerikanske Zoolog *H. F. Osborn's* Undersøgelser. Dyret havde paa Forbenene fire Tæer og paa Bagbenene tre Tæer, der satte det i Stand til at færdes paa blød Bund ligesom Tapirerne, som den ogsaa viser Slægtskab med i andre Henseender. Senere hen, da der opstod Prærier, vænnede Dyrene sig til fortrinsvis at søge deres Næring af Græsset, der groede paa den tørre Bund og til at søge Sikkerhed ikke ved at skjule sig, men ved hurtig Flugt. Dyrene voksede i Størrelse, og deres Tandsystem og Fødder omdannedes i Overensstemmelse med den forandrede Levevis. Fødderne blev derved lidt efter lidt omdannet fra at bære fire Tæer til kun at være forsynet med en enkelt Hov som Nutidens Heste. I Fig. 199 er de forskellige Trin af denne Omdannelse gengivet i det væsentlige efter *Marsh,* der ogsaa paa disse Omraader har indlagt sig store Fortjenester. *a* er en Slægt af *Hyracotherinm,* kaldet *Orohippus* fra Eocæn; *b Meso-*

hippus fra Begyndelsen af Miocæn; *c Miohippus* eller *Anchitherium* fra senere Miocæn; *d Protohippus* fra Pliocæn; *e Equus* den nulevende Hest. Som man vil se af Fig. 199, nærmer Fodformerne sig mere og mere til den nulevende Hests Hov, jo længere frem i Tiden man kommer. Samtidig hermed foregaar lignende Omdannelser af Tænderne og de øvrige Skeletdele og følgelig ogsaa i Dyrenes ydre Form og Udseende.

Denne Udvikling og Differentiering i forskellige Former med et gennem Tiderne stedse mere uddybet Særpræg kan paavises baade hos Planter og Dyr af alle Klasser, men samtidig er der hos de fleste Dyreformer foregaaet en betydelig fremadskridende Udvikling af paagældende Dyrs Forstandsevner. Man er nemlig i Stand til ved mange Hovedskaller at tage en Afstøbning af Hjernekassens indvendige Hulrum og saaledes faa en tro Gengivelse ikke alene af Hjernens Størrelse, men til en vis Grad ogsaa af dens Bygning. Man kan herved iagttage, at ikke alene tager Hjernernes relative Størrelse meget betydelig til, men tillige bliver deres Bygning mere og mere sammensat, efterhaanden som Tiden gaar, og Udviklingen skrider fremad.

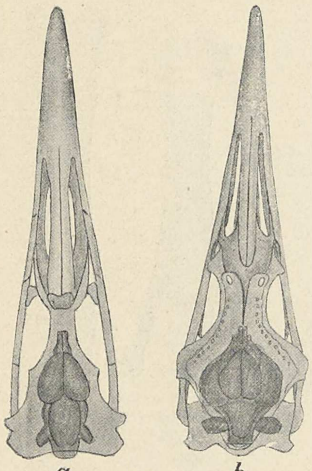


Fig. 200. Hjerneskallen med indtegnet Hjerne af *a Hesperornis* fra Kridttiden; *b Colymbus* fra Nutiden.

Sammen med den mere fuldkomne fysiske Bygning gik der altsaa en tilsvarende aandelig Fuldkommengørelse. Dette gælder for saa godt som alle Dyreformers Vedkommende, hvor de palæontologiske Fund er tilstrækkelig oplysende til, at man kan studere Forholdene i deres Enkeltheder. Marsh har saaledes vist, at fx. en nulevende Krokodile har en forholdsvis langt større og mere sammensat Hjerne end dens Forfædre i Kridt- og Tertiærtiden. Det gælder for Fuglenes Vedkommende og illustreres ved Fig. 200, der gengiver Kraniet med indtegnet Hjerne *(a)* af *Hesperornis* (sml. Side 316, Fig. 189) fra Kridttiden og til Sammenligning *b* Kraniet af en nulevende Lom *Colymbus*, en Fugleslægt, der fører et dykkende og fiskende Liv, ganske svarende til det Levesæt, Hesperornis upaatvivlelig har ført i Kridttiden. Man ser, hvor langt større og mere udviklet den nulevende Loms Hjerne er i Sammenligning med Hesperornis' Hjerne.

For Pattedyrene gælder ganske lignende Forhold, som det vil fremgaa ved Betragtning af Fig. 201, der efter Marsh fremstiller Hovedskallen med indtegnet Hjerne af *a* den miocæne *Elotherium*, *b* den

pliocæne *Platygonus*, *c* den nulevende *Auchenia vicugna* eller Vicugna (en Lamaart).

Ganske den samme Udvikling med Hensyn til Hjernens Størrelse kan paavises for Menneskets Vedkommende, men Fundene er for de tidlige Trins Vedkommende endnu overordentlig sparsomme og trænger til Supplering, da det særlig, naar det angaar Menneskers Legemsbygning, vil være farligt at uddrage nogen almindelig Regel af Fund af enkelte Eksemplarer, da de personlige Variationer kan være meget store uden at have nogen Betydning med Hensyn til Raceejendommelighederne.

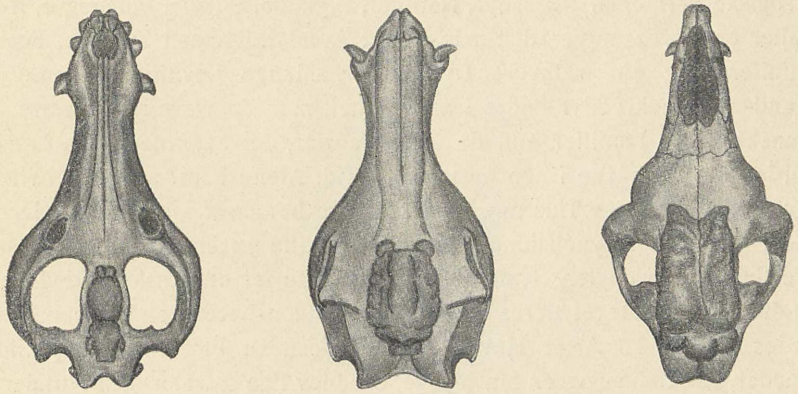


Fig. 201. Hjerneskallen med indtegnet Hjerne af:
a Elotherium, Miocæn; *b Platygonus*, Pliocæn; *c Auchenia vicugna*, Nutiden. Alle stærkt formindskede (efter Marsh).

Da de tertiære Aflejringer rundt om i Verden optræder med meget forskellig Facies, er det ikke muligt at give en almengyldig fælles Beskrivelse, der vil kunne passe til Forholdene paa alle Steder, hvor de træffes, men i det efterfølgende er derfor kun nogle enkelte af de vigtigste Aflejringer omtalt sammen med Hovedtrækkene af det organiske Liv i disse Perioder.

Senere hen under Danmarks Geologi vil der blive Lejlighed til nærmere at omtale de tertiære Lag herhjemme, hvor man dog næppe endnu har vundet afgørende Vished om de forskellige Jordlags Plads i Formationslæren.

Eocæn. Englands og Frankrigs eocæne Lag naar en Mægtighed af over 600 M. Nogle af de vigtigste Aflejringer er følgende: I Londoner-Bækkenet findes et c. 160 M. mægtigt Lag af stift, graat Ler *London-clay*, og i Pariser-Bækkenet Sandsten, Lerlag, Mergelarter og Kalksten, blandt hvilke *Calcaire grossier* eller Grovkalken, en uren lerholdig Kalksten paa c. 30 M. Mægtighed tildrager sig Opmærksomheden.

London-Leret indeholder en stor Mængde Rester af Organismer, af

hvilke det fremgaar, at det er en marin Dannelse aflejret i en Havbugt, hvori der ofte er skyllet Plantelevninger ud fra det nærliggende Land og ligeledes ikke sjælden Levninger af Landdyr og Ferskvandsdyr, der er blevet blandet med Skallerne af de Saltvandsbløddyr, som levede i Havet. Saavel Dyre- som Plantearterne tyder paa, at Klimaet nærmest har været tropisk. Fra London-Leret kendes over 100 forskellige Fiskearter, hvoriblandt 14 Arter af *Myliobates*, Ørnerokker, en Mængde forskellige Hajarter, desuden Savfisk (ogsaa en Hajart) og Sværdfisk o. m. a. Tropiske Former af Krebsdyr, Nautiler, Pighude, Snegle, Muslinger, Koraller og Bryozoer var til Stede i stort Antal tilligemed Svampe, Foraminiferer og andre lavere Dyreformer. Mange Levninger baade af Land- og Havkrybdyr findes i stort Antal, men de viser sig at være af ganske andre Familier end de store Saurier, der sværmede paa Landjorden og i Vandene i den mesozoiske Tid. Alene heraf ser man, hvilke overordentlig lange Tidsrum, der maa være hengaaet mellem Aflejringstiderne for de tilsyneladende saa lidet adskilte yngste Kridt- og ældste Tertiærlag. Hvaløgler, Svaneøgler og Dinosaurier er ganske uddøde, og andre Dyr har taget deres Plads. Fra London-Leret kender man saaledes mindst 10 Arter Havskildpadder, desuden Flod- og Sumpskildpadder, Krokodiler og en Havslange, der blev lige saa stor som Nutidens største Kvælerslanger. Ligeledes fra London-Leret kendes forskellige Fuglearter, nogle af meget gamle Typer som *Odontopteryx*, en med Tænder forsynet fiskende og dykkende Fugl, der tilsyneladende viser nært Slægtskab med Flyveøglerne. Andre var Svømmefugle af mere moderne Bygning som *Argillornis longipennis*, der antages at have lignet den nulevende Albatros, som den dog overgik i Størrelse. Ogsaa Landfugle kendes, saaledes *Dasornis*, der frembyder Slægtskab med New-Zealands Moafugle, som Maorierne paa disse Øer først naaede at faa opspist lige ved Europæernes Ankomst. Pattedyrene vil senere blive omtalt.

Sammen med de marine Dyrelevninger findes en Mængde Planterester, som gennem Floderne er skyllet ud i Havbugten, hvori London-Leret blev aflejret. Blandt Planterne kan nævnes Febertræ, Mandeltræ, Ambratræ, Magnolia, Tulipantræ, Kaneltræ, Banan, desuden Valdnød, Lind, Ahorn, Platan, Eg, Naaletrær m. fl. Landplanterne menes at tyde paa en aarlig Middeltemperatur af 25 °.

Pariser-Grovkalken er ligeledes fuld af en Mængde organiske Rester af lignende Art. Den har en betydelig Anvendelse til Bygningsbrug.

I Syden har Aflejringerne en noget anden Karakter. Her findes udstrakte Lag af Kalksten næsten udelukkende bestaaende af de tidligere omtalte skillingstore Nummuliter (Side 92, Fig. 62), der henregnes til

Foraminifererne. Tertiær Nummulitkalk findes i Pyrenæerne, Alperne, Appeninerne, Karpaterne, Tyrkiet, Grækenland, Ægypten og videre gennem Lilleasien, Persien, Indien til Sumatra, Java og Filippinerne kort sagt gennem hele det tidligere beskrevne fordums Middelhav Thetys (Side 291). Nummulitkalken, der i Eocæntiden var Havbund, er senere hævet op til Bjergkæder og Bjergknuder mange Steder paa adskillige Tusinde Meters Højde.

I Nordamerika findes ogsaa en Mængde forskellige eocæne Aflejringer af flere Tusinde Meters Mægtighed. Lagene er i Reglen aflejret discordant ovenpaa de yngste Kridtlag, hvad der viser, at der, efter at

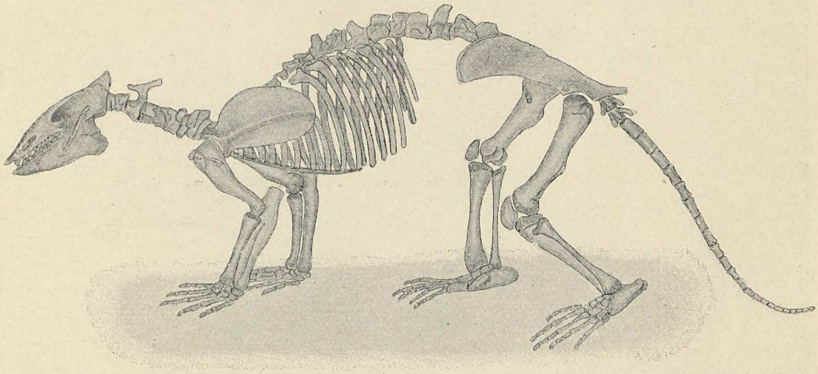


Fig. 202. *Phenacodus primaevus*, et Urhovdyr (væsentlig efter Cope).

Kridtlagene var aflejret, maa være hengaaet lange Tidsrum, inden Eocænlagene blev afsat. Nordamerikanske Eocænlag med marin Facies findes hovedsagelig i et Bælte langs Nordkysten af den mexikanske Havbugt og langs Vestkysten af Nordamerika ud mod det stille Ocean, men Ferskvandslag og Landdannelser fra eocæn Tid findes iøvrigt spredt mange Steder over hele Landet. Mange af Lagene er meget lidt omdannet og er endnu til Stede som løse Sand- og Lerlag, men Omdannelser til Sandsten og Lerskifer forekommer ogsaa jævnligt.

Ogsaa i Sydamerika findes eocæne Lag, men de synes dog ikke at spille saa megen Rolle der som de senere tertiære Lag.

I de tidligere eocæne Lag er hidtil foruden Levninger af Pungdyr kun fundet enkelte Rester af placentale Pattedyr, væsentlig tidlige Former af Insektædere, men snart tager Mængden af Pattedyrknogler til, saa at man fra de mellemste eocæne Lag kender et stort Antal forskellige Dyreformer, som i Hovedsagen hører enten til *Condylarthra* eller til *Creodontia*. Fra Condylarthra, som man har kaldt Urhovdyrene, nedstammer baade de nulevende Ordener Elefanter og Hovdyr (Drøvtyggere, Svin, Tapirer, Næshorn, Heste) og flere uddøde Underafdelinger. De

første Condylarthra var Saalegængere og forenede i sig Karaktertræk fra nu vel adskilte Ordener. I Fig. 202 er efter den amerikanske Palæontolog *Cope* gengivet Skelettet af en af de tidligste Former *Phenacodus primaevus*, der har været omtrent af en Tapirs Størrelse. I Benbygningen ligner den navnlig den endnu i Afrika og Syrien levende Klippegrævling *Hyrax*, der maa antages i lige Linje at nedstamme fra Condylarthra, medens Hovdyrene og de andre Former tidlig adskilte sig

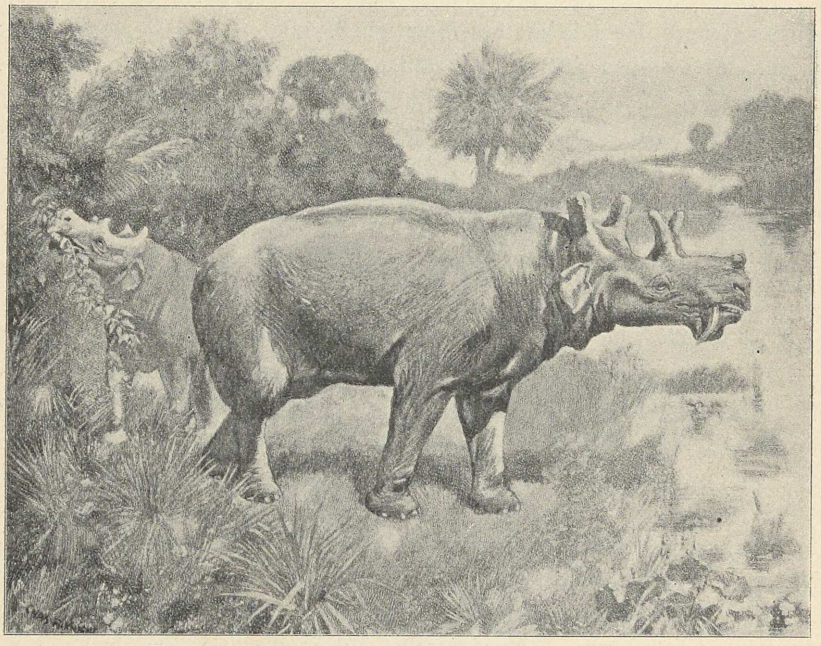


Fig. 203. *Uintatherium.* Restaureret (efter Knight).

som Sidegrene. En saadan mærkelig Sidegren, der i den senere Del af Eocænperioden spillede en stor Rolle, var de forskellige *Dinoceratidae.* I Fig. 203 er i restaureret Tilstand gengivet en *Dinoceras* (Tvehorn), ogsaa kaldet *Uintatherium* (Dyret fra Uintabjergene), et Næsehorn-lignende Dyr af en Elefants Størrelse, med to Par Horn paa Hovedskallen. Hannen havde et Par store Hugtænder ragende ned fra Overkæben. Adskillige andre Arter kendes af lignende Bygning og Størrelse mellem en Tapir og en Elefant.

Creodontia maa anses for Rovdyrenes Stamfædre, men de tidligste Former viser ogsaa Slægtskabstræk med de tidligste Former af *Condylarthra*, og begge Grene anses paa et meget tidligt Tidspunkt at være gaaet ud som Sidegrene fra de første Insektædere. Creodonterne skiller sig dog snart i forskellige Grupper. I Fig. 204 er gengivet et Billede af

en tigerstor *Patriofelis* (Kattenes Fader), hvoraf man nøje kender hele Skeletbygningen. Det har været et glubende Rovdyr med en kraftig Svømmehale og sandsynligvis Svømmehud mellem Tæerne. Fra den antages at nedstamme ikke alene Kattefamilien og Maarfamilien (Dyret ligner i sin Benbygning ikke saa lidt en Odder), men ogsaa Sælhundene, som den ogsaa viser Slægtskab med.

En anden Creodont, kaldet *Mesonyx*, ligeledes fra de eocæne Lag i

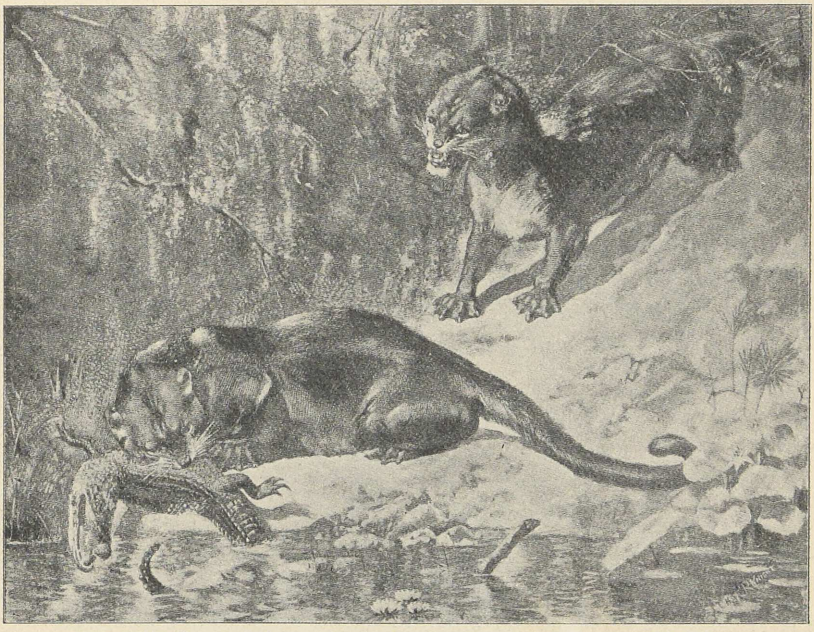


Fig. 204. *Patriofelis*, et Urrovdyr fra Eocæntiden (efter Knight).

Wyoming, U. S., ses gengivet i Fig. 205. Den har været af en Bjørns Størrelse, og *Cope* angiver, at den i sin Benbygning forener Ejendommeligheder, der minder om Bjørnefamilien, Hundene, Hyænerne og Desmerdyrene.

I senere eocæne Lag findes baade i Europa og Amerika mange Levninger af Insektædere, Gnavere og desuden af Abeformer, der staar Halvaberne nær, men menes tillige at vise Slægtskab med Insektædernes tidlige Former. Ægte Aber optræder først noget senere.

Allerede i 1879 blev der af den berømte tyske Opdagelsesrejsende *Schweinfurth* i Afrika i den libyske Ørken i Nærheden af Oasen *Fayum* gjort nogle mærkelige Fund af Skeletdele af den tertiære Hvalart *Zeuglodon*, som tidligere kendtes fra amerikanske eocæne Lag. Zeuglodonbenene findes i et forbavsende stort Antal i et Dalstrøg i Nærheden af et Bjerg, der bærer Navnet *Gar el Gehannem* (Helvedesbjerget) i de

mest øde og utilgængelige Egne af Ørkenen. I Løbet af de sidste ti Aar er disse Findesteder, trods de store Vanskeligheder Klimaet og Ørkenen lægger i Vejen, blevet nøje undersøgt af Englænderne *H. L. Beadnell* og *C. W. Andrews*, der for „British Museum" og „Egyptian geologial Survey" har drevet fuldstændige store Stenbrud alene for at samle de fossile Dyrelevninger, og i Begyndelsen af 1907 er disse Udgravninger blevet fortsat i stor Stil af den tidligere omtalte amerikanske



Fig. 205. *Mesonyx*, et Urrovdyr fra Eocæntiden (efter Knight).

Palæontolog *Osborn*, der har gjort Studiet af de tertiære Pattedyr til Specialitet. Ved disse dels af den engelske Regering dels af en amerikansk Millionær bekostede Undersøgelser er der fremkommet en Mængde mærkelige Fund af tertiære Pattedyr, væsentlig fra Eocæntiden. Fundene udfylder og fuldstændiggør paa mange Maader det Billede, som de europæiske og amerikanske Fund har givet af Eocæntidens Dyreverden, men Undersøgelserne er ogsaa i ren geologisk Henseende af stor Interesse, hvorfor der maa dvæles lidt ved dem.

Den nu saa øde libyske Ørken har i Eocæntiden været en Savanne, d. v. s. en græsklædt Slette med spredt Trævækst. Mægtige forkislede Træstammer i Ørkensandet vidner endnu om den tidligere Trævækst. Mod Syd har Savannen grænset op til tætte tropiske Skove. Gennem disse Strækninger har en stor Flod udgydt sine Vande i et sumpet

Delta, der mod Nord grænsede op til det daværende Middelhav *Thetys* (Fig. 206), som havde en langt større Udstrækning end det senere miocæne Middelhav (Fig. 215). De nævnte Forskere viser, hvorledes der gennem den eocæne Flod er drevet Tusinder af mægtige Træstammer ud fra det Syd for liggende Fastland, som Floden gennemstrømmede, og sammen med Drivtømmeret har mangfoldige Rester af Landdyr fundet et Leje i den Lagune, hvori Floddeltaet blev dannet. Krokodiler og Skildpadder har her i Eocæntiden fundet et velkomment Bytte og har søndersplittet Skeletdelene. Fra Floden kom ogsaa allehaande Lev-

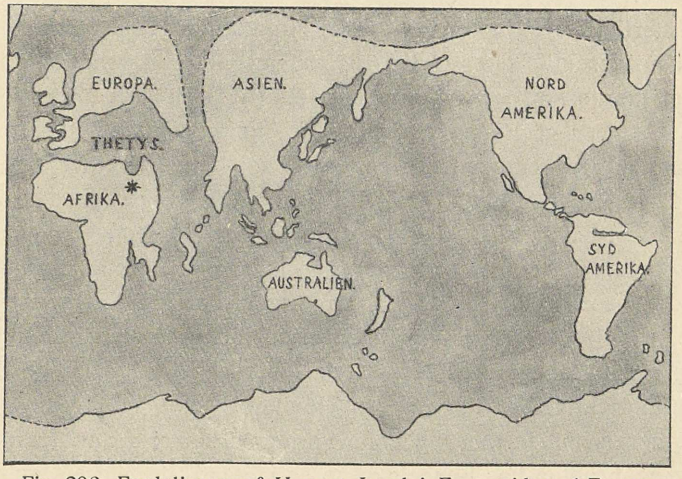


Fig. 206. Fordelingen af Hav og Land i Eocæntiden. * Fayum (efter Lapparent og Osborn).

ninger af andre Vanddyr og fra Havet de planteædende Søkøer og de kødædende Zeuglodonter, hvis Skeletdele, som omtalt, nu findes paa sine Steder i store Mængder.

Det vil føre for vidt at gennemgaa alle de af *Beadnell, Andrews* og *Osborn* gjorte Fund, men nogle enkelte kan eksempelvis nævnes:

Zeuglodon kendes i flere Arter. Den havde en stærk Tandbevæbning med spidse, kegledannede Fortænder og Hjørnetænder og savtakkede Kindtænder. Kroppen var slangeagtig og kunde blive over 30 M. lang. I sit Ydre har den sikkert mere mindet om Kridttidens *Mosasaurus* (Fig. 191, Side 318) end om Nutidens Hvaler.

De nulevende Søkøer, *Sirenia*, er store, planteædende Vanddyr, der aldrig forlader Vandet og ganske mangler Baglemmer. Der er kun faa nulevende Arter, men man har længe kendt adskillige uddøde Former fra Tertiærtidens yngre Afsnit. Dog har man været ganske usikker paa disse Dyrs Afstamning og systematiske Stilling. De bliver derfor ogsaa

af forskellige Forskere opført paa temmelig forskellige Steder blandt Pattedyrene, snart som en selvstændig Orden, snart som en Underorden eller Familie af andre Ordener. En Slægt *Halitherium* fra Europas miocæne Lag havde Spor af Baglemmer i meget rudimentær Form. Nu viser det sig i Følge *Osborn* ved Fundene fra Libyen, at Søkøerne *Eosirenia* i Eocæntiden havde fire Lemmer ligesom andre Pattedyr. De maa utvivlsomt anses for at nedstamme fra de samme Forfædre som Elefanterne, hvad den berømte franske Palæontolog *H. de Blainville* (1778—1850) havde udtalt endog længe før *Darwin* havde fremsat sin Nedstamningslære.

Af særlig Betydning er de libyske Fund af tidlige Elefantformer. Om disse kan væsentlig efter *C. W. Andrews* meddeles følgende[18]):

Elefanterne *Proboscidea* (Snabeldyrene) udgør nu en af de mest isolerede Grupper af Pattedyr, der vel i Almindelighed henføres under *Ungulata* (Hovdyrene), men som dog i høj Grad adskiller sig fra de andre Dyreformer af denne Orden. De udmærker sig ved, at de i nogle Henseender, fx. m. H. t. deres betydelige Størrelse og ejendommelige Tandforhold viser sig at være højt specialiserede Former, medens de i andre Henseender, fx. m. H. t. Bygningen af deres Fødder staar paa et meget primitivt Stade. Udviklingshistorien for en saadan isoleret Dyregruppe frembyder særlig Interesse, da Dyrenes Ejendommeligheder gør det forholdsvis let at følge deres Udviklingsgang, uden Frygt for at blande dem sammen med lignende Former af andre Arter. Hertil kommer, at man netop hos Snabeldyrene er i Stand til at føre Udviklingen tilbage gennem en lang Række Former. De tidligste Former, som man indtil for kort Tid siden havde Kundskab om, stammede fra de underste miocæne Lag i Frankrig, hvor de var repræsenteret ved mindst to Arter: *Dinotherium Cuvieri* og *Tetrabelodon angustidens**). I noget senere Lag træffer man derimod flere andre Arter af Slægterne *Dinotherium* og *Tetrabelodon***) mange Steder i Europa og helt Øst paa i Indien. Tetrabelodon er ogsaa fundet i Marokko og i Libyen. Gruppen *Mastodon*, hvortil Tetrabelodon hører, synes at have naaet Nordamerika i Løbet af Miocæntiden, da de først forekomne Arter er fundet i de øvre miocæne Lag i Montana, medens man ikke har fundet Dinotherium i Amerika***). Først i Pliocæntiden trængte Mastodonterne ned ogsaa i

*) *Andrews* giver forskellige Grunde, hvorfor han mener, at Navnet *Tetrabelodon angustidens* bør foretrækkes for den fra *Cuvier* stammende Betegnelse *Mastodon angustidens.*

**) Baade *Dinotherium* og *Tetrabelodon* vil blive nærmere omtalt i det følgende.

***) *Mastodonten* eller Ohiodyret er særlig blevet bekendt ved *Buffon's* Undersøgelse af en Del Knogler, der var samlet 1739 af den franske Officer

Sydamerika. Man har altsaa hverken i Europa, Asien eller Amerika fundet Levninger af Proboscidea i Lag, der er ældre end Miocæn, hvad der viser, at denne Gruppe ikke oprindelig kan stamme fra disse Lande, men maa være opstaaet andet Steds. Det samme gælder om forskellige andre Familier, som kommer til Syne i europæiske Lag fra Miocæntiden, saasom Giraffer, Antiloper, *Hyracoidea* i Slægt med *Hyrax* (Klippegrævlingen), *Orycteropus* (Jordsvinet) og visse Abeformer.

Uafhængig af hinanden har *Osborn*, den schweitziske Palæontolog *H. G. Stehlin* og Svenskeren *T. Tullberg* fremsat den Teori, at i alt Fald nogle af disse Dyreformer maa stamme fra Afrika. Osborn viser, at Udvandringen fra Afrika til *Eurasien* (Europa-Asien) maa være foregaaet i forskellige „Træk", navnlig ved Slutningen af Eocæntiden, atter i Begyndelsen af Miocæntiden og atter i Begyndelsen af Pliocæntiden. Samtidig hermed skete „Træk" i modsat Retning, hvorved fx. Kamel- og Hesteformer, der var opstaaet i Nordamerika, spredtes ud over Asien og Europa. Man har sat disse Udvandringer i Forbindelse med de Landbroer, som dannedes ved de store Jordskorpebevægelser, som foregik i disse Tider, hvorved bl. a. Alperne opstod. Til andre Tider var Landbroerne borte, d. v. s. dækket af Havet.

Andrews viser, at denne Teori om Elefanternes og de andre Dyreformers Udbredelse fra „det æthiopiske Skabelsescentrum" har faaet en fuldkommen Bekræftelse gennem Opdagelserne af et Antal hidtil ukendte meget tidlige Former af *Proboscidea*, som man har gjort i Løbet af 1901—1903 i de mellemste og underste eocæne Lag ved Fayum. Disse tidlige Former af Snabeldyr findes sammen med Levningerne af mange andre Pattedyr, særlig af tidlige Hyracoider og tillige sammen med forskellige mærkelige Krybdyr. Blandt de fundne Former kan særlig nævnes forskellige Arter af Slægten *Moeritherium* (efter Søen Møris) fra de mellemste eocæne Lag og *Palaeomastodon* (den gamle M.) fra de øvre eocæne Lag. Efter alt, hvad der foreligger, mener Andrews og Osborn, at man her har nogle af de direkte Stamformer til Mastodonter og Elefanter. Fra Cuvier's Tid har man vidst, at den miocæne *Tetrabelodon angustidens* var nær beslægtet med de senere forekommende forskellige miocæne, pliocæne og yngre Mastodontarter og de forskellige Mammuter og Elefantarter. Andrews viser nu, at Tetrabelodon tillige opad i Stamtavlen staar i nært Slægtskab med den ældre *Palaeomastodon beadnelli*, og at denne atter er knyttet til den endnu ældre noget fjernere

---

Longueil ved Ohiofloden. Buffon viste, at Dyret var en Elefantart. Senere er der fundet mange Levninger af andre Arter. De sidste er sandsynligvis uddøde, efter at Indianerne havde befolket Amerika ved Istidens Slutning. De levede ligesom den europæisk-asiatiske Mammut af Naaletræernes Kviste.

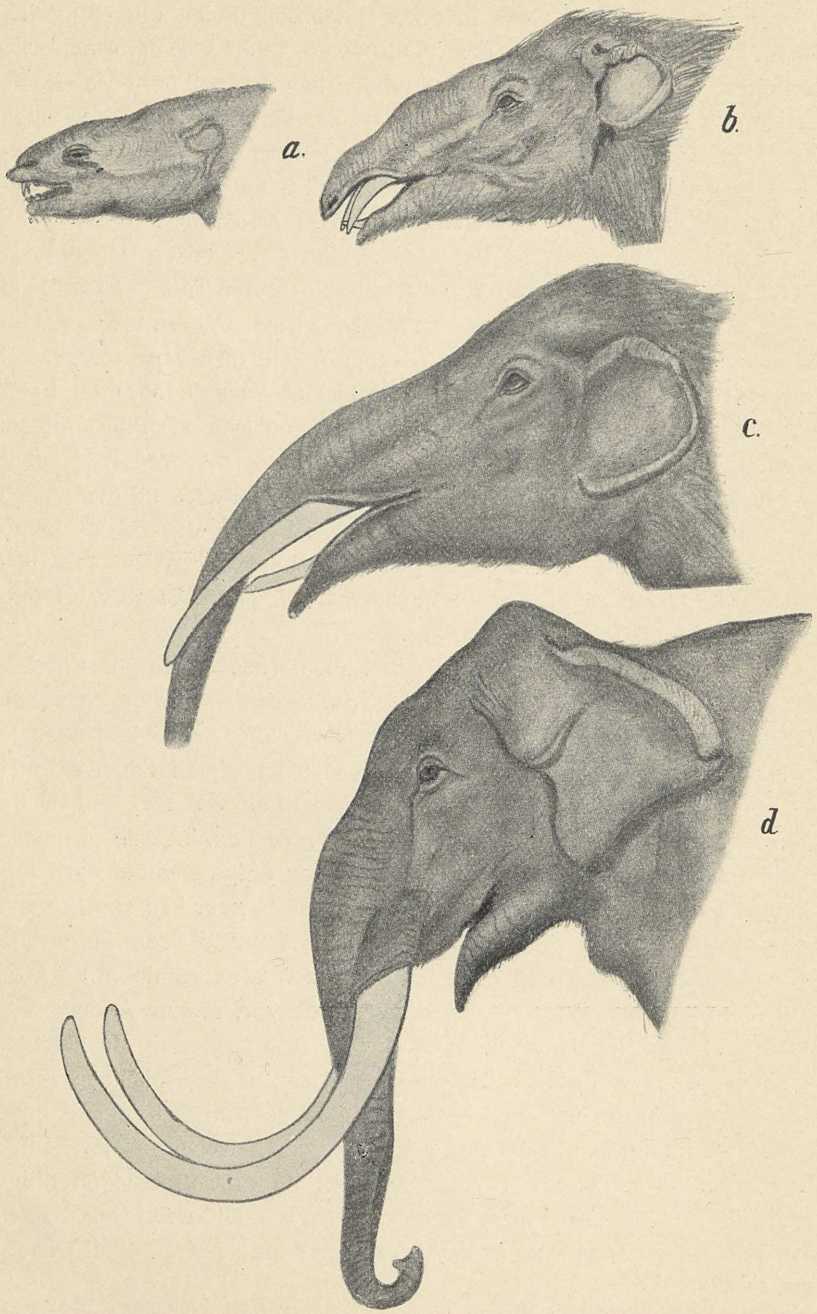


Fig. 207. Elefanternes Udvikling. *a Moeritherium* Mellem-Eocæn; *b Palaeomastodon* Øvre-Eocæn; *c Tetrabelodon angustidens* Nedre-Miocæn; *d Mastodon americanus* Pleistocæn (væsentl. efter Osborns Angivelser og Knigths Tegninger).

staaende *Moeritherium lyonsi*. Tillige antydes, hvorledes den Afstand, der er mellem Palaeomostodon og Moeritherium udfyldes af et Antal forskellige Arter af Slægten *Stegodon*, som er fundet i Indiens Siwaliklag, der senere bliver omtalt. I Fig. 207 er, væsentlig efter Osborns Angivelser

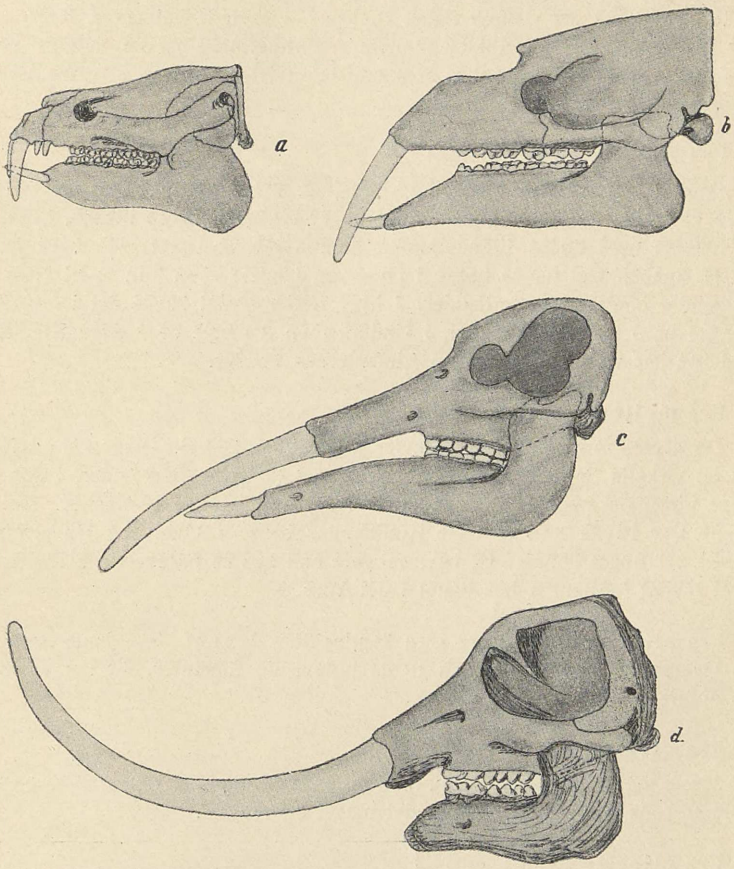


Fig. 208. Hjerneskallerne af *a Moeritherium lyonsi; b Palaeomastodon beadnelli; c Tetrabelodon Cuvieri; d Mastodon americanus.*

og Knights Tegninger, gengivet det formentlige Ydre af Hovederne af Moeritherium *(a)*, Palaeomastodon *(b)*, *Tetrabelodon angustidens* (c) samt *Mastodon americanus (d)*.

I Fig. 208 er de samme Dyrs Hovedskaller fremstillet efter *Andrews'* Undersøgelser. (*a* og *b* er dog lidt for store i Forhold til *c* og *d*.)

Man har altsaa følgende Udviklingsrække efter *Andrews*, *R. Lancester* og *Osborn:*

Fra mellemste eocæne Lag:

Moeritherium lyonsi, Andrews (Fig. 207 *a*, 208 *a*). Det var af Størrelse om-

trent som en Tapir, men har ikke været ulig en Spidsmus i Udseende. Øjeaabningerne var dog anbragt meget langt fremme i Kraniet, hvad der i Forbindelse med Næseaabningernes Form og Beliggenhed viser, at Dyret næppe havde nogen egentlig Snabel, men vel en bevægelig Tryne. Det havde 4 Fortænder baade i Over- og Underkæben, hvoraf de yderste ragede frem som Hugtænder. I hver Kæbehalvdel havde det baade i Over- og Underkæbe 3 uægte og 3 ægte Kindtænder. Fødderne har vistnok lignet Tapirens. I Skelettets Bygning er der iøvrigt flere mærkelige Lighedspunkter mellem Moeritherierne og de tidligste Former af *Sirenia*, Søkøerne, hvad der, som omtalt, utvivlsomt viser. at disse Dyr maa have haft en fælles Stamform.

Fra øverste eocæne Lag:

Palaeomastodon beadnelli, Andrews (Fig. 207 *b*, 208 *b*). Den var betydelig større end Moeritherium. Øjeaabningerne er rykket længere tilbage, hvad der i Forbindelse med andre Ejendommeligheder viser, at Dyret maa have haft en kortere Snabel. Det havde baade i Over- og Underkæben kun to til Hug- eller Stødtænder omdannede Fortænder. I hver Kæbehalvdel havde det i Overkæben 3 uægte og 3 ægte Kindtænder, i Underkæben 2 uægte og 3 ægte Kindtænder. Fødderne har været omtrent som Elefanternes Fødder.

Fra mellemste miocæne Lag:

Tetrabelodon angustidens, Cuvier (Fig. 207 *c*, 208 *c*). Dyret har utvivlsomt haft en virkelig Snabel. I Overkæben bar det to lange Stødtænder, i den mærkelige niptangformede Underkæbe to kortere fremragende Fortænder. Det fuldvoksne Dyr havde kun to ægte Kindtænder baade i Over- og Undermunden. Halsen var noget længere og bevægeligere end hos de nulevende Elefanter, som Dyret iøvrigt formentlig har lignet i det Ydre.

Fra pliocæne og yngre Lag kendes flere Arter af Mastodonter, som viser alle Overgange fra Tetrabelodon til de nulevende Elefanter. Et Par Eksempler kan anføres.

Fra øvre miocæne Lag:

Mastodon longirostris. Kaup. Med to lange Stødtænder i Overkæben, medens Underkæbens Stødtænder er svundet meget stærkt ind.

Fra pliocæne Lag:

Mastodon avernensis. Croiz. Mangler ganske Stødtænderne i Underkæben ligesom de senere Former.

Fra pleistocæne Lag:

Mastodon americanus, Cuvier (Fig. 207 *d*, 208 *d*). Hjerneskallen og Stødtænderne, der kun findes i Overkæben, ligner meget Elefanternes, men i hver Kæbehalvdel er der baade i Over- og Underkæben hos de udvoksede Dyr to knudrede ægte Kindtænder. Dyret har været fuldstændig elefantlignende, men var lidt mere lavbenet og lidt mindre korthalset.

Oligocæn. Den ansete tyske Palæontolog *H. E. Beyrich* (1815—1896) var den første, der paaviste, at der mellem de yngre eocæne Dannelser og ældste miocæne Dannelsers Aflejringstid maatte være hengaaet overordentlig lange Tidsrum. Aflejringerne fra dette Tidsrum foreslog Beyrich 1854 at benævne Oligocæn, hvilket Navn senere hen blev almindelig antaget. Lagene fra denne Periode viser ligesom de andre tertiære Lag temmelig forskellig Facies, eftersom de er dannet i Saltvand, Ferskvand eller paa Landjorden. I England findes oligocæne Dannelser særlig paa Øen Wight, men har ikke større Betydning*). Derimod findes i Pariser-Bækkenet bl. a. særlig to Aflejringer, som er af megen Interesse. Den underste er: Gibsen fra Montmartre, den øverste: Fontainebleau-Sandstenen, *Grès de Fontainebleau.* Gibsen fra Montmartre strækker sig som et 15—20 M. mægtigt Lag under en Del af Paris. Det er en Lagune- eller Saltsødannelse, der indeholder nogle Skaller af Saltvandsbløddyr, men er i Særdeleshed blevet bekendt ved den store Mængde Skeletdele af Pattedyr, som den indeholder. Det var væsentlig fra disse Lag, at *Cuvier* fik Materiale til sine berømte Undersøgelser over de uddøde Dyreformer. Fontainebleau-Sandsten er en Saltvandsdannelse med Rester af marine Skaldyr. Sandstenen danner paa Grund af Forvitring og Erosion meget maleriske Klippepartier i Parken ved Slottet i Fontainebleau, i Lighed med Kvadersandstenens Erosionsrester i „Sachsisk Schweitz". Fra senere Afsnit af den oligocæne Tid haves i Pariser-Bækkenet forskellige Lag af Mergel og Ferskvandskalk, der afsattes i den lave sumpige Landstrækning, der opstod i disse Egne, efter at Havet havde trukket sig tilbage.

I Sydfrankrig, Sydvesttyskland og tilgrænsende Dele af Schweitz findes mange Steder langs Dalsiderne og i Dalsænkningerne ret anselige Lag af oolitisk Jernokker eller Brunjernsten, som man har givet Navnet Bønnemalmformationen. Lagene, der kan naa over 30 M. Tykkelse, er udskilt af Kilder med jernholdigt Vand. Bønnemalmlagene indeholder en stor Mængde Skeletdele af Pattedyr, som viser sig at være af de samme Dyrearter som i Montmartregibsen og stammer derfor ogsaa fra Eocæntiden. Desuden findes i Bønnemalmlagene Levninger af en Mængde andre Dyr samt Planter, der ofte er bevaret i særdeles velkonserveret Form, da den bløde Jernokker, hvori Dyrene og Planteresterne i sin Tid sank ned, har frembragt en fuldstændig naturtro Afstøbning selv af Dyrenes Bløddele, af Fluer og Sommerfugle og af de fineste Detailler hos Blomster og Blade. Lagene frembyder derfor megen Interesse i geologisk Henseende, og Bønnemalmen har desuden teknisk Anvendelse som Jernmalm flere Steder i Jurabjergene.

*) De Side 323 omtalte store vulkanske Udbrud i Irland, Skotland, Færøerne og Island har sandsynligvis for en Del fundet Sted i oligocæn Tid.

I Schweitz findes iøvrigt op til 2000 M. mægtige oligocæne Lag, som gaar under Navnet Molasse. Herimellem findes urene Kalklag og brogede Mergellag, men den egentlige Molasse er hovedsagelig en blød Sandsten*) dels af marin Oprindelse, dels dannet i Brakvand og Ferskvand. I Saltvandslagene findes Nummuliter og marine Bløddyrskaller, i Ferskvandslagene mange Plantelevninger, der tyder paa et tropisk Klima. I Italien naar tilsvarende marine oligocæne Lag en Mægtighed af over 4000 M. Lignende Lag findes i Pyrenæerne, i Karpatherne og langs Kysterne af hele den Strækning, der blev beskyllet af det tertiære Middelhav Thetys (Side 335).

I Nordtyskland findes oligocæne Dannelser udbredt over Hundrede Tusinde Kvadratkilometer, hvor de slutter sig nær til de efterfølgende miocæne Aflejringer. Lagene bestaar dels af Kvartsitkonglomerater, dels af Glimmersand og Glimmerler, der ikke sjældent gaar over til sortfarvet „Alunjord". Ind mellem disse Lag findes over store Strækninger Brunkullag, hvorfor disse Dannelser ogsaa bærer Navnet den nordtyske Brunkulformation. Lagene er udbredt over hele Nordtyskland og gaar Nord paa op i Danmark, medens Grænserne mod Syd er tunget ud i tre store Bugter, der skyder sig ind i de højere liggende ældre Dannelser**).

Brunkulformationen i disse Egne er dannet i en Lavning, hvor Strandlinjen gennem de lange oligocæne og miocæne Tidsrum snart har ligget højere, snart lavere, saa at Strækningerne til Tider har været dækket af et lavvandet Hav, hvori en Mængde forskellige Skaldyr og andre Havdyr trivedes fortræffeligt. Til andre Tider havde Havet trukket sig tilkage, og Nordtyskland dannede et tildels sumpigt Lavland med en rig tropisk eller subtropisk Plantevækst og et myldrende Dyreliv. Den jævnlige Veksling af Saltvands- og Ferskvandslag er derfor meget karakteristisk for den nordtyske Brunkulformation. Selve Brunkullagene er dels Lignit, d. v. s. træagtige Brunkul dannet af tidt meget store fladtrykte Træstammer, som af Floder er ført ud som Drivtømmer, der har fundet en Hvileplads i de marine Lag. Dels er Brunkullagene lige-

*) Molasse, egentlig Mollasse, er et schweitzisk Lokalnavn, der netop hentyder til Stenens Blødhed. Nogle af Molasselagene er af miocæn Alder. Sammen med Molasselagene findes Nagelfluh (Side 87) Rullesten af Alpernes ældre Stenarter fast sammenkittet til et Konglomerat.

**) 1. Mod Vest den rhinske Bugt, som Syd for Bonn har beskyllet Foden af de rhinske Skiferbjerge og mod Nord og Vest staaet i Forbindelse med Tertiærhavet i Holland og Belgien.

2. I Midten den thüring-sachsiske Bugt, som mellem Halle og Wurzen skyder sig langt mod Syd i Thüringen og er rig paa Brunkullag.

3. Mod Øst den schlesiske Bugt i Oderomraadet nær Liegnitz og Breslau, ligeledes med mange Brunkullag.

frem dannet af stærkt sammenpresset Tørvemasse, endnu liggende i det samme naturlige Leje som den havde, da den blev aflejret i Tørvemosen i Tertiærtiden, men omdannet til Brunkul paa Grund af det stærke Tryk, de ovenover lejrede Jordmasser har udøvet. Undertiden ses Brunkullagene ogsaa at være opstaaet af en druknet Skov. Stubbene staar endnu med Rødderne fæstet i de underliggende Jordlag, og mellem Stubbene findes lejret paa Kryds og Tværs de væltede Træstammer, der viser, at her groede i Tertiærtiden en Skov, der ved en Oversvømmelse blev forstyrret og overdækket med Sand og Ler. Ikke sjældent har Brunkullagene en anselig Mægtighed, saaledes efter *H. Credners* Angivelser ved Meissner (S. f. Göttingen i Hessen) 30 M., ved Magdeburg 20 M., ved Lützendorf (lidt S. f. Eisleben i Sachsen) endog 70 M., ved Nachterstädt (lidt SO. f. Halberstadt i Sachsen) 50 M., saa at de enkelte Brunkullag langt kan overgaa Stenkullagene i Mægtighed. I Almindelighed er Lagene 2—6 M. tykke og spiller en meget betydelig Rolle i industriel Henseende.

Floraen fra Brunkulformationen tyder paa et subtropisk Klima. Næppe nogen af de fundne Rester af Skovtræer er overensstemmende med Hensyn til Arten med de nu i Europa forekommende Planter. Derimod er der en mærkelig Lighed, tildels en fuldstændig Overensstemmelse med Hensyn til Arten mellem mange af de oligocæne og miocæne Planterester og Plantearter, der nu forekommer i de sydlige Egne af Nordamerika og i Japan. Lignitlagene synes fortrinsvis at være dannet af Stammer af Naaletræer. Blandt disse kan nævnes *Taxodium distichum*, der anses at være samme Cypresart som den nulevende virginiske Sumpcypres. Flere Arter af *Sequoia* i næreste Slægtskab med det californiske Mammuttræ *Wellingtonia gigantea*. Tidlige Former af Lærk forekommer i *Protolarix*. De tørveagtige Brunkullag er ligesom Nutidens Tørvemoser opfyldt dels af Vandplanter, der har vokset i Moserne, dels af mangfoldige Rester af Løvtræer, der er faldet eller blæst ud i Moserne. Blandt Vandplanterne findes Arter af *Phragmites* Tagrør, *Trapa* Hornnød, *Salvinia* Vandbregner, *Potamogeton* Vandaks, men desuden Arter af *Smilax*, en Slægt af Convalfamilien, der nu findes i Mexiko og Centralamerika. Yderligere findes Levninger af forskellige stedsegrønne Løvtræer og af Kokus- og Viftepalmer.

Et ejendommeligt Produkt af Oligocæntidens Skove er Ravet (Side 68), der har givet en Mængde Oplysninger om Datidens Fauna og Flora og netop af de fineste og sarteste Former, som ellers i Reglen er gaaet tabt ved Organismernes Opbevaring i Jordlagene. Rav er den fossile Harpiks af forskellige Arter Naaletræer, hvoraf man kender en Art Gran og 3 Fyrrearter (særlig Ravfyrren *Pinus succinifera*). Den tyske

Forsker *Conwentz* har givet en meget levende Skildring af Forholdene i Tertiærtidens Ravtræskove, som han har lært nærmere at kende ved en nøje Undersøgelse af den store Mængde Rav, der findes ved Østersøens Kyster. Træerne maa antages at have vokset i tæt sluttede Skove i Skandinavien og Finland, og derfra er Harpiks og andre Planterester ved Floderne ført ud i Østersøen og sunket til Bunds sammen med det marine oligocæne Ler. Dette Ler, „den blaa Jord", der tillige indeholder marine oligocæne Skaldyr, findes nu særlig ved „Samland" mellem

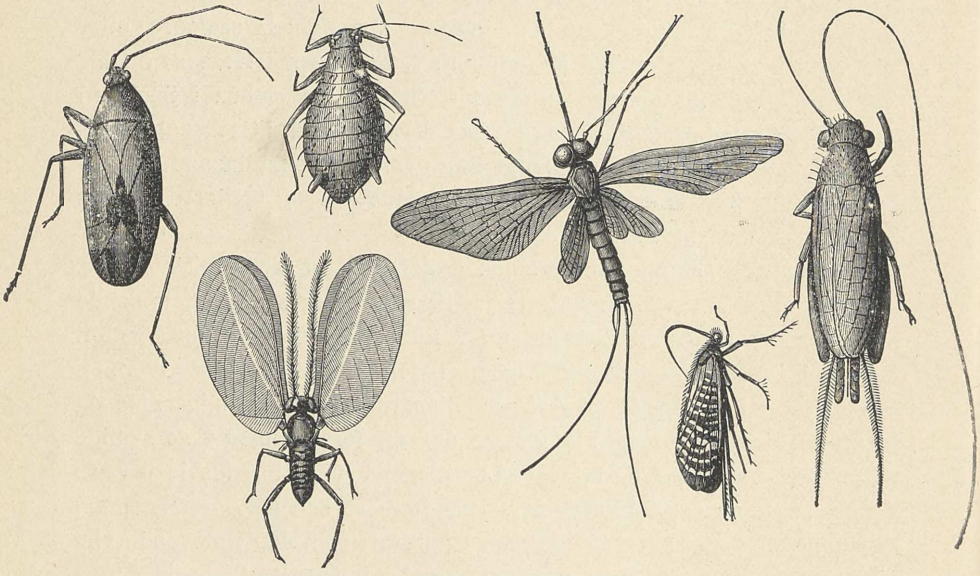


Fig. 209. Insekter fra Ravet (efter Neumayr).

Königsberg og Danzig, men er overdækket af senere tilkomne Lag, og det ravførende Ler vindes nu ved en fuldstændig underjordisk Bjergværksdrift. Under Istiden er meget af disse ravførende Dannelser blevet bortført og spredt udover det tidligere isdækkede Omraade i Danmark, Nordtyskland og Holland. Ved Havets Nedbrydning af Istidslagene skylles Rav, der kun er lidt mere vægtfyldigt end Saltvand, ofte op paa Kysterne blandet med Tang og lignende Stoffer, som Bølgeslaget og Strømmen river løs fra Havbunden. Conwentz har vist, hvorledes Ravet fremkom ved de utallige Beskadigelser, Træerne i Ravskovene var udsat for. Stormene brød Grenene af Træerne og foraarsagede Gnidsaar, naar to Træer stod tæt ved Siden af hinanden. Insekter og andre Dyr borede og gnavede i Barken, Snyltesvampe foraarsagede Sygdomme, Saar og Raaddenskab, og alle de foraarsagede Beskadigelser søgte Træerne at lukke med Harpiksudskillelser. I Træets Ved blev Harpiksen

udskilt i mangfoldige Hulrum og Kanaler, og hvad der trængte ud til Overfladen, var mælket af Plantesaft og Luftblærer, men blev omsmeltet til det klare gule Rav i Solvarmen. Det hængte som Drypsten ned fra Grenene og drev i Draaber og Strømme ned ad Barken. Ved Træernes Rødder samlede det neddryppede Rav sig som store Kager, men blev blandet med Mos og Muld, og hvad det ellers kom i Berøring med, og de indfangede Dyr blev overdækket af ny Harpikslag og derved be-

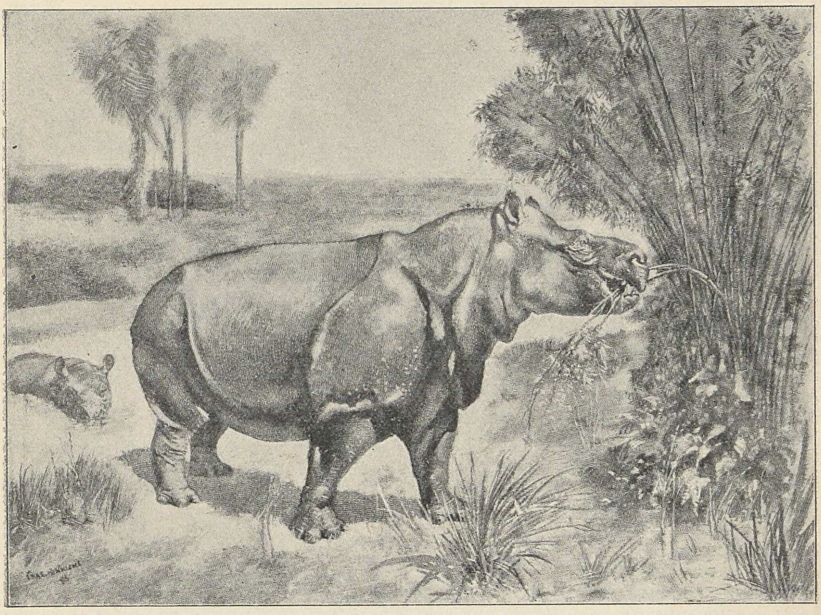


Fig. 210. *Metamynodon*, en hornløs Art af Næsehorn. Oligocænlagene i Dakota, U. S. (efter Knights Tegning).

varet til sene Tider (Fig. 209). Man kender saaledes fra Ravet omtrent 2000 forskellige Insektarter, særlig Myrer, Bladlus, Myg og Fluer, men desuden mange andre Dyreformer, saasom Edderkopper, Tusindben, Skorpioner, smaa Krebsdyr, Landsnegle, Fjer af Fugle, særlig af Spætter, Haar af Egern og Mus, mange Planterester, navnlig Blomsterstøv og Bark af Ravtræerne m. m.

Som allerede omtalt har man i Montmartre-Gibsen, i Bønnemalmen fra Jurabjergene og i mange andre Lag i Europa, Nordafrika og Amerika fundet mange Skeletdele af oligocæne Pattedyr. De staar i de fleste Tilfælde paa et betydelig mere fremskredet Stade end de tidligere omtalte eocæne Pattedyr, saa at der nu findes færre „Samleformer", men derimod mange ejendommelig udviklede Former i Familie med Nutidens Dyr, men af Slægter, som for største Delen er uddøde.

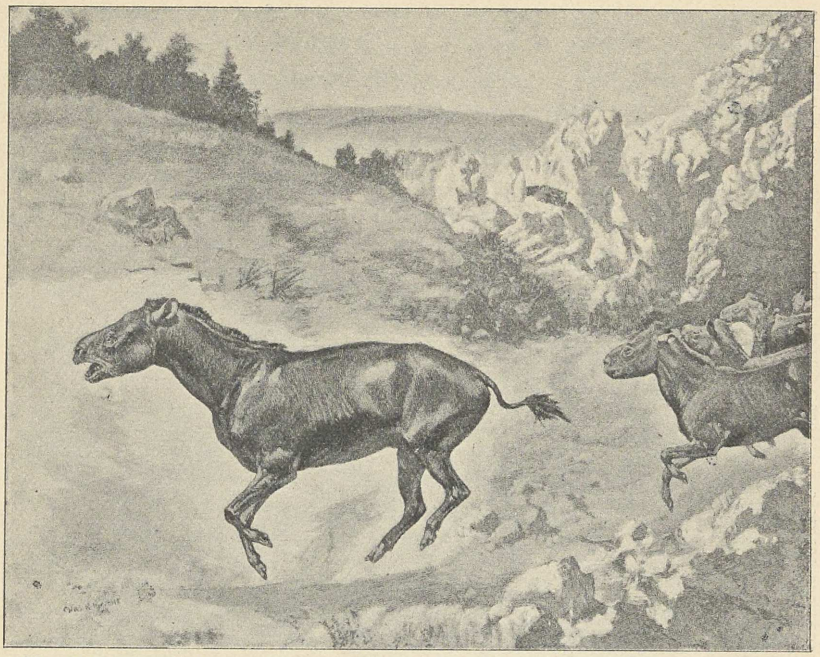


Fig. 211. *Hyracodon*, en hestelignende Art af Næsehorn. Oligocænlagene i Dakota, U. S. (efter Knights Tegning).

Næsehornsfamilien har spillet en stor Rolle baade i dette og de efterfølgende Tidsrum. Der havde udviklet sig forskellige Former, hvoraf nogle af de mest karakteristiske er gengivet i Fig. 210, 211 og 212 efter

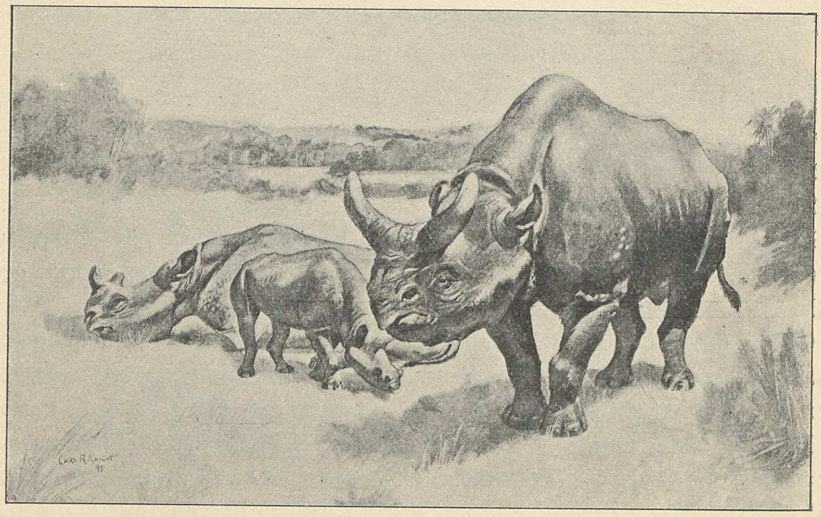


Fig. 212. *Titanotherium*. Oligocænlagene i Dakota, U. S. A. (efter Knights Tegning).

Knights Tegninger paa Grundlag af Undersøgelser af de amerikanske Zoologer *Cope*, *Leidy* og *Osborn*, der har undersøgt adskillige Skeletter af disse Dyr. *Metamynodon* (Fig. 210) har i Benbygning, Størrelse og højst sandsynligt ogsaa i sit Udseende ganske lignet de nulevende Næsehorn og har efter Tænderne at dømme levet omtrent paa samme Vis, men ikke haft noget Horn paa Næsen. Osborn mener dog, at Metamynodon har opholdt sig mest i Vand ligesom Flodhesten, da Næseborene

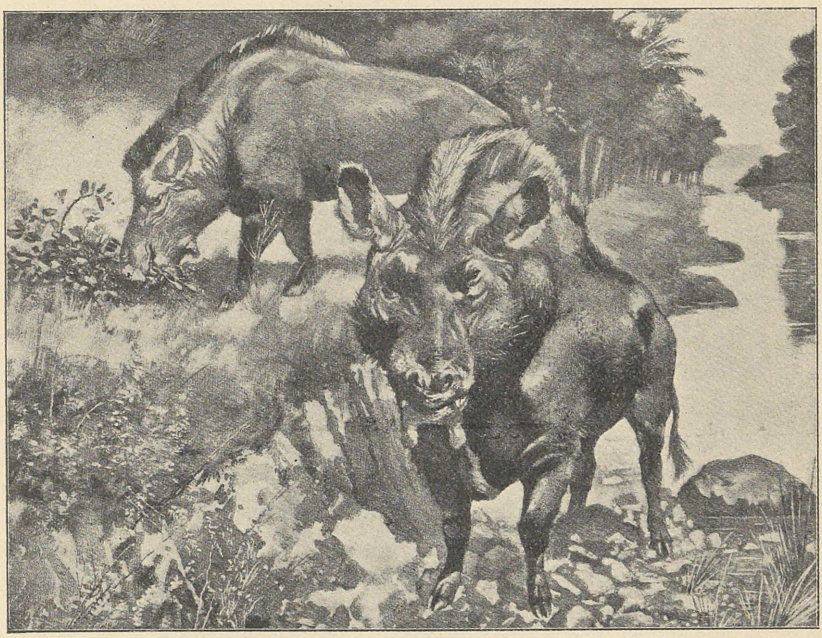


Fig. 213. *Elotherium*, et Kæmpesvin fra Oligocæn- og Miocæntiden (efter Knights Tegning).

og Øjnene peger mere opad end hos Nutidens Næsehorn. Fødderne, der var forsynet med fire Tæer, satte Dyrene i Stand til at færdes paa blød Bund.

Helt anderledes har *Hyracodon*-Slægten været bygget. De dannede en Overgang mellem de tidlige Heste- og Næsehornformer. Den maa i sit Ydre (Fig. 211) antages at have lignet en Hest eller et Muldyr, medens den i sin Benbygning viser sig at være et Næsehorn og anses for at nedstamme fra de samme Stamformer som Metamynodon. Fra noget ældre Lag i Dakota end Metamynodon stammer en i flere Arter og mange Individer kendt Dyregruppe, som *Leidy* har kaldt *Titanotherium*. I Fig. 212 er gengivet et Billede af en af de største Arter. Den naaede en Højde over Skuldrene af over 3 M. og var omtrent 5 M. lang. Det

i Fig. 212 afbildede Titanotherium havde to store Horn stillet paa tværs af Snuden.

Flere Grupper, der var beslægtet med Svinefamilien, kendes ogsaa fra de oligocæne Lag. Saaledes det i Fig. 213 afbildede *Elotherium*, der kendes baade fra Montmartre-Gibsen og fra de nordamerikanske oligocæne Lag, men levede ogsaa et Stykke ind i Miocæntiden.

I de oligocæne Lag findes ogsaa ejendommelige tidlige Former af Drøvtyggere *Tragulidae*, hvis nærmeste Efterkommere nu maa søges i den indiske Dværghjort *Tragulus* og fjernere afrikanske Slægtninge. Der er ogsaa fundet Former, der menes at være Stamfædre til Kameler og Lamaer og en Hjorteform *Protoceras*, maaske nærmest beslægtet med Moskushjortene, men ogsaa i visse Retninger mindende om de egentlige Hjorte. Desuden mange Arter af *Anoplotherium*-Gruppen. *Anoplotherium commune*, der af Cuvier er beskrevet efter Fundene i Gibslagene ved Montmartre var omtrent af et Æsels Størrelse, og havde en lang kraftig Svømmehale. Ligesom de øvrige Led i den overordentlig artrige Anoplotherium-Gruppe mindede Dyret i visse Træk af sin Bygning om Næsehorn, i andre om Drøvtyggerne. De egentlige Anoplotherier vekslede i Størrelse fra et Næsehorn til en Vandrotte. De fleste af disse Arter maa antages nærmest at have været Vanddyr med et Levesæt som Flodhestene. *Xiphodon*-Slægten var derimod Dyr af en let Bygning og Størrelse som et Raadyr, med en kort Hale samt Fødder og Tænder, der har henvist dem til et lignende Liv, som Hjortene fører.

En anden artrig Gruppe, der allerede blev truffet i eocæne Lag, men som der ogsaa findes mange Eksemplarer af i Montmartre-Gibsen, er *Palaeotherium*. De staar nærmest i Slægtskab med Tapirerne, som de ogsaa maa antages at have lignet i det Ydre og i Levesættet, men minder ogsaa i visse Træk af Benbygningen dels om Næsehornene, dels om de tidlige Hesteformer.

I de forskellige oligocæne Lag i Europa og Nordamerika finder man endvidere Levninger af forskellige Gnavere nærstaaende ved Egern, Bævere, Harer og Rotter. Yderligere af Rovdyr, dels allerede nu udsondret i veladskilte Grupper, særlig af Katte-, Hunde- og Maarfamilien, dels endnu Former, der staar nær ved det primitive Stade, Creodonterne indtog i Eocæntiden.

Nogle Forskere antager, at den paa Madagaskar levende Viverrekat *Cryptoprocta ferox* direkte nedstammer fra disse Former, da Dyret i Benbygning og Tandforhold minder dels om Katte-, dels om Maar-, dels om Hyænefamilien, ligesom der ogsaa paa Madagaskar indtil for kort Tid siden har levet og endnu lever andre Dyr, der staar paa et gammelt Standpunkt af Udviklingen. Madagaskar blev nemlig paa et

Tidspunkt i Tertiærtiden mellem Eocæn og Oligocæn løsrevet fra Afrika, og Dyrene har siden den Tid i Hovedsagen været henvist til at leve deres eget Liv uden nye Impulser andet Steds fra.

Miocæn. Baade Londoner- og Pariser-Bækkenet var i Begyndelsen af Miocæntiden blevet tørt Land, medens Havet endnu gik ind i fladvandede Bugter omkring Loires og Garonnes nuværende Floddale. Her findes derfor marine og miocæne Aflejringer med en Mængde Levninger af Mollusker og andre Havdyr. I Nordtyskland, Holland og Danmark fortsattes Aflejringen af Brunkulformationens Lag, dels virkelige Brunkullag, dels Glimmersand, Glimmerler og Alunjord. I Sydeuropa fortsattes de allerede tidligere indledede stærke Foldninger og Forskydninger, hvorved Alperne rejste sig, samtidig med at Molasseaflejringen fortsattes i det tilgrænsende Hav. I Slutningen af Miocæntiden var baade Alperne og Apenninerne hævet op mindst til de nuværende Højder. I Kaukasus blev de i Begyndelsen af Miocæntiden aflejrede Lag i Slutningen af samme Periode hævet op til 2000 M. Højde, hvad der kan give et Begreb om de uhyre lange Tidsrum, en saadan Jordperiode spænder over, da den Art Bjergkædedannelser, som skyldes Foldningsprocesserne i Jordskorpen, gaar overordentlig langsomt for sig. Miocæne Lag, der bærer Vidnesbyrd om en rig Plantevækst med mange Løvtræer, der tyder paa varme Klimatforhold, er fundet mange Steder i Polarlandene: paa Spitsbergen, Grønland, Grinnell-Land (81° 45′ n. Br.), medens mærkelig nok Beskaffenheden af miocæne Planter i Alaska, Kamschatka og Japan synes at tyde paa et betydelig koldere Klima paa den Side af Jorden. Undersøgelserne i disse Egne er dog næppe endnu saa fuldstændige, at man tør bygge helt sikre Slutninger paa disse Fund med Hensyn til den miocæne Nordpols Beliggenhed. I Amerika findes miocæne marine Lag op til over 2000 Meters Mægtighed. Indblandet i disse Lag findes vulkanske Udbrudsprodukter, hvad der viser, at der samtidig med disse Lags Aflejring fandt en stærk vulkansk Virksomhed Sted. Det giver sig ogsaa tilkende i Basaltstrømme og Dækker, Obsidian, Pimpsten og Lavalag fra miocæn Tid. Flere Steder er de marine miocæne Lag nu hævet op til 1000 M. Højde og derover. Inde i Landet i Nordamerika findes store Landdannelser og Ferskvandslag, som har ydet mange Plante- og Dyrelevninger af stor Interesse. Mod Slutningen af Miocæntiden var der Landforbindelse mellem alle Fastlandene med Undtagelse af Australien. I Fig. 215 er efter Osborn givet en Kaartskitse af den omtrentlige Fordeling af Hav og Land paa dette Tidspunkt. Ved disse Landhævninger dannede der sig flere Steder Laguner, hvori der skete Udskillelse af Stensalt. Saa-

ledes opstod de 1400 M. mægtige Saltlag ved Wielizka i Galizien, og fra Kaukasus strækker sig gennem Armenien og Persien helt ind i Indien en bred Strækning, hvori der paa mange Steder findes Gibs- og Stensaltlag, som maa anses opstaaet i Slutningen af den miocæne Tid, da Havet dels trak sig tilbage, dels blev afspærret i isolerede Lavninger, hvor Vandet fordampede og efterlod Saltene.

De miocæne Pattedyr viser et betydelig mere fremskredent Stade i Udviklingen end de tidligere omtalte oligocæne Former. Hesteformernes Udvikling er allerede tidligere blevet berørt (Side 327), og det samme

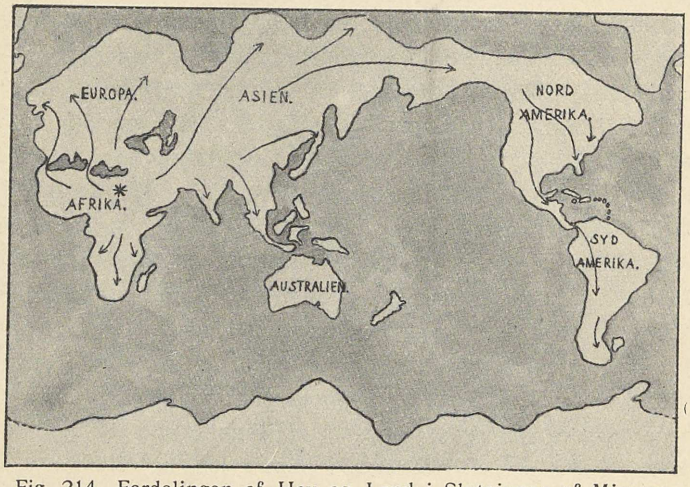


Fig. 214. Fordelingen af Hav og Land i Slutningen af Miocæntiden (efter Osborn). * Fayum. Pilene viser Udbredelsesretningerne for de miocæne Elefanter.

gælder de elefantagtige Dyr. I de mellemste miocæne Lag i Europa og Asien finder man mange Steder Levninger af *Tetrabelodon angustidens* (Side 336) og i de senere miocæne Lag andre Mastodonter, som staar endnu nærmere ved de nulevende Elefanter. Samtidig hermed optræder en nu helt uddød Slægt af *Proboscidea*, af hvilken Fig. 215 gengiver Hovedskallen af *Dinotherium giganteum*. Denne Art var ikke saa lidt større end en Elefant, som den iøvrigt maa antages at have lignet i Udseende. Den havde ingen Stødtænder i Overkæben, men fra Underkæben ragede et Par vældige krumme Hugtænder nedad. Dinotheriumgruppen omfatter forskellige Arter, der døde ud i pliocæn Tid.

Adskillige Arter af Næsehorn med og uden Horn kendes ogsaa fra miocæne Lag og ligeledes forskellige Svineformer, samt de første Antiloper og Hjorte. De første ægte Hjorte, der nu optræder, mangler Horn, men noget senere optræder Hjortearter med et enkelt gaffeldelt „Gevir“

ligesom Muntjakhjorten i Indien, og derefter udvikles Hjortearter med grenede Gevirer, der efterhaanden gennem Pliocæntiden i Udseende nærmer sig til Nutidens forskellige Hjortearter. Som man vil vide, fødes alle Hjorte uden Horn og erhverver sig først gennem forskellige Hornskiftninger i Løbet af nogle Aar det fuldstændige Gevir, som er ejendommeligt for paagældende Art. De nulevende Hjorte viser altsaa i Løbet af deres Opvækst i korte Træk de samme Trin, som Stammen har gennemgaaet i sin lange Udviklingshistorie (den biogenetiske Grundlov Side 240). — I Miocæntiden finder man ogsaa de første ægte Aber og foruden Gnavere, Insektædere m. fl. ogsaa en Mængde forskellige Rovdyr. I Hovedsagen kan de miocæne Rovdyr uden større Vanskelighed indordnes under de nulevende veladskilte Rovdyrfamilier, men der findes dog i miocæne Lag flere Former, der maa betragtes som Kollektivtyper, saaledes den bjørnestore *Amphicyon*, der nærmest maa henregnes til Hundefamilien efter Tandbygningen, men var Saalegænger ligesom Bjørnene. I Løbet af Miocæntiden uddør de sidste Pungdyr i Europa.

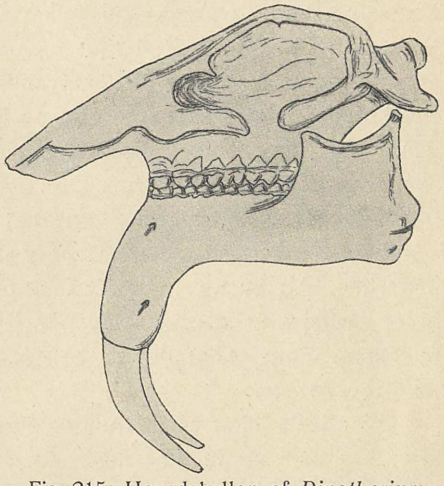


Fig. 215. Hovedskallen af *Dinotherium giganteum*. Miocæntiden.

Blandt Hvalerne optræder i Miocæntiden *Squalodon*, der indtager en Plads mellem den eocæne *Zeuglodon* (Side 335) og Nutidens Tandhvaler. De første Bardehvaler er ogsaa fundet i miocæne Lag. Ligeledes fra miocæne marine Lag i Tyskland stammer Levningerne af en Søko *Halitherium Schinzi*, der havde Spor af Baglemmer, medens Nutidens Søkøer ganske mangler disse (se Side 335).

De miocæne Pattedyr viser gennemgaaende et tropisk-asiatisk Præg, medens den miocæne Fugleverden, som man gennem Fund i Frankrig og Tyskland har lært at kende i mange Arter, ikke afviger overmaade meget fra Nutidens Fuglefauna i Mellem- og Sydeuropa, dog med en ikke ringe Indblanding af Arter, som nu kun lever i Egne med tropisk og subtropisk Klima.

Ved Limagne (Depart. Allier) har man i Ferskvandskalk fundet en Mængde Skeletdele af forskellige Fuglearter. Findestedet udgjorde i Miocæntiden en Ferskvandssø, og Vade- og Svømmefugle udgør Hovedmængden af de fundne Former. Ifølge den franske Zoolog *A. Milne-Edwards'*

Undersøgelser findes der saaledes i store Mængder Ben af Flamingoer (en nu uddød Art), Traner, Hejrer, Ibis, Snepper, Bekkasiner, Vandrikser, Strandløbere, Pelikaner, Maager, Ænder, Skarver og Lappedykkere. Langt sjældnere er Knoglerne af andre Fugle, som ikke har levet ved og paa Søen, men kun er kommet ned til Vandet for at drikke eller jage, men man kender dog Duer, Hønsefugle, Spætter, Vipstjerter, Tornskader og Krager og blandt Rovfuglene: Fiskeørne, Glenter og flere Uglearter. Tildels de samme Fuglearter er genfundet under lignende Omstændigheder i Ferskvandskalk ved Steinheim i Würtemberg og ved Weisenau ved Mainz. Ved Ries nær Nördlingen har man efter M. Neumayrs Angivelser i Lag af Ferskvandskalk dannet i en miocæn Sumpstrækning fundet meget interessante Rester af en stor Pelikankoloni fra denne Tid. Man finder talløse Knogler af Fuglene i alle Aldere, Æggeskaller og Rester af Rederne. De miocæne Pelikaner holdt ligesom Nutidens meget af at bygge Rederne tæt ved Siden af hinanden, saa at der efterhaanden samledes store Dynger af døde Dyr, Æggeskaller og Redemateriale. Alt er nu indlejret i og overlejret af Ferskvandskalken og giver saaledes et særdeles levende Billede af Pelikankolonien ved den miocæne Sump, skønt der er hengaaet utalte Aarmillioner, siden Fuglene levede her.

Over Halvdelen af de fundne Fugleformer staar nulevende Fuglearter saa nær, at de maa anses for at høre til samme Arter, de andre ses vel at høre til nu uddøde Arter, men de har dog været nær beslægtet med nulevende Arter. Nogle af Fuglene tyder nærmest paa et mildt tempereret Klima som i Sydeuropa, andre derimod paa mere tropiske Forhold.

Ganske samme Indtryk af Klimatforholdene i Miocæntiden faar man ved nærmere Undersøgelse af det lavere Dyreliv baade paa Landjorden og i Havet. I Mellemtyskland har man saaledes fundet en Mængde Landsnegle, der i de mellemste miocæne Lag er af tropiske og subtropiske Typer, men i de øvre miocæne Lag er Arter, der nu lever omkring Middelhavet, eller maa siges at være Blandinger af Arter, der hører hjemme i Middelhavslandene, og af Arter, der nu lever i sydligere tropiske Egne. Havdyrene viser hen til samme Forhold. Nordtysklands Miocæn indeholder saaledes en Mængde Snegle og Muslinger, der staar nær ved Middelhavsarter og ved Arter, der nu findes ved Madeira og omliggende Øer, hvorimod fx. den omkring Wien meget udbredte miocæne Leithakalk indeholder revbyggende Koraller og mange andre rent tropiske Former.

Det samme Indtryk giver Floraen fra Nordtysklands miocæne Brunkullag. Der forekommer Rester af en Mængde stedsegrønne Løvtræer,

men desuden enkelte Viftepalmer, Sagopalmer og visse Arter af Figentræ og Akacie, der nu kun findes i Egne med meget varmt Klima.

Ligesom i Dyreverdenen fandtes i Planteverdenen i de mellemeuropæiske Miocænlag en mærkelig righoldig Samling af Typer og Arter, som nu lever spredt og adskilt over store Strækninger. Blandt de miocæne Plantearter fra Mellemeuropa finder man saaledes Former, hvis nærmeste Slægtninger eller nærmest tilsvarende Typer nu maa søges dels i Lilleasien, i Persien, China, Japan og den sydlige Del af Nordamerika.

Menneskets Optræden i Miocæntiden.

En meget karakteristisk Forskel mellem Mennesker og selv den Menneskerne nærmest staaende Dyreart er utvivlsomt Menneskets Evne til at gøre Brug af Redskaber som Værktøj og Vaaben. Blandt saadanne har Ægredskaber af Sten hyppigst af Flint med tilfældig tilstedeværende eller med Forsæt tildannet Æg indtaget om end næppe den allertidligste, saa dog en meget tidlig Plads i alle Menneskestammers Tilværelse. Enhver Sten, der har været benyttet, kommer til for det kyndige Øje at bære Mærker af Brugen eller af Tildannelsen, men har Brugen kun været kortvarig eller Tildannelsen ufuldstændig og flygtig, kan Mærkerne ofte være tvivlsomme og vanskelige at tyde med Sikkerhed. Adskillige højtbegavede Dyr, saasom Aber og Elefanter m. fl., kan vel læres til at bruge Redskaber, men man kender ingen Dyreform, der under naturlige Forhold har fundet paa at tildanne og benytte Flint til Redskaber. Man maa derfor være berettiget til, naar man i Naturen finder Sten, der har Mærker af bestemt Brug eller viser Mærker efter Tildannelse, at fastslaa, at disse Slidmærker eller Tildannelsesmærker hidrører fra Menneskers Virksomhed. Vi kan derfor ikke forlade Omtalen af Forholdene i Miocæntiden uden kort at berøre de forskellige Fund af Stenbrudstykker fra miocæne Lag, der af Mennesker formentlig har været benyttet og tildels forarbejdet til Redskaber.

Den berømte franske Arkæolog *G. de Mortillet* (1821—1898) har allerede for mange Aar siden givet Navnet Eoliter til visse formentlig af Mennesker bearbejdede Stenbrudstykker fra meget gammel Tid. Navnet er optaget igen af senere Forskere, og nu bruges Eoliter fortrinsvis om de i miocæne Lag fundne Flintfliser og Flintstykker, der efter nogles Mening er tilhugget af Mennesker altsaa er Kunstprodukter, efter andres Mening derimod Naturprodukter, fremkommet ved Sol- eller Frostsprængning af Flinten eller paa anden af Naturkræfterne foraarsaget Vis. Vanskeligheden ligger i, at det i mange Tilfælde er ganske umuligt, selv for den kyndigste Forsker at afgøre, hvad der er et Kunstprodukt, og hvad der er et Naturprodukt, naar det drejer sig om en afsprængt Flintflis uden tilstræbt Bearbejdelse. Selv den Slagkegle, der fremkommer ved Slag paa en Flintblok, er ikke i ethvert Tilfælde virkelig Bevis paa, at Slaget er frembragt af en Slagsten eller Slagstok (Hjortetak) i et Menneskes Haand. Der kan ad rent naturlig Vej frembringes Flintfliser med Slagmærker, fx. ved at en Flintblok ruller ned ad en Skraaning og tørner mod en anden Sten o. s. v., og næppe nogen vil være i Stand til at gøre Forskel mellem saadanne enten paa den ene eller anden Maade afslagne Flintfliser.

Saadanne formentlige Stenalderfund som Eoliterne, hvor Beskaffenheden af

selve „Redskabet", der findes, kun spiller en underordnet Rolle, men Fundforholdene og den nøjagtige Undersøgelse af de Lag, hvori Stenfliserne findes, er af overvejende Vigtighed, maa siges i lige høj Grad at høre ind under Geologiens og den forhistoriske Arkæologis Omraade. Disse Fund fra miocæne Lag har derfor ogsaa som alle Grænselande været meget omstridt og har i de sidste 40 Aar været Genstand for de bitreste Meningsudvekslinger indenfor de Lærdes Kreds. Nogle Geologer og Arkæologer har anset Fundene for sikre Beviser paa Menneskers Tilstedeværelse i Miocæntiden og endog udtalt sig om disse Menneskers Kulturstandpunkt, om, hvorvidt de havde Sprogets Gave m. m. Andre Forskere har dels benægtet, at de fundne Stenstykker var Kunstprodukter, eller naar Stenstykkernes Karakter af Kunstprodukter ikke lod sig benægte, har man benægtet, at Stenfliserne overhovedet var fundet i miocæne Lag. Eolitfornægterne har sikkert i adskillige Tilfælde Ret, da Stenflisernes Art oftest er meget tvivlsom og Undersøgelserne af, i hvilke Lag de er fundne, næppe altid har været drevet med tilbørlig Omhu og kritisk Sans. Paa den anden Side er der af de Eolittroende og af rent neutrale Forskere efterhaanden fremdraget saa mange Fund paa saa mange forskellige Steder, at det dog er sandsynligt, at nogle af Fundene virkelig har Beviskraft. Nogle af de mest bekendte Fund af Eoliter fra miocæne Lag er følgende:

I Tredserne i forrige Aarhundrede indsamlede Abbed *Bourgeois*, som var Rektor for den lærde Skole i Pontlevy i utvivlsomt miocæn Ferskvandskalk ved Thenay S. f. Orleans en Mængde spidse og skarpkantede Flintfliser, som efter hans Mening bar Spor af at være frembragt og benyttet af Mennesker. Bourgeois fremlagde sine Fund ved Antropolog- og Arkæologkongressen i Paris i 1867, men næsten alle stillede sig afvisende overfor Bourgeois og vilde ikke anerkende hans Flintstykker som virkelige „Oldsager" eller for overhovedet at være Kunstprodukter.

I 1880 fremviste *C. Ribeiro* ved en Kongres i Lissabon en Del Flintstykker, som i høj Grad saa ud til at være bearbejdet, og som angaves at være fundet i øvre miocæne Lag ved Otta i Tajo's Floddal sammen med Knogler af den tretaaede Hest og andre miocæne Dyr. Kongresdeltagerne gjorde en Ekskursion til Findestedet, og der blev fundet flere utvivlsomt af Mennesker bearbejdede Flintstykker, men Anskuelserne om, hvorvidt disse Kunstprodukter stammede fra de miocæne Lag, var meget divergerende.

I 1877 fandt Dr. *Rames* paa flere Steder ved Aurillac i Departementet Cantal i Frankrig en Mængde formentlig bearbejdet Flintstykker sammen med Knogler af Dinotherium, Mastodont, miocæne Heste- og Næsehornarter og andre miocæne Dyr. De samme Forekomster er senere i 1903 undersøgt af Professor *H. Klaatsch* fra Heidelberg og i 1905 af Professor *M. Verworn* fra Göttingen. Efter disse Mænds Angivelser findes der i utvivlsomt uforstyrrede miocæne Lag mellem mange Knogler af typiske miocæne Dyr (Dinotherium, tretaaet Hest m. fl.) i Omegnen af Aurillac en stor Mængde Flintstykker, som utvivlsomt bærer Mærker af at have været brugt som Ægværktøj og at være blevet tildannet i bestemt Øjemed. Man mener endog mellem de forskellige Stenstykker at kunne skælne mellem Former af bestemte Typer, som man tilskriver forskellig Anvendelse som Knive, Skrabere, Hakkeblade o. s. v., hvad der dog vistnok maa henføres under de rene Gisninger.

Andre Steder i Frankrig, England og Birma har man fundet lignende Eoliter i miocæne Lag, og i udstrakt Maalestok er der gjort Eolitfund af den belgiske

Forsker *A. Rutot* ved Mons i Belgien, som det synes dog i Lag fra langt yngre Tid end Miocæntiden.

Det bør dog ikke skjules, at mange ansete Arkæologer endnu stiller sig meget tvivlende overfor Eolitfundene, og navnlig ikke vil erkende Eoliterne for at være af Mennesker forarbejdede eller benyttede Redskaber. Herom vil der næppe kunne faas Enighed, før et heldigt Tilfælde lader Forskeren finde Menneskeknogler i de eolitførende Lag, men dette er endnu ikke sket paa noget eneste af Findestederne.

Imod Eoliternes Oprindelse fra Menneskehaand er der fra visse Sider endog fra en saa anset Forsker som den franske Geolog *A. de Lapparent**) blevet anført, at den formodede Tilsynekomst af Mennesker allerede i miocæn Tid vilde være en høj Grad af Utidighed, „en Anakronisme". Men herimod maa anføres, at Miocæntiden med sit herlige Klima og de noget nær paradisiske Forhold med Hensyn til Dyre- og Planteverdenens rige Udvikling netop maa synes særlig egnet til at hæve den særlige Gren af de antropomorfe Former, hvorfra Mennesket er udgaaet, op til Menneskestade. Dertil kommer den Omstændighed, at de ubestridelige Spor, der træffes af Mennesker i det efter Tertiærtiden umiddelbart følgende Tidsafsnit viser, at Menneskene paa dette Tidspunkt allerede havde undergaaet en saa betydelig aandelig Udvikling, at der nødvendigvis maa forudsættes en Oprindelse i en langt forudgaaende Tid.

Pliocæn. Den allerede i Miocæntiden stærkt fremskredne Hævning af Landstrækningerne omkring Vesterhavet og Østersøen fortsattes i det følgende Tidsafsnit, Pliocæntiden, saa at der nu kun er smaa havdækkede Rester af de tidligere store Havarme tilbage i det sydostlige England, i Holland og de tilgrænsende Dele af Nordtyskland. I Sydeuropa har Havet derimod i visse Perioder af Pliocæntiden haft en betydelig Udstrækning, saa at der gennem Rhonedalen gik en Fjordarm langt op i Frankrig, samtidig med at Italien var nedsænket under Havfladen, saa at kun de højeste Dele af Apenninerne var oven Vande. Sicilien var dybt nedsænket i det pliocæne Middelhav, men blev i Løbet af Pliocæntiden hævet op, samtidig med at Ætna skød tilvejrs. Man har derfor ogsaa i Italien og paa Sicilien marine pliocæne Lag af over 1000 M. Mægtighed.

I Fig. 216 er efter *A. de Lapparent's* Udkast givet en Kaartskitse over Fordelingen af Hav og Land i Begyndelsen af Pliocæntiden. Det store Indhav, der i Oligocæn- og tildels i Miocæntiden strakte sig over Østrig-Ungarn og Sortehavet Øst paa, er nu omtrent forvandlet til Saltsumpe, en Forandring, der, som omtalt (Side 349-50), allerede var begyndt

*) *A. de Lapparent* slutter sig til en tidligere Udtalelse af Englænderen *Boyd-Dawkins*.

i Miocæntiden. Det sorte Hav, det kaspiske Hav og Aralsøen er at anse som Rester af dette Indhav, som til Tider har været et stort sammenhængende Hav, til andre Tider Saltsøer adskilt ved Saltsumpe og Saltstepper.

Nordamerikas geografiske Omrids i Pliocæntiden var ligeledes i

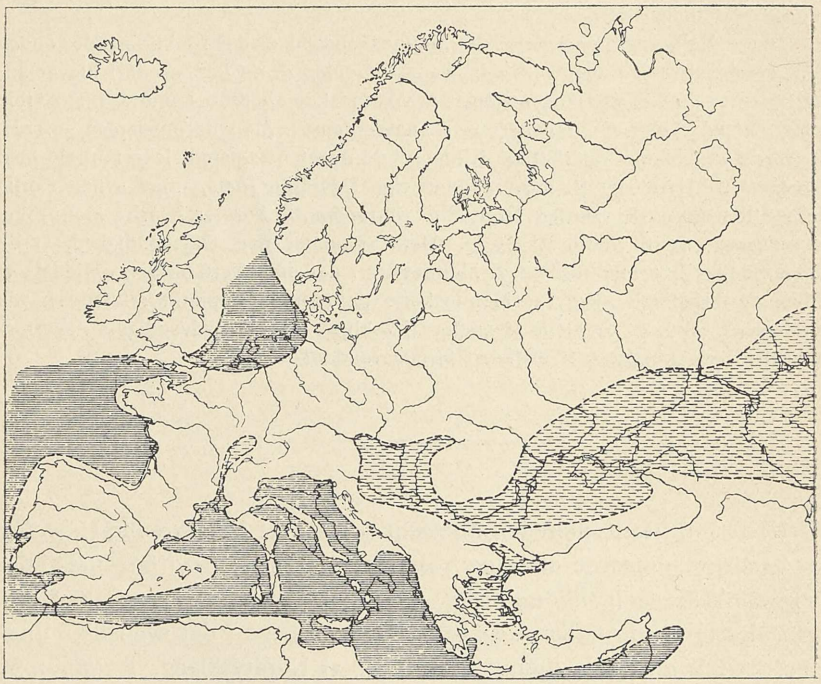


Fig. 216. Fordelingen af Hav og Land i Pliocæntidens Begyndelse. De med punkterede Linjer betegnede Strækninger var tildels dækket med Saltsøer eller Saltsumpe. De med fuldt optrukne Linjer betegnede Strækninger var dækket af Havet (efter A. de Lapparent).

Hovedsagen det samme som nutildags. Pliocæne marine Dannelser findes navnlig langs Kysterne af den mexikanske Havbugt op i Mississippi's Floddal og langs Vestkysten, medens der inde i Landet mange Steder findes pliocæne Lag opstaaet i Ferskvandssøer eller Saltsøer. Langs Vestkysten, hvor der er foregaaet en Hævning, viser de marine Lag sig at være af en meget betydelig Mægtighed. Saaledes findes paa Kysten af den californiske Halvø og nær San Francisco marine pliocæne Lag af en samlet Mægtighed af over 4000 M., hvad der giver en lille Forestilling om de geologiske Tidsrums umaadelige Længde, skønt man ellers vilde være tilbøjelig til at anse Pliocæn for en af de korteste Perioder indenfor Tertiærtiden.

I Sydamerika findes de meget udbredte Pampaslag *Terrain pampéen*, som dog delvis er dannet i yngre Tid. De udmærker sig ved at indeholde en særegen Pattedyrfauna af kæmpemæssige Dovendyr. Saaledes naaede det i Fig. 217 gengivne *Megatherium Cuvieri* en Længde af næsten 5 Meter. Der kendes flere Arter af nærstaaende Former, som har levet sammen med Mennesket i Sydamerika i Slutningen af Pliocæntiden. Desuden fandtes kæmpestore Skjolddyr bedækket med et Benpanser, flere Mastodontarter og store Rovdyr i Slægt med den ogsaa

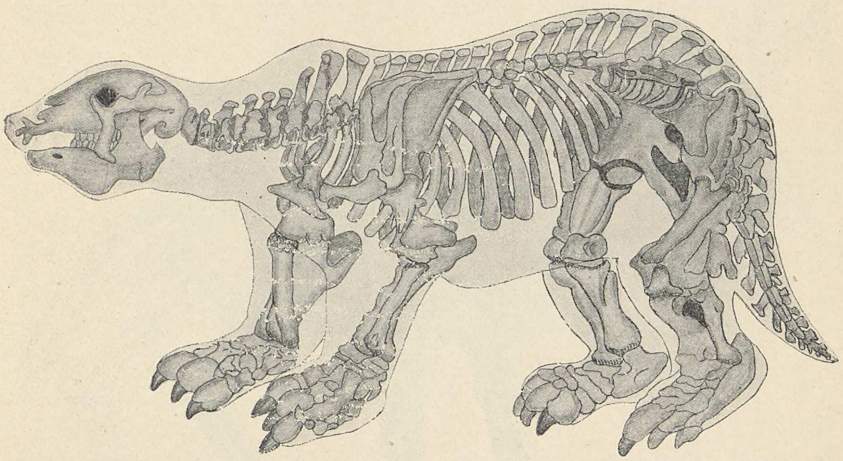


Fig. 217. Kæmpedovendyret *Megatherium Cuvieri* fra Sydamerikas Pampaslag. Skelettet indtegnet i det formodede Omrids.

fra Europa kendte store Katteart *Machairodus* (Fig. 220), der i Overkæben havde et Par langt udenfor Munden ragende Hjørnetænder.

I Indien findes ved Foden af Himalaya de mægtige *Siwalik*-Lag, der i Dannelsestid strækker sig fra Slutningen af Miocæntiden gennem Pliocæn helt ind i Kvartær. Lagene er c. 2000 Meter mægtige og bestaar af Konglomerater, Sandsten, Sand- og Mergellag og viser sig udelukkende at være Ferskvandsaflejringer, i Hovedsagen Aflejringer fra Floder, Foruden en Mængde Planterester og Skaller af Ferskvandsbløddyr findes Levninger af henimod hundrede forskellige Pattedyrarter, der frembyder megen Interesse. Der findes saaledes flere Overgangsformer *Stegodon* mellem Mastodonter og egentlige Elefanter, Dinotherier, Hjorte, Okse-arter, Antiloper og det elefantstore *Sivatherium giganteum* (foruden andre nærstaaende Arter), der i sit Ydre antagelig har lignet et Elsdyr (Fig. 218), men regnes nærmere i Familie med Giraffer og Antiloper. Desuden Næsehorn, Flodheste, forskellige Hesteformer, Svinearter, Gnavere, adskillige Rovdyr af de fleste nulevende Familier, men i uddøde Arter,

samt Aber, deriblandt mindre og større Former af Menneskeaber, saaledes *Palaeopithecus sivalensis* beslægtet med Chimpanserne. Desuden store Fugle af Strudsfamilien og Krybdyr, hvoriblandt en Skildpadde *Colossochelys atlas* paa 4 M. Længde.

Omtrentlig de samme Dyreformer som i Siwaliklagene i Indien (dog med Undtagelse af Sivatherium) kan man finde i Europas pliocæne Lag. Spredte Fund er gjort mange Steder i Ferskvandslag og Flodaflej-

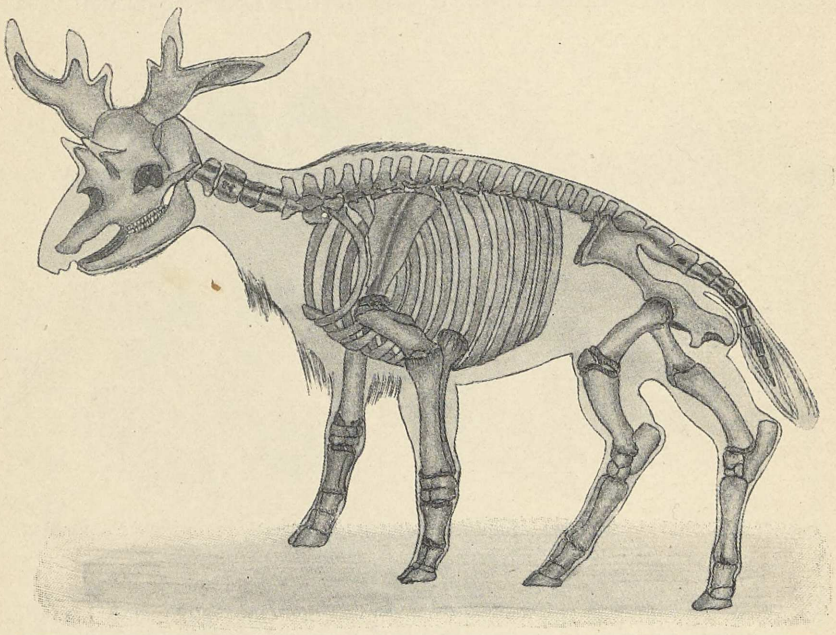


Fig. 218. *Sivatherium giganteum.* Indiens pliocæne Lag.

ringer i Frankrig, Tyskland og Donaulandene, men et særlig rigt Findested for pliocæne Knogler haves ved Pikermi i Attika i Grækenland. Lagene blev fra 1855—60 gjort til Genstand for en omhyggelig Undersøgelse af den franske Palæontolog *Albert Gaudry* og senere er Lagene blevet undersøgt af adskillige andre Forskere. Aflejringerne maa antages at stamme fra Floder og bestaar af afvekslende Lag af rødt Ler og Konglomerater af adskillige Meters Tykkelse, men Knoglerne forekommer fortrinsvis i et enkelt Lag paa 1 M. Tykkelse. Knoglerne forekommer her tæt sammenpakket, dog findes de enkelte Skeletdele kun yderst sjældent samlet, men er spredt og blandet ind mellem andre Dyrs Knogler. Mange Knogler mangler Ledenderne og synes at være knust. Man antager, at det er Resultaterne af Rovdyrs Virksomhed i den pliocæne Tid, men der er dog ogsaa fremsat Formodninger om, at Pikermilagene

i alt Fald tildels skulde skyldes Menneskers Virksomhed, hvad der dog benægtes af andre. Den massevise Sammenhobning af Knogler i Lag, der er afsat i eller langs Bredderne af Floder ved Pikermi, har man sammenlignet med de af *Ch. Darwin* i hans Rejsebeskrivelse fra Pampas omtalte store Dynger af Dyrelig, der kan fremkomme, naar der indtræder Tørkeperioder. De af Sult og Tørst helt udmattede Kvæghjorder omkommer i tusindvis ved Vandstederne ved at trædes ned af nye fremstormende Skarer[19]). Der kan bevislig paa denne Maade opstaa store Knoglelag af mange forskellige Dyr, men iøvrigt synes Forholdene ved Pikermi ikke at have mange Lighedspunkter med Knoglelagene i Buenos Ayres, særlig hvad Opbevaringstilstanden angaar*).

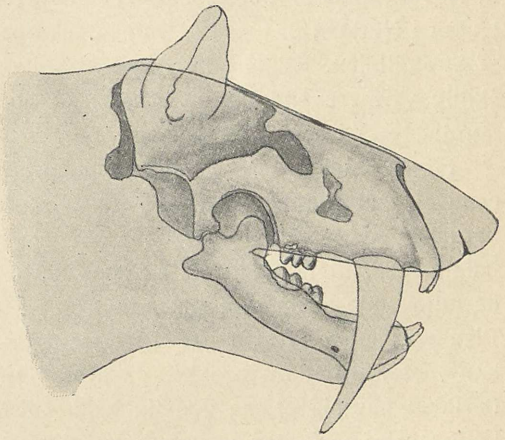


Fig. 219. *Machairodus*, Sabelkatten. Indtegnet i det formodede Omrids (tildels efter Knight).

I Pikermilagene findes *Machairodus cultridens*, Sabelkatten (Fig. 219) omtrent af en Løves Størrelse og andre Arter af samme Slægt, som findes udbredt i pliocæne Lag over Europa, Nordafrika, Asien, Nord- og Sydamerika**). Desuden findes Rovdyr saasom Hunde, Hyæner og flere Mellemformer, Maararter, Stankdyr og Desmerdyr. Blandt de mange planteædende Dyr findes saa gamle Bekendte som *Dinotherium* og *Mastodon*, flere Arter Næsehorn, Flodheste og en Gumler *Ancylotherium*, der var lige saa stor som et Næsehorn; endvidere Giraffer og et *Helladotherium* omtrent af Girafstørrelse, men i Benbygning en Mellemform mellem Giraf og Antilope. Desuden Overgangsformer mellem Ged og Antilope og tre Antilopearter, der har staaet nær henholdsvis ved de nulevende Gazeller, „Elsdyrantiloper“ og „Koanti-

*) Pikermilagene burde undersøges af Forskere, der var fortrolige med Knoglernes Bevaringstilstand i danske Køkkenmøddinger, da deres Bevaringstilstand og Lejringsforhold i alt Fald efter nogle af Beskrivelserne kommer de danske Køkkenmøddinger meget nær, selv om de er fra meget ældre Tid, og Dyrene er helt andre Arter end de danske Krondyr, Vildsvin o. s. v.

**) Som Fig. 219 viser, havde Sabelkatten i Overkæben et Par vældige Hjørnetænder, der ragede langt udenfor Munden. De var spidse, meget ejendommelig fladtrykt og tilskærpet som en Kniv eller Sabel paa den bagud vendende Kant, der ofte tillige var fint savtakket.

loper". Forskellige Hesteformer og en stor Svineart *Sus erymanthius*' samt Gnavere nærstaaende ved de nulevende Hulepindsvin. Af Fugle er bl. a. fundet Traner, Fasaner og en Hønseart lignende Tamhønsene, men noget mindre. Desuden Varslere og Skildpadder samt en Mængde Skaller af Ferskvandsbløddyr.

Hvorledes nu end disse store Mængder af Knogler er blevet aflejret i Pikermilagene, viser dog Tilstedeværelsen af de mange store græsædende Dyr, at der til det bjergrige Grækenland i Pliocæntiden maa have været knyttet store græsdækkede Sletter, som nu er overdækket af Havet. Man er her indenfor et stærkt vulkansk Omraade, hvor der endnu i Nutiden er megen Uro i Jordskorpen med idelige Forskydninger af Strandlinjen. Klimaet har, da Pikermilagene blev aflejret, været adskillig varmere end nu i Grækenland og mere lignet Klimaet i den nordligste Del af Afrika.

For Mellemeuropas Vedkommende viser Fauna og Flora i de pliocæne Lag, at Klimaet ogsaa i Begyndelsen af Pliocæntiden var betydelig varmere end senere hen, men endnu ved denne Periodes Slutning fandtes Elefanter, Flodheste og Næsehorn, som var nær beslægtet med de nulevende afrikanske Arter højt op i Europa, skønt man baade paa Planteverdenen og især paa Skaldyrenes Art i de marine pliocæne Lag kan spore, at det nu trækker op til den Klimatforandring, som i Kvartærtiden gav sig et saa dødelig koldt Udslag. Denne Klimatforandring kommer bl. a. Steder tilsyne i de engelske marine Lag, de saakaldte Cragdannelser*). Den engelske Palæontolog *Prestwick* har gjort en Optælling af Skaldyrenes Art i Cragdannelserne og har skelnet mellem nordlige og sydlige Arter. I det underste Lag *White Crag* fandtes 5,0 % nordlige Arter, i det næste Lag *Red Crag* fandtes 10,7 % og i det øverste Lag *Norwich Crag* var Mængden af nordlige Arter vokset op til 14,6 %. Langt de fleste baade „nordlige" og „sydlige" Arter er identiske med nulevende Arter, som nu findes dels Nord paa omkring Island, dels Syd paa omkring Madeira, saa at man med Sikkerhed tør antage, at man i disse Arters relative Mængde har en ret paalidelig Temperaturviser.

Menneskets Optræden i Pliocæntiden. Der kendes ingen menneskelige Skeletdele fra sikre pliocæne Lag i hvert Fald i Europa**), og man mangler

*) Crag er afledet af det keltiske *creggan*, som betyder en Muslingeskal.

**) Fra Californien berettes om Fund af Menneskeben og Potteskaar i pliocæne Lag, men det er sandsynligt, at disse Rester ikke er samtidig med Lagets Aflejring, men langt senere er kommet ned i Laget. Fra den sydamerikanske Pampasformation haves derimod sikre Fund af Menneskeknogler sammen med Knoglerne af de store Kæmpedovendyr m. fl., men her er Aldersbestemmelsen af Lagene ingenlunde sikker. De kan være pliocæne, men de kan ogsaa være af betydelig yngre Alder.

altsaa haandgribelige Beviser paa, at der levede Mennesker i Pliocæntiden. Imidlertid er der af *Laville* i de øvre pliocæne Lag i Eure's Floddal i Nordfrankrig fundet en Mængde skarpkantede Flintfliser og Flintstykker, som meget vel kan have været brugt, og som angives at have Mærker af Brug, og tildels at være tildannet til bestemte Redskaber. Stenstykkerne fandtes sammen med Knogler af *Elephas meridionalis*, en Elefantart nærstaaende ved den nulevende afrikanske Elefant, men antagelig noget større af Legemsbygning. Denne Elefantart er typisk for øvre pliocæne og lidt yngre plejstocæne Lag. I endnu langt større Maalestok er der af den tidligere nævnte belgiske Eolitforsker *A. Rutot* ved Reutél i Lysflodens Dal i Flandern og paa Sletterne ved Mons Syd for Bryssel fundet formentlig tilhuggede Flintfliser og „Kærner", Stykker, hvoraf saadanne Fliser er afhugget. Man har endog givet hele den Kulturperiode, hvorom disse Stenredskaber skal bære Vidne, et særskilt Navn: *Reutélien*. Fantasifulde Skribenter har fremsat fuldstændige Beskrivelser af, hvorledes Menneskenes Udseende og Sjælsevner var i Reutélienperioden, og en fremragende Kunstner har endog malet en stor Portrætgruppe af en Familie omtrent fra denne Tidsalder. Portrætterne ligner sikkert Originalerne udmærket, og ingen kan modsige Reutélienfamiliens Memoireskriver, men Grundlaget, hvorpaa det hele hviler, bliver dog anfægtet af flere. Der er mod Fundene af Stensager fra Reutélienperioden gjort en ganske lignende Kritik gældende som mod Eolitfundene fra Miocæntiden (se Side 353), og flere ansete Arkæologer betragter de foregivne pliocæne Stenaldersfund med megen Skepsis. Man maa derfor henvise til fremtidige Fund for at vinde fuld Klarhed og Enighed blandt de forskellige Forskere. Fra Geologiens Side maa det dog hævdes, at der ikke alene kan, men næsten nødvendigvis maa have levet en primitiv Menneskerace i Pliocæntiden, selv om der endnu ikke i pliocæne Lag er fundet Skeletdele, der med Sikkerhed kan henføres til saadanne tidlige Stamformer.

Endnu er i denne Sammenhæng at omtale et mærkeligt Fund af forskellige Knogler fra Java. I Nærheden af den nuværende *Bengawan*-Flod N. f. Soerabaja paa Java fandt et stærkt vulkansk Udbrud Sted i Pliocæntiden. Ved Askefaldet blev der dræbt en Mængde Pattedyr, hvis Lig sammen med Askemasserne skylledes ned i en Lavning ved Flodbredden et Sted, der nu bærer Navnet *Trinil*. Bengawanfloden har i det lange Tidsrum, der er gaaet, siden det vulkanske Udbrud fandt Sted i Pliocæntiden, skaaret sig ned gennem de aflejrede Masser, og Knoglelaget ligger nu et Stykke oppe i Flodbrinken. En i den hollandske Regerings Tjeneste værende fransk Læge *Eug. Dubois*, der interesserede sig for Geologi, lod i 1891 anstille Udgravninger i Knoglelaget ved Bengawanfloden. Han fandt her Knoglerne af en Mængde store pliocæne Pattedyr, saasom Elefant- og Næsehornarter m. fl. Mellem disse Knogler fandt Dubois en Hjerneskal, en Kindtand og et Laarben, som han antog hørte til samme Individ. Hvorvidt dette Væsen, som Dubois gav Navnet *Pithecanthropus erectus* eller det oprejstgaaende Abemenneske, er et tidligt Sideskud paa den Stamme, hvorfra baade Mennesker og de menneskelignende Aber nedstammer, eller det er selve Stamformen, er endnu ikke afgjort, der synes at være flest Stemmer for den første Antagelse.

Kvartærformationen.

I Indledningen til Beskrivelsen af det kænozoiske Tidsrum (Side 323) er allerede hentydet til den store Forandring i Klimatforholdene, som opstod i Kvartærperioden. Medens der som omtalt i den største Del af Tertiærperioden i Europa og Nordamerika havde hersket et i Begyndelsen helt tropisk, senere hen et varmt tempereret Klima, indtraf i Kvartærperioden en Istid, under hvilken Nordeuropa og Nordamerika blev dækket af en uhyre Landis, hvorved alt levende blev udryddet indenfor det isdækkede Omraade, og hvorved der i Nærheden af dette Omraade, fx. i Frankrig, kom til at herske arktiske Klimatforhold med arktisk Plante- og Dyreliv. Denne uhyre indgribende Forandring maa dog antages at have gaaet for sig ganske gradvis i Løbet af mange Aartusinder, saa at Plante- og Dyrelivet fik Lejlighed til langsomt at omformes, dels ved, at Arterne omdannedes og blev i Stand til at taale Kulden og de forandrede Livsbetingelser, dels ved, at de Arter, der ikke var saa plastiske, at de kunde udføre denne Omformning, uddøde eller udvandrede Syd paa, og gav Plads for andre mere haardføre Arter, der kom vandrende ind fra Egne med koldere Klima som Forløbere for Isen. Der vil i det følgende blive givet Eksempler paa disse Omskiftninger i Plante- og Dyrelivet. Undersøgelserne herover frembyder dog forskellige Vanskeligheder navnlig med Hensyn til Tidsbestemmelsen af de Lag, hvori der findes Plante- og Dyrelevninger. Dette beror for en Del paa, at Klimatforholdene ved Istidens Slutning maa antages at have været meget nær de samme som ved Istidens Begyndelse, saa at det ikke altid er muligt at afgøre et Lags geologiske Alder efter dets Indhold af Dyre- eller Plantelevninger. Finder man saaledes et Jordlag, der indeholder Levninger af saa typisk arktiske Former som fx. Polarpil og Moskusokse, kan Laget lige saa godt være dannet umiddelbart før Istiden, altsaa præglacialt, som efter Istiden, altsaa være postglacialt, ikke at tale om, at Laget ogsaa kan være interglacialt, dannet i et eller andet Tidsrum (indenfor Istiden), hvor Isen for en kort Tid havde trukket sig tilbage. I alle disse Tilfælde kan man altsaa ikke benytte Dyre- eller Plantelevningerne til at fastslaa paagældende Lags geologiske Alder, men man maa særligt tage Hensyn til Lejringsforholdene. Studiet af Lejringsforholdene i Glacialdannelserne frembyder dog ofte betydelige Vanskeligheder, da Lagene under Isbevægelsen kan være bragt ud af Leje, sammenskudt og forflyttet paa mangehaande kompliceret Maade.

Kvartærperioden lader sig paa naturlig Maade dele i tre Afsnit, hvoraf Tiden før Istiden er det første, Istiden det andet, og Tiden efter Istiden det tredie og sidste Tidsrum, der strækker sig helt ned i Nutiden.

Den præglaciale Tid, der gik forud for Istiden, kaldes ogsaa *Plejstocæn**). Allerede i de engelske pliocæne Craglag kunde man, som omtalt Side 360, spore en betydelig Temperaturaftagning, efterhaanden som Pliocæntiden skred frem, saa at Skaldyrene ved Englands Kyst fik et mere og mere nordligt Præg. Dette gælder til en vis Grad ogsaa om Landjordens Fauna, men endnu fandtes der dog et Stykke ind i den plejstocæne Tid en mærkelig Blanding af forskellige Dyreformer, dels med sydligt, dels med nordligt Præg. Flere Steder i Tyskland og Frankrig kender man Lag fra plejstocæn Tid, der viser disse Forhold, men særligt i England langs Kysten af Norfolk findes der meget interessante Dannelser fra denne Tid. Her findes over milelange Strækninger ovenpaa de pliocæne Craglag en Række Aflejringer, der i Reglen kun er faa Meter, men sine Steder naar op til 25 M. Tykkelse. De kaldes Cromer Skovlagene *(the forest beds of Cromer***). Der findes blandt dem Lag med marine Skaller, men desuden Laguneaflejringer og Ferskvandslag, saasom Dynd og Tørvelag med en Mængde Grene, Stammer, Træstubbe, Rødder, Gran- og Fyrrekogler, Frø, Mos og andre Levninger af Land- og Vandplanter. Man kender fra Cromerlagene Eg, Birk, El, Hassel, Slaaen, Hvidtjørn, Gran, „skotsk Fyr", Vandplanter som hvid og gul Aakande, Bukkeblad, Hornblad *(Ceratophyllum)* m. fl. Herimellem findes Skaller af Ferskvandsbløddyr saasom *Unio, Paludina, Planorbis, Limnaea*, som endnu lever i England, men ogsaa sydlige Former og helt uddøde Arter. Et Par Krybdyrarter og henimod en Snes Fuglearter kendes ogsaa, men navnlig Pattedyrene frembyder Interesse. Af de almindelige nulevende Arter haves af Rovdyr: Ulv, Ræv, Skovmaar, Jærv, men desuden Hulehyæne***), Hulebjørn og *Ursus ferox fossilis*, som af nogle anses for at staa den store amerikanske Graabjørn meget nær. Ligeledes fandtes nogle store panteragtige Kattearter og endog den fra Pliocæn kendte Sabelkat (Fig. 219, Side 350). Af Hjorte fandtes henimod en halv Snes nu uddøde Arter, hvoriblandt den senere beskrevne *Megaceros* eller Kæmpehjort, men ogsaa Raadyr og Kronhjort af samme Arter som de nulevende. Det samme gælder Vildsvin, Spidsmus, Muldvarp, Pindsvin, Egern, Skovmus, Markmus, Vandrotte, Bæver,

*) Plejstocæn = mest ny brugtes navnlig tidligere som Betegnelse for hele Kvartærperioden, men har efterhaanden faaet den snævrere — og rigtigere — Begrænsning, saa at det nu af de fleste Geologer kun benyttes til at betegne Kvartærperiodens første Afsnit.

**) Disse Lag regnes af nogle Geologer for pliocæne, af andre for plejstocæne.

***) Hulehyænen anses af nogle Zoologer for en uddød selvstændig Art, medens andre anser den for identisk med den nulevende *Hyaena crocuta*, den plettede Hyæne.

men tillige fandtes en nu uddød stor Bæverart *Trogontherium Cuvieri*, som har haft en vid Udbredelse og bl. a. Steder ogsaa er fundet i plejstocæne Lag ved det azowske Hav. I Cromerlagene findes yderligere to Arter af Vildhest samt Uroksen. Det hele giver os et Billede af rig Fauna fra et Græs- og Skovland under nordlige Bredder, der i sin Karakter ikke var meget forskellig fra det faunistiske Billede, England frembød i Oldtiden ved Romernes Indtrængen i Landet.

Men foruden de anførte Dyr fandtes store Tykhude saasom *Elephas antiquus, Elephas meridionalis* og en Elefant til, der har staaet den lidt senere optrædende Mammut nær. Yderligere Flodhest og to Arter Næsehorn, hvoraf den ene er en mere sydlig Form, den anden menes at staa det sammen med Mammuten optrædende lodne Næsehorn nær.

Man ser altsaa, at i det Afsnit af Plejstocæntiden, i hvilket Cromerlagene blev aflejret, har Plante- og Dyrelivet i England allerede afpasset sig til de koldere Klimatforhold. Men Landjordens Pattedyrfauna viser en temmelig broget Blanding af nordlige og sydlige Former, hvad der er let forklarligt, naar man erindrer, at England endnu i den plejstocæne Tid var landfast med Frankrig og det øvrige Europa og derigennem sandsynligvis ogsaa med Nordafrika, som Kaartskitsen Fig. 214, Side 350 viser. Forholdene i England har mindet om de nuværende Forhold i Dyrelivet i visse Egne af Sydsiberien, hvor Kongetiger og Polarræv endnu har samme Jagtdistrikter til forskellige Aarstider. Men langs Englands Havkyster færdedes saa nordiske Dyreformer som Finhval, Narhval, Hvidfisk, Hvalros og Grønlandssæl, sammen med tilsvarende lavere nordiske Dyreformer. Cromerlagene overdækkes af Lag, der bærer Vidnesbyrd om, at nu er der indtraadt en saa stærk Varmeforringelse, at Skovtræer ikke mere kan trives, men de nøjsomme arktiske krybende Pil og Dværgbirk har taget Skovens Plads, og Polarræv, Rensdyr og Moskusokse har afløst de nævnte Slette- og Skovdyr. Disse Lag med arktisk Flora og Fauna overlejres atter af rene Istidslag: Moræner med isskurede Sten.

Førend der gaas nærmere ind paa Enkelthederne angaaende Istiden, maa der dog dvæles lidt ved Istidsstudiernes historiske Side. Dette Afsnit af Geologiens Historie frembyder dels meget af Interesse i sig selv, dels viser det paa en lærerig Maade karakteristiske Træk af den nyere Naturvidenskabs Udviklingsgang. Men ser ret, hvorledes der maa kæmpes og arbejdes ad Forskningens Vej, medens „Arbejdshypotheserne“ svinger fra den ene Yderlighed til den anden, indtil Pendulet falder i Ro netop i Ligevægtsstillingen, naar Maalet: Sandhedens Erkendelse er naaet.

Istids-Studiernes historiske Udvikling[20]).

Det er tidligere blevet omtalt, hvorledes Grundlaget for den videnskabelige Geologi for de ældre Dannelsers Vedkommende blev lagt ved den af *A. G. Werner* opstillede geologiske Systematik, hvis ensidige „Neptunisme" modtog Korrektion og videregaaende Udvikling gennem *I. Hutton's* „plutoniske" Teorier, og hvorledes endelig *Ch. Lyell* gav den geologiske Videnskab fast Grund at staa paa ved at vise, hvorledes Studiet af Naturkræfternes Virken i Nutiden maa være Hovedrettesnoren ved Udredningen af Forholdene i de længst forsvundne geologiske Tidsrum. Medens der under fuld Benyttelse af de Lyell'ske Principer skete mægtige Fremskridt i Forstaaelsen af og i Kendskaben til de ældre Dannelser, varede det længe, inden man kom til Klarhed over de yngste Dannelser: de i Kvartærperioden dannede Jordlag. Man kan med fuld Ret sige, at Grunden hertil netop laa i, at man ved Undersøgelsen af disse Jordlag ikke fulgte de Lyell'ske Principer, men lod Fantasien raade i Stedet for at komme til Klarhed over, hvor og hvorledes der nu til Dags dannes Jordlag af samme Beskaffenhed som de kvartære Istidslag i Nord- og Mellemeuropa. Mærkelig nok laa Skylden herfor, som vi skal se, i fremtrædende Grad hos Lyell selv.

For Alpeomraadets Vedkommende, hvor man havde de nulevende Gletscheres Flytblokke og Moræner liggende som tydelige Vidnesbyrd om Isens Virkemaade, kom man først til et Resultat. For Nordeuropas Vedkommende varede det over 30 Aar længere, skønt *John Playfair*, der var Professor i Geologi i Edinburg, allerede 1802 havde fremsat en Anskuelse om, at de mange store Flytblokke, som findes spredt ud over Nord- og Mellemeuropa, nødvendigvis maatte være transporterede til deres nuværende Plads af tidligere tilstedeværende Gletschere, da Gletschere var de eneste Virkemidler, Naturen kunde anvende til at flytte rundt med saa store Masser, som mange af Flytblokkene var. Senere hen i 1816 viste Playfair yderligere, at i Alperne maa Gletscherne tidligere have haft en meget større Udbredelse end nu, da Brudstykker af Højalpernes Granit er flyttet langt op paa Jurabjergenes Skraaninger tværs over Genfersøen. Men Playfairs Angivelser vakte dog ikke synderlig Opmærksomhed hos Geologerne. Der maatte adskillige Aarrækkers Gletscherstudier i Alperne til, før Playfairs Anskuelser vandt Tilslutning. Ingeniøren *Venetz* viste dog 1821, hvorledes man rundt om i Alpedalene kunde paavise, at Gletscherne tidligere havde haft en større Udbredelse end nu, men de ledende Geologer vægrede sig endnu en Tidlang for at tillægge disse Vidnesbyrd nogen almengældende Betydning. Den berømte Alpeforsker *Charpentier* var en af de første, der sluttede sig til Teorien om Alpegletschernes tidligere større Udbredelse.

Han fortæller selv, hvorledes han allerede 1814 havde hørt saadanne Anskuelser fremsat af en gammel Praktiker paa Gletschervæsenets Omraade, Gemsejægeren Perraudin, der var Charpentier's „Fører" paa en Alpetur; men først en Snes Aar senere blev C. gennem en lang Række fortsatte Studier overbevist om, at der havde været en saadan Istid i Alperne. En Mængde Alpeforskere beskæftigede sig nu i den følgende Tid med dette Spørgsmaal.

Den mest bekendte Forfægter af Isteorien var *L. Agassiz*, der gik endnu langt videre end Charpentier, idet han i 1840 fremsatte Anskuelsen om, at omtrent hele Europa Nord fra til et Stykke ned i Italien havde været bedækket af uhyre Isbræer, der fra de højere liggende Partier havde ført det løse Materiale ud over Lavlandet og havde indridset Skurstriberne paa den faste Klippegrund. Agassiz gik herved aabenbart meget for vidt, da man langt fra i hele Europa kan paavise Sporene af en Istid; mange af Englands, Frankrigs og Tysklands Geologer sluttede sig derfor ikke til Agassiz's Teori, men hældede til forskellige Anskuelser, som imidlertid var blevet fremsat af andre, selv om disse Teorier ikke var mindre fantastiske eller mere vel begrundede end Agassiz's Isteori. Blandt de forskellige Forskere, der beskæftigede sig med Undersøgelser over de løse Jordlags Oprindelse, maa dog med Ære nævnes to Mænd, der ved omhyggelige Studier af Naturforholdene dels i Norge dels i Nordtyskland, længe før nogen af deres samtidige havde løst Spørgsmaalet om de løse Jordlags Oprindelse.

Den ene af disse var *Jens Esmark*, født 1763 i Hovlbjerg ved Grenaa. Efter at han grundigt havde uddannet sig i Bjergværksvidenskaben hos de bedste Lærere i Udlandet, virkede han i 40 Aar i Norge dels som Leder af Kongsberg Sølvværk, dels som Professor i Geologi ved det nyoprettede Universitet i Kristiania. Han var en udmærket Naturiagttager og havde Lejlighed til at paavise Gletschermærker og Moræner paa Steder (særlig i Lysefjorden), hvor der nu ikke findes Gletschere. Han kom derved (1824) til den Anskuelse, at der havde været en Istid, i hvilken Norges Gletschere havde haft en langt større Udstrækning end nu. Havet havde været et Ishav opfyldt af Drivis og Isbjerge. Med Hensyn til Tidspunktet for denne Istid begik Esmark, som allerede omtalt (Side 231), dog en Fejltagelse.

Den anden Mand var Tyskeren *A. Bernhardi*, Professor ved Forstakademiet i Dreissigacker (Sachsen-Meiningen), der 1832 søgte at vise, at de i det nordtyske Lavland i Mængde forekommende Blokke af nordisk Herkomst er Moræneblokke, der stammede fra en Tid, da Polens Isdække havde haft en langt større Udbredelse end nu.

Men der var ingen, der tog noget Hensyn til Esmarks eller Bern-

hardis Arbejder, og de gik ganske i Forglemmelse, indtil de $^3/_4$ Aarhundrede senere blev draget frem af Litteraturens Pulterkamre, efter at Istiden var blevet en Kendsgerning fastslaaet ved andre Forskeres Arbejder.

Agassiz's Anskuelser om hele Europas Nedisning vandt, som omtalt, for Nord- og Mellemeuropas Vedkommende ingen videre Tilhængere, og *Esmarks* og *Bernhardis* Arbejder blev der ikke taget noget Hensyn til, men to andre Hypotheser havde hver til sin Tid fanget Opmærksomheden.

Den dygtige svenske Kemiker og Geolog *N. G. Sefström* (1787—1845) havde Lejlighed til at iagttage og maale Skurstriberne paa Klippegrunden mange Steder i Sverrig og var ogsaa den første, der gjorde opmærksom paa Skurstriberne paa Kalkstenen ved Rüdersdorf ved Berlin*), der et halvt Aarhundrede senere kom til at spille en stor Rolle, som vist i det efterfølgende. Sefström fremkom i 1836 paany med en allerede tidligere af Franskmanden *Saussure* fremsat Teori om, at Nord-Europa var blevet overskyllet af en uhyre Vandflod, der fra Sverig og Norge havde væltet sig ud til alle Sider og skyllet Grus og Sten ud over Rusland, Mellem-Europa og det meste af England. Da denne *petridilauniske* Flod med ubeskrivelig Vælde førte Stenblokkene hen over Klippegrunden, frembragte den derved de regelmæssigt indridsede Skurstriber. Mange af Datidens mest indflydelsesrige Videnskabsmænd, saaledes *Leopold v. Buch*, *Alexander v. Humboldt* og deres talrige Tilhængere sluttede sig til Sefströms Teori om „den klippevæltende Flod".

Mage til Vandflod havde man dog aldrig set paa Jorden, den maatte have været af en rent ufattelig Voldsomhed for at kunne skylle Klippeblokke saa store som Huse fra Sverig langt ind i Rusland og ned i Tyskland. Hypothesen kunde derfor ikke blive staaende i Længden og blev afløst af en anden, som dog i adskillige Retninger var mere i Overensstemmelse med Naturkræfternes nuværende Virkemaade. Baade i England og Sverig havde man set, at der flere Steder fandtes marint Ler og Skaldyr opkastet af Bølgeslaget i fordums Dage. Leret og Skaldyngerne indeholdt Skaller af Muslinger, Snegle, Balaner og andre Havdyr, som nu lever under polare Forhold i det nordlige Ishav. De forskellige engelske og franske Ekspeditioner, som netop i den første Halvdel af forrige Aarhundrede havde besøgt de nordlige Have, havde gentagne Gange haft Lejlighed til at se Isbjergene og Isflagerne saa bedækket med Sten og Grus, at man i Begyndelsen antog dem for opdukkende Øer. Ved Isbjergenes Smeltning paa sydligere Bredder, maatte

*) Egentlig var det Forvalteren ved Kalkbruddet, der gennem den berømte Kemiker *G. Rose* gjorde Sefström opmærksom paa Skurstriberne.

Stenene og Gruset blive aflejret paa Havbunden, og som tidligere (Side 199) omtalt, er der ved New-Foundland opstaaet store undersøiske Banker ved Isbjergenes Transport og Aflæssen af løst Materiale paa disse Steder.

Disse forskellige Iagttagelser gav Anledning til, at *Charles Lyell* 1845 fremsatte sin Driftteori eller Drivisteori, som i omtrent 30 Aar blev den herskende, navnlig i England, Frankrig, Nordtyskland og ligeledes i Nordamerika. Efter Lyell's Driftteori havde hele den paa Kaartet Fig. 220 med hvidt betegnede Strækning af den nordlige Halvkugle været bedækket med et Ishav opfyldt af Isbjerge, der ved deres Smeltning havde aflejret de løse Jordlag. Skurstriberne paa Klippegrunden maatte man efter Lyell nærmest antage var blevet frembragt ved, at Isbjergene drevet af Vind og Strøm havde skuret hen over Klippebunden. Driftteorien havde haft flere Forløbere baade i Europa og Nordamerika*), men først ved Støtte af Lyell's mægtige Autoritet slog den igennem og blev den herskende. For saa vidt det drejede sig om de store løse Flytblokke: de *erratiske* Blokke, som fandtes spredt over store Strækninger af Europa og Nordamerika, kunde Lyell's Driftteori nok siges at have nogen Sandsynlighed for sig, da Isbjerge bevisligt kan flytte rundt med saa store Blokke, men naar det kom til Forklaringen af Skurstriberne, som overordentlig regelmæssig dækker Klippefladerne mange Steder i Skandinavien, maatte man blive meget betænkelig. Det viste sig ved nærmere Undersøgelse, at Skurstriberne i Hovedsagen peger ud ad fra Skandinaviens Højderyg, saa at Bevægelsen, der har frembragt dem, maa være udgaaet herfra ned gennem Dalene og udover Lavlandet. Paa Hundreder af Kilometer lange Strækninger har Skurstriberne samme Retning, uanset om man maalte dem højt oppe i Dalbunden eller tusinde Meter lavere nede ude i Dalens Munding. Det var grumme vanskelig at tænke sig, at en saa regelret Afhøvling over Bjerg og Dal var blevet frembragt af de for Vind og Vove regelløst frem- og tilbagedrivende Isbjerge. Nogen Støtte for denne Antagelse havde man dog i de grønlandske Isfjorde, hvor de kalvende Bræer i Fjordenes Indre frembringer en Strøm af Isbjerge og Kalvis, der søger ud gennem Fjorden. Men i endnu større Grad maatte der fremkomme Betænkeligheder ved Antagelse af Driftteorien, da man nærmere fik undersøgt de Jordlag, som dækker største Delen af de Omraader i Europa og Nordamerika, som ifølge Driftteorien skulde have været Havbund.

*) Finnen *Karl Frederik v. Wrede* (1794), Skotten *James Hall* (1834), Amerikaneren *Peter Dobson* (1826) m. fl. havde alle paa de angivne Tider udtalt sig i samme Retning som *Lyell* senere, men Lyell var den første, hvis Udtalelser slog igennem.

Jordlagene bestaar i Hovedsagen af en ganske regelløs Sammenblanding af store og smaa Sten, Grus, Sand og fint Ler. Bestanddelene af disse Jordlag er ikke i mindste Maade sorteret efter Størrelse eller Vægtfylde, saaledes som de nødvendigvis maatte være det, hvis de, som Driftteorien fordrer, var aflejret i Havet. Men Studiet af de løse Jordlag var, da Driftteorien blev fremsat, ikke nær saa langt fremme som nutildags, og de fleste Geologer udenfor Danmark og Skandinavien bøjede sig derfor uden Kritik for Lyells store Autoritet.

I Danmark, hvor netop Jordlagene fra Istiden frembyder megen Interesse, men maaske ogsaa nok giver de vanskeligste Opgaver at løse, blev Lyell's Driftteori egentlig aldrig antaget af de faa daværende Geologer. *J. G. Forchhammer*, der var nøje kendt med de danske Jordlag, saa, at vor almindeligste Jordart paa Øerne og i Østjylland Moræneleret — eller Rullestensleret, som han kaldte det, — ikke paa nogen Maade kunde anses for at være en Dannelse, som var opstaaet i Havet. Det var ganske usorteret og savnede Lagdeling, men til Forklaring af, hvorledes Moræneleret var opstaaet, udkastede Forchhammer en mærkelig Hypotese. Han antog, at Leret var dannet af Dyndvulkaner, der fra Dybet havde løsrevet de Stenblokke, som findes i Leret, og medført Sandet og Leret som en dyndagtig Masse. Forchhammer var sikkert herved paavirket af sine Undersøgelser over det islandske „Hverler", som findes i de kogende Dyndpøle paa Island, hvilket Ler ogsaa i andre Henseender ses at have frembudt Interesse for Forchhammers mangesidige Studier. Han var dog opmærksom paa, at adskillige af de Stenarter, der forekom som løse Blokke i Danmark, fandtes som faststaaende Fjeld i Norge og Sverig, og han iagttog ligeledes, at den faststaaende Kalkstens Overflade enkelte Steder i Sjælland var forsynet med Skurstriber. I andre Henseender, saaledes med Hensyn til Landets geografiske Udformning, var Forchhammer derimod nærmest en Tilhænger af Vandflods-Teorien.

Det er dog utvivlsomt, at en anden dansk Forsker, *Japetus Steenstrup*, allerede meget tidligt har haft en ganske anden Opfattelse af Forholdene end Forchhammer, en tydelig Opfattelse af, at der havde været en Istid her i Norden. Allerede i 1837 i sin Prisafhandling om Moserne, der vil blive omtalt under Danmarks Geologi, viser Steenstrup sig at være ganske klar paa, „at jo længere vi gaar tilbage i Tiden, desto raaere og koldere var Klimaet" og „I Begyndelsen af vor nuværende Jordperiode var en stor Del af Europa . . . skjult af et efterhaanden forsvundet og forsvindende Isdække."

Senere hen ved forskellige andre Lejligheder hentyder Steenstrup

til samme Forhold*), men uddyber dog ikke Spørgsmaalet yderligere. *F. Johnstrup*, der fra Forchhammers Død i 1865 til henimod Aarhundredets Udgang var den ledende Geolog i Danmark, ses allerede paa Naturforskermødet 1868 i Kristiania at være en erklæret Tilhænger af Isteorien og bidrog ikke lidt til at klare de glacialgeologiske Forhold i Danmark. Men saa stort et Hold havde den Lyellske Driftteori dog faaet over Sindene, at det selv for Johnstrup var vanskeligt ganske at slippe den fuldstændigt, de senere Geologers yngre baltiske Moræne var han saaledes mest tilbøjelig til at anse for en Ishavsaflejring ikke nogen egentlig Bundmoræne.

I Norge og Sverig var Forskerne dog langt tidligere end i Danmark blevet overbevist om, at der havde været en Istid. Den udmærkede norske Geolog *Th. Kjerulf* (1825—1888) viste sig allerede i Slutningen af Halvtredserne at være ganske klar paa, at Skandinavien havde været dækket af en Indlandsis, og Kjerulf bidrog i fortrinlig Grad ved sine egne og sine Medhjælperes Undersøgelser til at klare de glacialgeologiske Forhold i Norge.

I endnu højere Grad var Sverig Glacialstudiernes Arnested og kan fremvise en lang Række Forskere, der har indlagt sig berømte Navne paa disse Studiers Omraade. Sverig har saaledes fostret *Otto Torell* (1828—1900), der anvendte sin ved talrige Undersøgelser i Polarlandene og ved nutidige Isbræer hentede rige Erfaring til at klare Nordeuropas glacialgeologiske Forhold. Hovedresultaterne af sit Arbejde nedlagde han i sit i tre Afsnit udkomne Værk „Undersökningar öfver istiden" (I 1872, II 1873, III 1887, i Öfvers. af kgl. Vet. Akad. Förh.). De tyske Geologer var endnu langt ned i Tiden hildede i den Lyellske Driftteori, men trods al den Uvilje og Vantro Torell i Begyndelsen mødte, havde han Dristighed nok til paa Trods af næsten alle Landets egne Geologer paa et Møde i Berlin den 3. Nov. 1875 med Bestemthed at hævde, at Overfladen af Muslingkalken ved Rüdersdorf nær Berlin var afslebet og furet af en Nord**) fra kommende Gletscheris, som havde haft sit Udgangspunkt i Skandinavien, og at det tyske „Geschiebelehm": det stenede Ler var Bundmorænen, samme Landis havde afsat. De erratiske Blokke var Moræneblokke ligeledes transporteret Nord fra ned over det tyske Lavland af Landisen. Torells Anskuelser betragtedes straks som „det rene Vanvid", men i Løbet af faa Aar slog Stemningen om, og i 1880 fejredes han med store Æresbevisninger af det samme Selskab.

*) Fx. i 1851 hvor han omtaler et Fund af skurede Mammutknogler fra stenet Blaaler, der er lejret ovenpaa lagdelt Sand, hvad vi nu vilde kalde „yngre Moræne ovenpaa Diluvialsand."

**) Eller rettere N 55° O—S 55° V.

Nu rummer Tyskland en Mængde Glacialgeologer, der ved deres indgaaende og omhyggelige Arbejder har bidraget overmaade meget til Studiernes Fremgang. Blandt de afdøde bør mindes *W. Dames* (1843—1898), der tidligt sluttede sig til Torells Anskuelser og blev en ivrig og dygtig Forfægter af Glacialteorien, foruden at han som Palæontolog — saaledes ved Undersøgelse af Fuglen fra Solnhofen — vandt sig et anset Navn.

Alverdens Lande huser nu Glacialgeologer, og det lader sig ikke længere gøre at nævne Navne. Skulde noget enkelt Land fremhæves, som i særlig Grad nu er Istids-Studiernes Hjemland, maatte det blive Nordamerika.

Istiden. Hvorledes de geografiske Forhold i Europa var ved den kvartære Istids Begyndelse, er endnu ikke klarlagt i alle Detailler og



Fig. 220. Isdækkets Udbredelse paa den nordlige Halvkugle under Istidens Maksimumsperiode.

vil maaske vanskeligt nogensinde blive det for Nordeuropas Vedkommende, da Isen under sin Bevægelse har frembragt megen Forstyrrelse og Omvæltning af Lagene og sine Steder bortført hele Lagserier. Hertil kommer, at Vandspejlet omkring Englands og Skandinaviens Kyster sikkert staar betydelig højere nu for Tiden end før Istiden. Det gamle plejstocæne Kystland er derfor adskillige Steder dækket af Havet, hvad der vanskeliggør Efterforskningerne, selv om man kan lære adskilligt af Søkaartene og lejlighedsvis ogsaa erfare et og andet om Havbundens Beskaffenhed, fx. ved Skrabninger. Men Undersøgelserne vanskeliggøres yderligere ved, at der i Kvartærtiden har været flere snart positive, snart negative Forskydninger af Strandlinjen, og de senere Forskydninger har ofte meget udvisket de tidligeres Spor.

Det antages af mange Geologer, at Skotland i Plejstocæntiden mod Nord var landfast med Færøerne, Island og Grønland, samtidig med at England og Irland gik betydelig længere ud mod Vest i det mindste ud til 200 Meters Kurven. Paa tilsvarende Maade bredte Nordamerika sig Øst paa, og Labrador og Baffinsland maa antages at have været landfast forbundet med Grønland, saa at der mellem Europa og Nordamerika var fri Passage for Dyr og Planter, indtil Landisen kom og spærrede Vejen.

Denne Isbedækning havde en meget stor Udbredelse i Europa og Nordamerika, som angivet paa Kaartet Fig. 220. Hvorvidt Nordamerikas og Europas Isbedækninger dannede et sammenhængende Hele, som Kaartet viser, er dog endnu usikkert. De med hvidt betegnede Strækninger af Europa, Færøerne, Island, Grønland og Nordamerika har bevislig været dækket af Indlandsis, der fra forskellige „Nedisningscentrer" har bredt sig ud til Siderne. Den nordlige Del af Atlanterhavet har utvivlsomt samtidig været en stor Ismark i Lighed med Havstrækningen omkring Sydpolen nu til Dags.

Ogsaa udenfor Skandinavien har i Europa under Istiden alle større Bjergkæder og højere Bjerge været Nedisningscentrer, hvorfra Bræerne bredte sig ud over Lavlandet. Saaledes fra Ural, Kaukasus, Balkan, Alperne, Apenninerne og Pyrenæerne. Endogsaa paa Sardinien og Korsika har der været Isbræer. Lignende Forhold herskede i Nordamerika særlig i den østlige Del, hvor Indlandsisen skød sig ned til den 38. Breddegrad, medens den ved Vestkysten standsede mere end 1000 Kilometer nordligere.

I Asien var Himalayas Bjergknuder Centret for en stor Nedisning, og paa den sydlige Halvkugle fandtes store Bræomraader baade paa New-Zealand og i Patagonien.

Aarsagerne til Istiden.

Der har været gjort mange Forsøg paa at forklare Grunden til, at Jorden efter Tertiærtidens varme Klima i Kvartærtiden blev udsat for en saa mægtig Afkøling, men det kan ikke siges, at nogen enkelt af de mange fremsatte Hypoteser om den kvartære Istids Aarsager har vundet almindelig Tilslutning. Den kvartære Istid staar dog ikke mere som en enkelt isoleret Begivenhed, men som man vil vide, i Følge hvad der tidligere er udviklet, har det ved nærmere Undersøgelse vist sig, at der ogsaa i endnu langt ældre Jordperioder har været „Istider", maaske dog næppe af saa gennemgribende Art som den kvartære Istid.

Man har saaledes:

Fra kambrisk Tid	Isskurede Klipper dækket af Morænekonglomerat med isskurede Sten i Varanger i Finmarken (Norge). Morænekonglomerat med isskurede Sten ved Jangtsekiang (Kina).
Fra devonisk Tid	Konglomerat af Morænegrus med isskurede Sten i den gamle røde Sandsten i Skotland og det nordlige England.
Fra Karbontiden og permisk Tid	Nedisningen af *Gondwanaland*, der strakte sig mellem Indien, Australien og Sydafrika.
Fra Kvartærtiden	Nedisningen af Nord- og Mellemeuropa, Nordamerika m. m.
Fra Nutiden	Nedisningen af Grønland, Spitsbergen og andre arktiske Egne samt Antarktika (omkring Sydpolen).

Ser man hen til nutidige Forhold, hvor Isbedækningerne særlig er samlet om Nord- og Sydpolen, ligger det nær at forklare de tidligere Istider ved Polforskydninger, i Særdeleshed da det ved astronomiske Undersøgelser viser sig, at Polerne virkelig synes at være Genstand for smaa periodiske Forskydninger, saa at større Forskydninger i Fortiden ikke kan benægtes. Polforskydninger har derfor ogsaa i tidligere Tid været benyttet fx. til at forklare den mærkelige permo-karboniske Istid. Der er dog flere Forhold, som ikke finder nogen tilfredsstillende Forklaring ved Hypotesen om „Vandrepoler" eller Polforskydninger. I Nutiden ser vi, at det ikke udelukkende er Polnærhed og et koldt Klima, der betinger Nedisningerne. Nordsiberien har saaledes nutildags et Klima, der er mindst lige saa koldt som Grønlands, men er ikke og har næppe nogensinde været dækket af Indlandsis. Grunden er uden Tvivl, at Siberien har et tørt Klima, men Grønland har stærk Nedbør, saa at Fugtigheden altsaa maa spille en lige saa stor Rolle som Kulden.

Paa den anden Side har Norge ogsaa stærk Nedbør og er beliggende i lige saa ringe Afstand fra Polen som Grønland, men er paa Grund af sit varme Klima (Golfstrømmen) ikke mere Centret for nogen sammenhængende Indlandsis, selv om der endnu findes betydelige Rester af den kvartære Isbedækning levnet i Norge (Justedalsbræomraadet, Svartisen, Frostisen m. m. fl.).

Man har ogsaa henvist til, at Aarsagen til Istiderne laa i, at større Strækninger i paagældende Egne den Gang havde været hævet op over Snelinjen, saa at der kunde dannes store Firnomraader, hvorfra Isbræerne kunde skyde sig ud over de lavere Egne. Som omtalt (Side 372) var Skandinavien ved Istidens Begyndelse utvivlsomt hævet betydelig højere op end senere hen. Andre højere Bjergkæder har ligeledes mange Steder under den kvartære Istid baaret store Gletschere, saa at Hævningshypotesen til en vis Grad har Sandsynligheden for sig. Men ogsaa herved er der betydelige Vanskeligheder at overvinde for Forstaaelsen. Det viser sig nemlig, at „Istiden" saavel i Europa som i Nordamerika ikke var noget sammenhængende Hele, men at der indenfor det store Hovedafsnit den kvartære Istid har været flere Istider afbrudt af lange Perioder, hvor der herskede et mildt Klima, saa at Isbedækningen over den største Del af Omraadet var helt borte. Der blev derved Plads og Lejlighed til, at et rigt Plante- og Dyreliv kunde indvandre og tage de af Isen forladte Strækninger i Besiddelse. Disse Interglacialtider blev atter afbrudt af Istider, hvor Indlandsisen paa ny skød ud over Nordeuropa og Nordamerika. Hævningshypotesen slaar derfor næppe til som Forklaring af Aarsagerne til Istiden, naar man ser hen til disse gennemgribende Svingninger i de klimatiske Forhold under den kvartære Istid. Hertil kommer for Nordamerikas Vedkommende det ejendommelige Forhold, at det ingenlunde særligt var den bjergrige højt beliggende vestlige Del af Landet, der var Hovedsædet for Nedisningen, men at „Iscentrerne" har været beliggende i den nordøstligste Del. Den Iskappe eller Indlandis, som havde den største Udbredelse, havde sit Udgangspunkt fra de kanadiske Geologers *Keewatin-iscentrum**) i et Lavland, hvor der slet ingen Bjerge findes. Isen taarnede sig her paa den flade Mark op til et flere tusinde Meter opragende Højdedrag, hvorfra der skød Bræer ud til alle Sider.

Omtrent samtidig har *S. Arrhenius* i Sverig og *T. C. Chamberlin* i U. S. fremdraget andre Forhold, der kan tjene til Forklaring af den almindelige Temperaturnedgang i Atmosfæren, som under den kvartære Istid synes at have fundet Sted hele Jorden over. Atmosfæren bestaar af c. $^4/_5$ Kvælstof og c. $^1/_5$ Ilt, hvortil kommer en efter Forholdene i høj

*) *Keewatinterritoriet* i Kanada ligger langs Vestkysten af Hudsonbugten.

Grad vekslende Mængde Vanddamp og en ringe Mængde Kulsyre, der er noget varierende paa forskellige Steder til forskellige Aarstider, men i Gennemsnit kan sættes til $^3/_{10000}$ af Luftens Rumfang. Alt organisk Liv paa Jorden er afhængigt af Tilstedeværelsen af Kulsyre i Luften, da Planterne danner deres Kulstofforbindelser af Luftens Kulsyre ved Sollysets Hjælp, og Dyrene atter direkte eller indirekte lever af de af Planterne tilvejebragte Kulstofforbindelser. Blev Kulsyremængden i Luften fastbundet paa en eller anden Maade, saa at den ikke længere var tilgængelig for Planterne, maatte saavel Planter som Dyr dø ud. Tillige viser det sig, at Kulsyremængden i Luften, hvor ringe den end er, ogsaa paa anden Maade spiller den allerstørste Rolle for det organiske Liv som varmeregulerende Faktor.

Atmosfærens Kulsyremængde afhænger dels af den Mængde Kulsyre, der tilføres, dels af den Mængde, der forbruges og fastbindes. Blandt de kulsyregivende Virksomheder maa i første Linje nævnes Vulkanismen. Under vulkanske Udbrud strømmer der store Mængder af Kulsyre og Vanddampe fra Jordens Indre ud i Luften, og Kulsyreudstrømningen kan fortsættes i Aartusinder, efter at al anden vulkansk Virksomhed er ophørt i paagældende Egn (se Side 138). Ved Planters og Dyrs Aandedræt udvikles Kulsyre, ligeledes ved Forraadnelsen af organiske Stoffer og ved Forvitringen af kulsure Salte i Jordbunden, hvorfor Jordluften altid vil vise sig rigere paa Kulsyre end den atmosfæriske Luft. Industriens Brændselsforbrug tilfører ogsaa i stedse stigende Grad Kulsyre til Luften. — Omvendt er der i Naturen en hel Række Virksomheder, der lægger Beslag paa Luftens Kulsyre. Planterne absorberer Kulsyren, og ved Planternes (og Dyrenes) Død kan der opstaa Muldlag, Dyndlag og Tørvelag, hvori Kulstofforbindelserne opmagasineres. I endnu langt større Maalestok sker der en saadan Fastbinding ved de kalkafsondrende Dyrs og Planters Virksomhed i de ferske Vande og navnlig i Havet, hvorved der aarlig aflejres uhyre Mængder af kulsur Kalk. Selve Havvandet vil ogsaa under koldere Perioder ved sin kulsyreindsugende Evne berøve Atmosfæren meget Kulsyre. For Tiden synes der at være omtrentlig Ligevægt mellem de kulsyreudviklende og kulsyreforbrugende Virksomheder paa Jorden, men Iagttagelserne har dog strakt sig over altfor kort en Aarrække, til at man kan vide noget herom med Sikkerhed. Selv meget smaa Svingninger i dette Ligevægtsforhold vil kunne give meget store Udslag i Temperaturforholdene paa Jorden.

Jordoverfladens Varme afhænger saa godt som udelukkende af Forskellen mellem den fra Solen modtagne Varmemængde og den fra Jorden atter til Verdensrummet afgivne Varme. I et Drivhus kan man uden

kunstig Opvarmning faa Temperaturen til at stige mange Grader over Temperaturen i det fri, ved at overdække Drivhuset med et Glastag. De fra Solen kommende „højtstemte“ Varmestraaler gaar let gennem Glasset, men dette forhindrer i meget betydelig Grad de fra Jorden kommende „lavtstemte“ Varmestraaler i at gaa bort igen. Tænker man sig hele Jordkloden indelukket i en Glasklokke, vilde Atmosfærens Temperatur utvivlsomt stige stærkt. Nu viser det sig ved nærmere Undersøgelse, at Jordens nuværende Atmosfære, der indeholder Vanddamp og Kulsyre, i ikke ringe Grad netop virker som et saadant Drivhustag over Jorden. Tænker man sig, at en forøget vulkansk Virksomhed bragte Kulsyremængden i Atmosfæren til at stige blot med nogle Titusendedele, vilde Virkningen af „Drivhustaget“ forøges i meget betydelig Grad. Solstraalerne vilde i lige saa fuldt Maal som før komme ned til Jorden, men Varmen vilde langt vanskeligere straale bort gennem den kulsyrerigere Atmosfære. Lufttemperaturen vilde stige, og med den stigende Temperatur vilde Fugtighedsmængden i Luften ogsaa stige, da der vilde fordampe mere Havvand. Fra den fordampede Mængde Havvand vilde der komme meget Kulsyre ud i Atmosfæren, og der vilde ligeledes fra det tiloversblevne Hav strømme Kulsyre bort, da Havvandet indeholder meget opløst Kulsyre, der vilde frigøres ved den højere Temperatur. Saavel Kulsyren som Fugtigheden fra Havet vilde end yderligere forøge Virkningen af „Drivhustaget“, d. v. s. foraarsage fornyet Temperaturstigning, indtil Ligevægt blev naaet. Den stærkere vulkanske Virksomhed vilde i Reglen staa i Forbindelse med Foldninger og Forskydninger i Jordskorpen, der kunde give Anledning til geografiske Nydannelser, samtidig med at Vejrsmuldring og Forvitring vilde stige paa Grund af den højere Temperatur, det større Kulsyreindhold i Luften og den større Fugtighedsmængde. Denudation og dybtgaaende Erosion og som Følge heraf stærkt forøget Aflejring og Lagdannelse i Havet og de ferske Vande vilde følge med den større Nedbør og Forvitring. Ikke mindst det organiske Liv vilde ved højere Temperatur, større Kulsyremængde og stærkere Nedbør tage et stærkt Opsving. Alle Udviklingsmuligheder i Plante- og Dyreverdenen vilde herved kaldes til Live, og de geografiske Nydannelser, der opstod ved Foldningsprocessen og Lagdannelsen, vilde skabe nye Færdselsveje og nye Opholdssteder for Planter og Dyr og saaledes yderligere bidrage til at fremme Udviklingsgangen.

Tænker man sig derimod, at de kulsyreforbrugende Virksomheder vandt Overhaand over Kulsyreudviklingen (fx. paa Grund af Vulkanismens Aftagen), vil Forholdene udvikle sig i ganske modsat Retning. Jordoverfladen, der kommer til at mangle „Drivhustaget“, vil miste

mere Varme til Verdensrummet, og med den synkende Temperatur vil Havet atter kunne absorbere en større Mængde af Kulsyre fra Luften end tidligere. Temperaturnedgangen vil herved forsættes, samtidig med at større og større Mængder af Luftens Fugtighed vil slaa sig ned som Sne og Is paa Jordoverfladen, da Snegrænsen rykker nedad med den faldende Varmegrad. Som man vil se, passer de udviklede Forhold

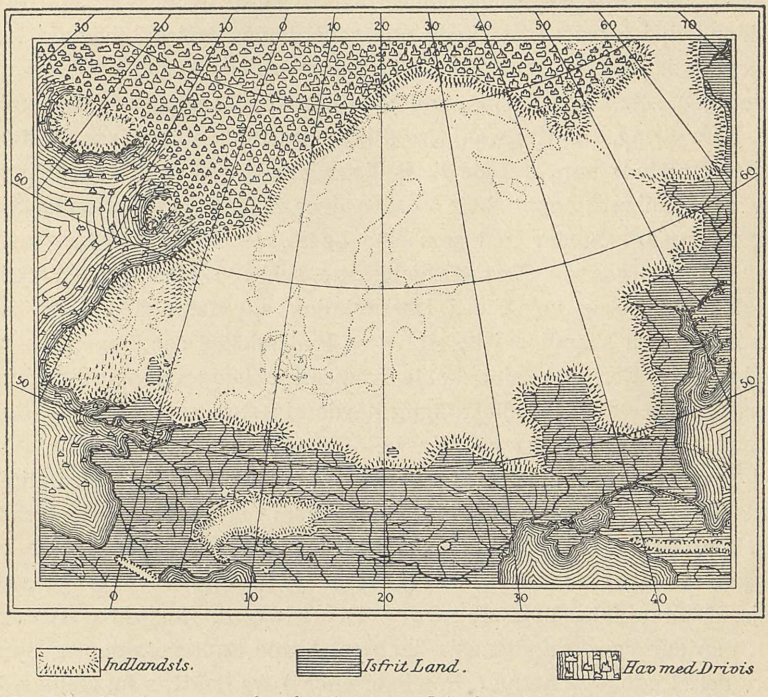


Fig. 221. Nordeuropa under den kvartære Isbedæknings største Udbredelse.

meget vel henholdsvis paa Tertiærtiden og den efterfølgende kvartære Istid. Det er dog sandsynligt, at Istiden ikke udelukkende skyldes en enkelt Aarsag som Kulsyremangel i Luften, men er opstaaet ved et Sammentræf af flere af de andre anførte Aarsager.

Ved den kvartære Istids Begyndelse laa den skandinaviske Halvø hævet op over Havfladen, og havde gennem de foregaaende lange Tidsrum været udsat for Vejrsmuldringen. Hele Landet har derfor uden Tvivl været skjult af et tykt Dække af Vejrsmuldrings- og Forvitringsprodukter i Form af Ler og Sand, gennem hvilket kun de stejleste og mest modstandsdygtige Fjeldmasser ragede frem, ganske paa samme Maade, som vi nu til Dags ser fx. Brasiliens eller Bagindiens Jordbund bedækket med et tykt Lag Ler som Forvitringskappe, gennem hvilken man de fleste Steder skal søge dybt ned, førend man naar det uforvit-

rede Fjeld nedenunder. Et saadant Jordlag har sikkert ogsaa paa den skandinaviske Halvø dannet en gunstig Jordbund for Plantevæksten, men de herved opstaaede planteførende Lag er de fleste Steder blevet saa grundigt forstyrret ved den senere Isbevægelse, at det i Reglen kun er som spredte Rester i Glacialaflejringerne, at man finder Sporene af den tidligere plejstocæne Plantevækst i Skandinavien. Udenfor Iscentret, saaledes i Englands *Cromerlag* og flere Steder i Frankrig og Tyskland Syd for det isdækkede Omraade findes bedre bevarede Levninger af den plejstocæne Dyre- og Planteverden, som allerede omtalt (Side 363). Man kan i Dyre- og Planteformernes Vækst tydelig følge den Forandring, der foregaar fra Pliocæntidens halvtropiske, gennem Plejstocæntidens tempererede til Istidens ganske polare Klima. Klimaet blev, som tidligere omtalt, hele Verden over koldere, og Luftfugtigheden slog sig mange Steder ned som Sne og Is. Grænsen for „den evige Sne" paa Norges og Sverigs Fjeldtoppe rykkede efterhaanden nedad i Dalene, Bræerne voksede i Udstrækning og Mægtighed, indtil alle Bræer paa den skandinaviske Halvø og Finland flød sammen til en stor Indlandsis, der skød sine kolde Fangearme langt udenfor Skandinaviens Grænser. Da Isbedækningen havde sin største Udbredelse, dækkede den over hele det paa Kaartet Fig. 221 markerede Omraade og stod, som tidligere omtalt, sandsynligvis i Forbindelse med den samtidige nordamerikanske Landis i hvert Fald gennem det nordlige Atlanterhavs Isdække. Istidens Mærker er, som man vil vide, Skurstriberne paa Klippeunderlaget, som Isen har passeret henover, samt yderligere det aflejrede Materiale, dels de store Flytblokke, dels Morænerne. Den nordeuropæiske Indlandsis har afsat baade Endemoræner og Bundmoræner. Endemorænerne („Randmoræner") fra Istidens forskellige Afsnit danner flere Steder karakteristiske Landskabstræk, men Bundmorænerne: Moræneleret danner dog den mest udbredte og typiske Aflejring indenfor det tidligere isdækkede Omraade.

Moræneleret bærer i de forskellige Lande forskellige Navne, der ofte hentyder til dets Stenindhold*), og man kendte dette stenede Lers store Udbredelse, længe førend man vidste, at det var en Istidsdannelse. I Nordtyskland havde man tillige lagt Mærke til, at der ofte fandtes to eller flere Lag *Geschiebelehm* adskilt ved lagdelte Dannelser, som maatte være opstaaet paa anden Maade. Man havde derfor inddelt de løse Jordlag, som man kaldte Diluvialdannelser, i „Øvre" og „Nedre Diluvium." Senere hen viste det sig, at der mange andre Steder i det tidligere isdækkede Omraade ligeledes fandtes flere Lag Moræne ad-

*) Krosstenslera (svensk), Geschiebelehm (tysk), Boulderclay, Till, Drift (engelsk), Argile à blocaux (fransk).

skilt ved lagdelte Dannelser, der sine Steder indeholdt Levninger af en Fauna og Flora, som ingenlunde tydede paa arktiske Forhold. Istiden har altsaa været afbrudt af Interglacialtider, i hvilke Isen helt maa have trukket sig tilbage, saa at der i lange Tider kunde herske et tempereret Klima, hvorefter Klimaet atter forandrede sig og blev koldt, Isen vandt derved paany Udbredelse og aflejrede Moræneler ovenpaa de „interglaciale Lag." Der er dog mellem Glacialgeologerne i de forskellige Lande endnu langtfra Enighed om, hvor ofte denne Veksling mellem „Istider" og „Interglacialtider" har gentaget sig. Paa Tidspunkter, hvor Istilstrømningen var forholdsvis ringe, bevægede Isen sig fortrinsvis fra Nord ned gennem Østersøens Hulning og drejede derfra mod Nordvest ind over Danmark. Der kan paavises sikre Vidnesbyrd om en saadan „baltisk Isstrøm" ved Istidens Slutning, og flere Geologer antager, at der ogsaa har været en baltisk Isstrøm ved Istidens Begyndelse. Efter disse Anskuelser har der altsaa været:

1) Den ældre baltiske Istid.
2) Den første Interglacialtid.
3) Den store Istid (se Fig. 221).
4) Den anden Interglacialtid.
5) Den yngre baltiske Istid.

Af disse Perioder er dog den 1ste og 2den endnu meget problematiske, da man kun meget faa Steder i Naturen har fundet Lag, der med fuld Sikkerhed kan tydes som Beviser paa den ældre baltiske Istid og første Interglacialtid. Derimod er Aflejringerne fra den store Istid, hvor Isen havde sin største Udbredelse, fra den 2den Interglacialtid og fra den sidste baltiske Istid umiskendelige de fleste Steder. Dog er det ingenlunde nogen Regel, at de interglaciale Lag indeholder Plante- og Dyrelevninger. Der vil senere hen under Danmarks Geologi blive Lejlighed til nærmere at fremdrage, hvad der vides om Forholdene herhjemme i saa Henseende.

Fra den sidste Istid kendes fra Nordtyskland et anseligt Strøg af Endemoræner, som man vil finde angivet paa Kaartet Fig. 222. Det bestaar flere Steder af store Volde af Stenblokke, men i Reglen af langstrakte Grusbakker med overfladisk Stenbestrøning. Det kan, som Kaartet viser, forfølges som store Buer gennem Pommern, Uckermark og Mecklenburg et Stykke op i Sønderjylland og fortsættes sandsynligvis om end med en Del ændret Karakter op gennem Jylland, som *F. Johnstrup* allerede i 1875 gav Beretning om. Endemorænen i Tyskland repræsenterer dog ikke den yderste Grænse for den baltiske Isstrøm, men menes at være Tegnet paa en længere Stilstand af Isranden. Saadanne Stilstandsmærker mener man ogsaa at have fundet andre Steder

indenfor det tidligere isdækkede Omraade. Den baltiske Isstrøm, der laa som en uoverstigelig Vold i Nordtyskland, foraarsagede, at de store nordtyske Floder Weichsel og Oder (sammen med flere mindre Vandløb), som nu løber ud i Østersøen, den Gang maatte vige af mod Vest og i Forbindelse med Elben løb sammen til en mægtig Flod, som søgte ud i Vesterhavet. Paa Kaartet Fig. 222 er angivet de store nu tildels forladte Floddale, der dannedes af de tyske Floder i dette Tidsrum.

Medens den skandinaviske Isstrøm under den store Istid naaede helt

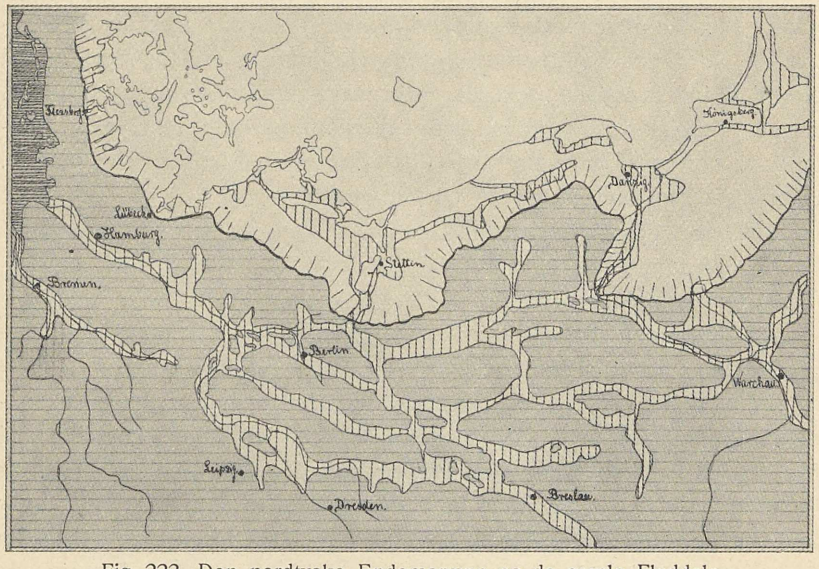


Fig. 222. Den nordtyske Endemoræne og de gamle Floddale (efter F. Wahnschaffe).

over til England, saa at man finder Kristianiafjordens karakteristiske Porfyrer og Syeniter i de engelske Moræneaflejringer fra denne Tid, naaede den yngste baltiske Isstrøm ikke nær saa langt Vest paa og dækkede ikke engang hele Jylland. Under Danmarks Geologi vil der blive Lejlighed til nærmere at omtale Forholdene under den sidste Istid, som i ganske særlig Grad vedrører Danmark. I England og Skotland fandtes i det sidste Afsnit af Istiden selvstændige Bræer, der skød deres Arme ud til alle Sider.

I det senglaciale Tidsrum ved Istidens Slutning var Skandinavien langt dybere nedsænket under Havet end nu, og tværs gennem Sverig gik der en bred og dyb Havarm, som stod i Forbindelse med Østersøen og de finsk-russiske store Søer og derigennem med det hvide Hav. I Kaartet Fig. 223, der er gengivet efter den svenske Geolog *G. de Geer's* Udkast [21]), findes foruden denne Havarm aflagt Resterne af den skandi-

naviske Indlandsis i den nu meget formindskede Størrelse under Afsmeltningstiden. Paa Kaartet er tillige aflagt en Del Kurver: *Isobaser*, der er lagt gennem Strækninger, hvor Hævningen over Havet er sket til samme Højde. Sønden for 0 Isobasen har Landet sandsynligvis ligget højere end nu, som Kaartet viser. Ved 0 Isobasen er der ingen Hæv-

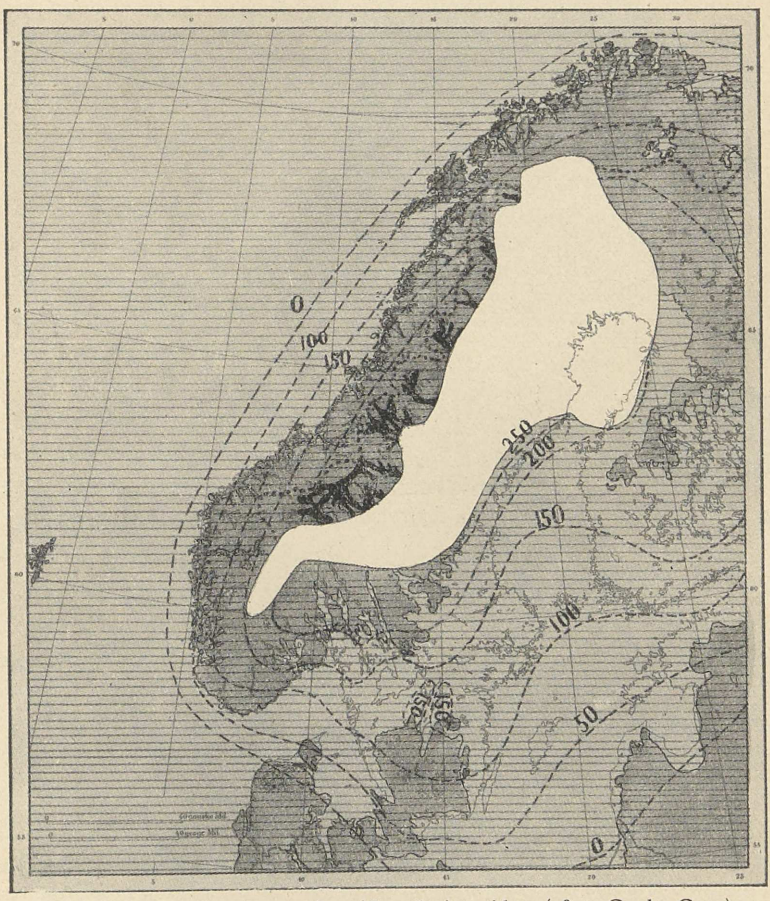


Fig. 223. Skandinavien under Afsmeltningstiden (efter G. de Geer).

ning, ved 50 M. Isobasen er der sket en Hævning paa 50 M. o. s. v. Som man ser, stryger Isobaserne ned langs Norges Kyst. Den var ligesom Sverigs dybt nedsænket, og langs den gamle Kystlinje finder man overalt Strandterrasser og Havstokke, som nu ligger Hundreder af Meter over den nuværende Vandstand i Atlanterhavet. Men i de dybt indskaarne norske Fjorde kan man iagttage, at Strandlinjerne ikke ligger i samme Højde ude ved Fjordens Munding som længere inde, d. v. s. den midterste og højeste Del af Skandinavien har hævet sig stærkere

end den ydre Del, saa at Strandlinjerne, som selvfølgelig oprindelig blev afsat i vandret Stilling, nu hælder ud ad. De med sort aflagte Pletter langs Indlandsisens Vestrand er isdæmmede Søer, som opstod mellem Isranden og den skandinaviske Højderyg i dette Tidsrum. Da Isen smeltede bort, udtømtes Søernes Vande Øst paa, men i de højeste Dele af de svenske Dalstrøg findes endnu Mærker af disse Søer i Søaflejringer og Indlandsterrasser.

Den gamle Havbund er bedækket af marine Sedimenter af sædvanlig Beskaffenhed. Nær ved Kysten findes Grus og Sand, længere ude Ler. Heri findes marine Dyrelevninger, blandt hvilke en af de mest typiske er den i Fig. 224 afbildede *Yoldia arctica*, der er Ledeforstening for disse Aflejringer. Denne Musling lever nu kun under arktiske Forhold paa temmelig dybt Vand, hvor Temperaturen Aaret rundt ikke varierer meget omkring 0 °. Af andre Dyr kan nævnes foruden Skaldyr og Fisk store Havpattedyr som Svartside, Remmesæl (Storkobben), Hvalros, Narhval, Hvidfisk, Grønlandshval og flere andre Hvaler, der er fundet forskellige Steder i marine Lag i det tidligere havdækkede Omraade mange Meter over Havets nuværende Vandspejl.

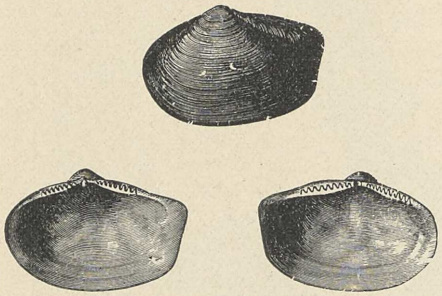


Fig. 224. *Yoldia arctica.* Naturlig Størrelse (efter Nordenskiöld).

I de store svenske og i de finsk-russiske Søer, der tidligere stod i Forbindelse med hinanden ved den omtalte Havarm, lever der nogle Dyreformer, som ellers hører hjemme i salt og koldt Vand. Nogle af de væsentligste er Fisken Hornulken og Krebsdyret *Idothea entomon*, hvoraf der i Fig. 225 er givet en Afbildning (efter Nordenskiöld) af et levende Eksemplar fra Ishavet udfor Lenas Munding. De nu i det ferske Vand levende Former er blevet noget omdannet og formindsket i de mange Aartusinder, der er hengaaet siden Venern, Ladogasøen o. s. v. var Dele af et Ishav. I de finsk-russiske Søer lever ogsaa Ringsælen *Phoca foetida*, der maaske ogsaa er en Reliktform, som saadanne tiloversblevne Dyr og Planter kaldes.

Det postglaciale Tidsrum, der strækker sig fra Istidens Slutningsperiode — den senglaciale Tid — til Nutiden, er karakteriseret ved, at Klimaet gennem forskellige Svingninger forandredes fra Istidens arktiske til Nutidens mere tempererede Forhold. Strandlinjen var for Nordeuropas Vedkommende underkastet forskellige Forskydninger, saaledes at Østersøen i et Tidsrum: Fastlandstiden eller *Ancylus-Søens-*

Tid*) (efter svenske Geologers Betegnelse) var afspærret fra Kattegat. Østersøen blev herved en Ferskvandssø, da dens Vande stadig modtog Opspædning af Ferskvand gennem de mange Floder, der løber ud i den, medens Afløbet søgte ud gennem en endnu paa Søkaartene kendelig Flodseng i det Dalstrøg, som nu optages af Storebælt. Senere hen skete der en positiv Forskydning af Strandlinjen, hvorved Bælterne og Sundet maa antages at være opstaaet, dog næppe paa samme Tid.

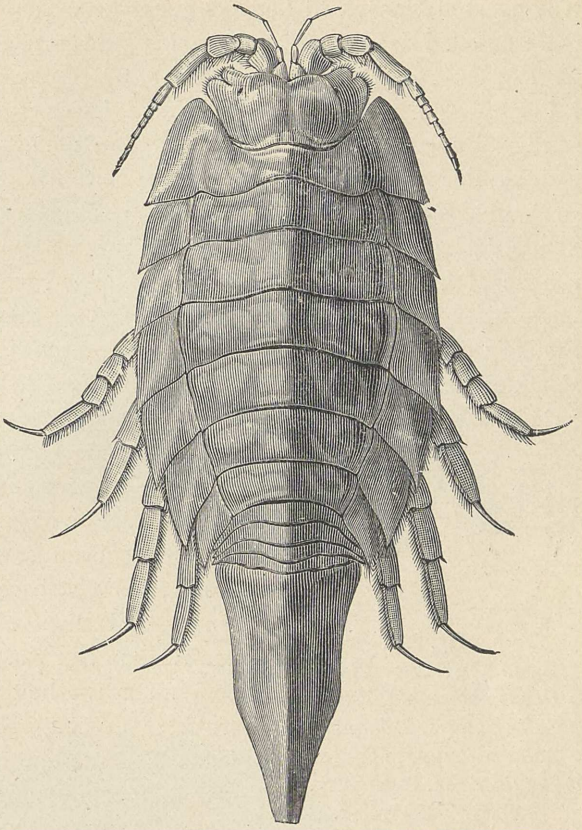


Fig. 225. *Idothea entomon.* Naturlig Størrelse (efter Nordenskiöld).

Østersøen blev atter et Saltvandshav med noget saltere Vand end nu for Tiden, saa at forskellige Saltvandsbløddyr kunde trives længere op i Østersøen end nu. En af de mest karakteristiske Ledeforsteninger fra Østersøen i Saltvandstiden er den almindelige Strandsnegl *Litorina litorea* (Fig. 226), der den Gang levede højt op i Østersøen. Svenske Geologer har derfor kaldt denne Tid for *Litorina-Havets*-Tid. Strandlinjen led derefter paany en Forskydning, denne Gang i negativ Retning, saa at Landet hævede sig og indtog det nuværende Niveau. Disse Forskydninger af Strandlinjen i den senglaciale og postglaciale Tid har ikke været af samme Størrelse overalt i Nordeuropa, men da de særlig for Danmarks Vedkommende har haft stor Be-



Fig. 226. *Litorina litorea.* Almindelig Strandsnegl. Naturl. Størrelse.

*) *Ancylus fluviatilis*, en lille Ferskvandssnegl.

tydning med Hensyn til Landets geografiske Omrids, vil de blive nærmere omtalt i det efterfølgende under Danmarks Geologi.

Plante- og Dyrelivet i Kvartærtidens forskellige Afsnit. I Plante- og Dyreformernes Veksling i Lagene paa forskellige Steder, særlig i England, kan man, som allerede omtalt, tydelig følge den Forandring, der er foregaaet fra Pliocæntidens halvtropiske, gennem Plejstocæntidens tempererede til Istidens ganske polare Klima. Under Istiden kunde der selvfølgelig ikke være Tale om hverken Dyre- eller Planteliv paa de af Indlandsisen dækkede Strækninger, men udenfor dette Omraade viser Forholdene sig at dømme efter adskillige Fund fra Tyskland, Frankrig og det sydlige England at have været af en vejrhaard, nordisk Karakter, der i den østlige Del af Europa lignede de nuværende Naturforhold paa Siberiens Tundraer og i den vestlige Del maaske nærmere de nuværende Forhold i Syd-Grønland. I engelske Lag fra denne Tid har man saaledes fundet de i Fig. 227 gengivne Planteformer, som nu træffes i det nordligste Norge, paa Spitsbergen, Island og i Grønland. — Dyrelivet var nordisk, men endog paafaldende rigt paa store Pattedyrformer, som nu enten helt er uddøde eller har trukket sig langt Nord paa. Forskellige lodne Elefantarter, for Europas Vedkommende Mammuten og for Nordamerikas *Mastodon americanus* viser sig gennem de talrige Skeletfund at have været overordentlig almindelige sammen med lodne Næsehorn, Moskusokser, Rensdyr, Sneharer, Lemmingarter, Jærv, Polarræve, Bjørne, Ulve og andre Rovdyr. Mastodonten synes i Nordamerika at have levet et Stykke ind i den postglaciale Tid, da man har fundet dens Skelet og Stykker af Huden med paasiddende Lag af lange sortebrune Uldhaar i amerikanske Tørvelag. Den blev 4 Meter høj og havde i Overkæben kæmpemæssige opadkrummede Stødtænder ligesom Mammuten. I Fig. 228 er gengivet en utvivlsom naturtro Afbildning efter en meget omhyggelig Tegning af *Gleeson*, der har udført den efter *A. Lucas*' Undersøgelser. Af disse fremgaar det, at Mastodonten har staaet den nulevende afrikanske Elefant nær i Legemsbygniog, men overgaaet den i Størrelse og, som omtalt, været beklædt med en tyk Pels. Mammuten har derimod været nærbeslægtet med den nulevende indiske Elefant og er maaske kun at betragte som en Afart, der er blevet tilpasset til nordiske Forhold. Ligesom Mastodonten havde Mammuten, som Fig. 229 viser, kæmpemæssige opadkrummede Stødtænder,

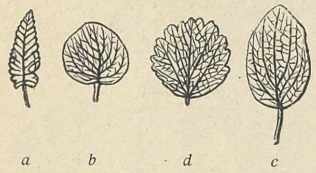


Fig. 227.
Blade af arktiske Planter.
a Dryas octopetala, Rypelyng;
b Salix polaris, Polarpil;
c Salix reticulata, netaaret Pil;
d Betula nana, Dværgbirk.
Naturlig Størrelse.

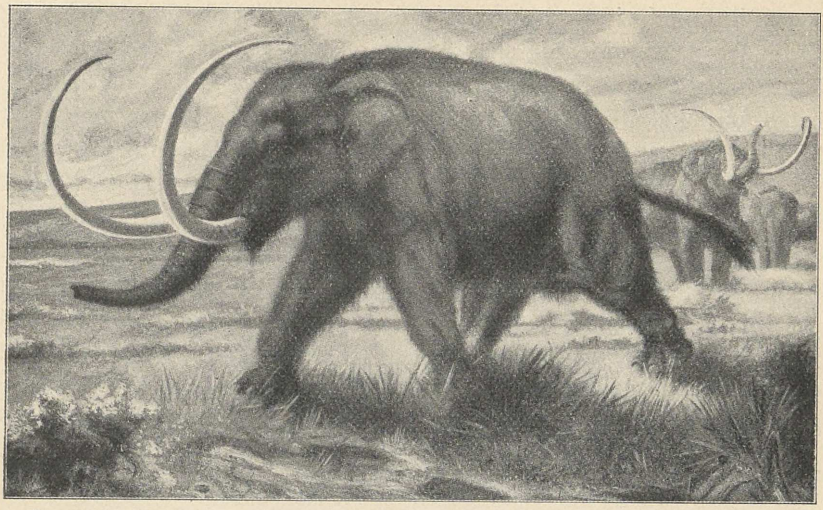


Fig. 228. *Mastodon americanus* fra Nordamerikas Kvartærlag. Restaureret (efter en Tegning af Gleeson).

som den næppe har kunnet gøre Brug af. Det vides ikke med Vished, om Mammuten i Europa overlevede Istiden, i alt Fald synes der ikke fra europæiske postglaciale Lag at være fremdraget Mammutlevninger

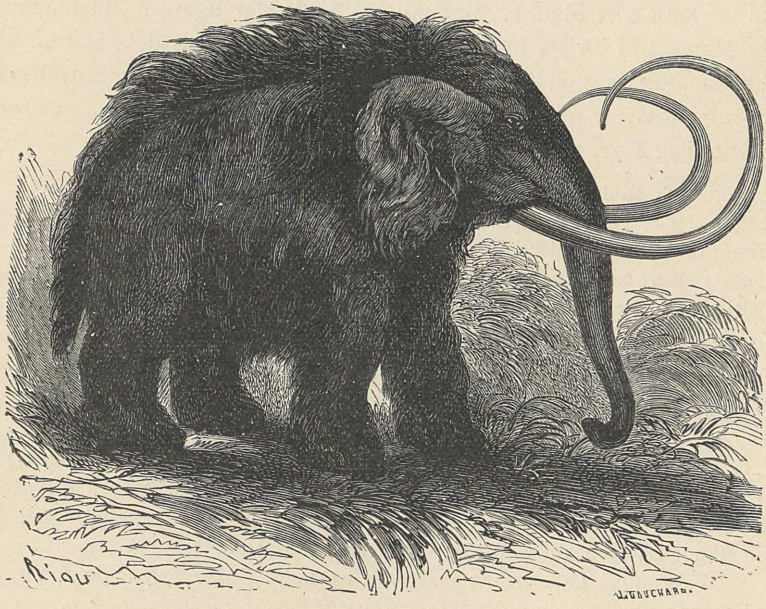


Fig. 229. *Elephas primigenius.* Mammut. Efter det i St. Petersborg opstillede udstoppede, siberiske Eksemplar.

paa primært Lejested, hvorimod der fra præglaciale og glaciale Lag er fundet et overordentlig stort Antal*). Allerede i 1851 kunde *Japetus Steenstrup* berette om deres talrige Forekomst, og i det efterfølgende halve Aarhundrede er der fundet endnu mange flere. Steenstrup skriver bl. a. (Vid. Selskab. Oversigter 1851): „I de senere Decennier har man mod Vest, navnlig i England, fundet en utrolig Mængde af dette Dyrs Knogler og Tænder, og *Owen* meddeler, at han ved Udarbejdelsen af „*History of british fossil mammalia and birds*" har haft i sine Hænder omtrent 3000 Kindtænder, opgravet i England. Ved Norfolk er der opfisket paa en Østersbanke i Nærheden af Landsbyen Happisburgh henved 2000 Kindtænder, og alene i Løbet af 12 Maaneder bragtes der i Land med de opfiskede Østers hele Hundreder af Kindtænder." I et uhyre stort Antal findes Knogler af Mammut i Siberien og paa de nysiberiske Øer, saa at det fossile Elfenben længe har udgjort en vigtig Udførselsvare fra disse Egne. Det er bekendt, at man ligeledes i Sibirien ikke faa Steder har fundet Levninger „med Hud og Haar" saavel af Mammut som af det uldhaarede Næsehorn, og endnu fra den allernyeste Tid (Feb. 1908) er der kommet Efterretning om et nyt Fund af et Mammutkadaver fra Sibirien. Ved disse forskellige Fund viser det sig, at Mammuten har været et Dyr nok saa stort som den indiske Elefant. Den har haft en tyk Pels af brune Uldhaar og langs Ryggen været forsynet med en lang sort Manke. Mammutens Føde har ligesom Mastodontens dels bestaaet af Kviste og Naale af Fyr og Lærk, men dels af rent arktiske Planter saasom krybende Pilearter, bidende Ranunkel, nordiske Lav- og Mosarter m. m., som viser, at Mammuten virkelig har været et rent nordisk Dyr, tilpasset til arktiske Forhold.

Den i alt Fald hos gamle Mammutdyr fuldstændig monstrøse Størrelse og opadkrummede Form, som Stødtænderne har, er utvivlsomt fremkommet ved, at Dyrene under den polare Levevis ikke har haft Brug for eller kunnet gøre Brug af Stødtænderne, der derfor ikke er blevet slidt af, som den indiske og afrikanske Elefants Stødtænder bliver**). Stødtændernes Form kan altsaa med

*) Lige fra Oldtiden foreligger der Beretninger om Fund af Mammutknogler fra de forskelligste Steder i Europa. Tydningen af disse Knogler, der tiltrak sig Opmærksomheden paa Grund af deres Størrelse, har givet Anledning til meget lærde Afhandlinger. Nogle ansaa Knoglerne for Ben af „Kæmper", andre endog af „Cimbrernes Konge" Teutobochus. Kindtænderne har snart været anset for at have siddet i den hellige Christoffers, snart i Stærkodders Kæber. Niels Stensen (Side 6) bestemte nogle Knogler, der blev fundet i Italien, rigtigt nok som Elefantknogler, men antog, at det var Resterne af Hannibals Elefanter.

**) Forskellige Dyreformer, fx. Rotter og andre Gnavere, hvis Fortænder har en lignende stedsevarende Vækst som Elefanternes Stødtænder, kan, naar de holdes indespærret under Forhold, hvor de ikke kan komme til at slide Tænderne af ved at gnave, faa en lignende monstrøs Udvikling af Fortænderne. Det

ret stor Sandsynlighed tages som Bevis paa, at Mammuten er en sydlig Form, der til en vis Grad (den lodne Pels og Evnen til at leve af den arktiske Plantevækst) har formaaet at tilpasse sig til nordiske Forhold, men dog endnu ikke har naaet at faa Stødtændernes — under polare Forhold unyttige — Længdevækst standset. Mammutens sydlige Oprindelse stemmer ganske med, hvad der (omtalt Side 336—40) kan udledes af *Andrews'* og *Osborns* Undersøgelser om Elefantformernes Udvikling (smlg. ogsaa Kaartet Side 350). Det modsatte kan til en vis Grad siges at gælde Næsehornet. Der fandtes allerede i Tertiærtiden Næsehorn langt Nord paa, og Kvartærtidens uldhaarede Næsehorn tilpassede sig saa fuldkomment til nordiske Forhold, at det afrikanske Næsehorn, der er nær beslægtet med Kvartærtidens lodne Form, endnu fødes med en brun Pels, som det dog snart mister.

Fra hvilken Periode af Kvartærtiden de i Siberien fundne Levninger af Mammut stammer, vides ikke med Sikkerhed, maaske er de samtidig med de europæiske, men sandsynligvis dog af noget yngre Alder, da de europæiske Mammuter synes at være uddød før Istidens Slutning.

Under Interglacialtiden var Klimaet baade i Europa og Nordamerika meget mildere end under den forudgaaende og efterfølgende Istid, og et rigt Dyre- og Planteliv indfandt sig paa de tidligere isdækkede Omraader. I Grus- og Sandlag, i interglaciale Tørvemoser, i Kildekalkaflejringer og Knoglehulerne i Tyskland, Frankrig og England har man mange Levninger fra disse Tider. I Knoglehulerne kan der tillige være Levninger fra præglacial Tid og fra „Rensdyrtiden", som sandsynligvis faldt sammen med den sidste Istid, samt desuden fra alle Tidspunkter indenfor senere postglacial Tid, hvad der i ikke ringe Grad vanskeliggør Tidsbestemmelserne. Saaledes som Beskrivelserne af de interglaciale Lag hidtil foreligger, frembyder de med Hensyn til Dyre- og Plantelivet et temmelig broget Billede. Dette hidrører dels fra de endnu noget mangelfulde Adskillelser mellem Lag fra forskellige Tidsrum af Kvartærperioden, men ogsaa fra, at Interglacialtiden (eller -tiderne) har varet længe nok, til at der kunde ske store Forandringer i Klimatforholdene paa de forskellige Steder. Indenfor samme Interglacialtid maa man saaledes have haft en Begyndelsesperiode med arktisk Klima lige efter Isens Afsmeltning, en Mellemperiode med tempereret Klima og en Slutningsperiode atter med arktisk Klima, lige inden Indlandsisen paany tog Landet i Besiddelse. Selv indenfor samme Tidsrum kunde der paa forskellige Steder være en ret betydelig Faciesforskel i Aflejringerne, eftersom det var en Bjergegn, en skovklædt eller en skovløs Slette. Eksempelvis kan anføres, at man fra et interglacialt Tidsrum i det nordlige Schweitz flere Steder har Tørvelag, der nu er omdannet til Skiferkul. Disse Lag indeholder efter *O. Heers* Be-

samme gælder fx. Vildsvin med Hensyn til Hjørnetænderne, der ligeledes er hule i Roden og vokser hele Livet igennem.

skrivelse Levninger af en frodig Skovvegetation bestaaende af Rødgran, Skovfyr, Lærk, Taks, Birk, Eg, Ahorn m. m. sammen med *Elephas antiquus* (en sydligere Elefantform end Mammuter), *Rhinoceros Mercki* (et noget sydligere Næsehorn end det sammen med Mammuten levende lodne N.), Urokse, Kronhjort, Hulebjørn m. m. Fra en meget omtalt og omstridt Forekomst ved Klinge (nær Kottbus S. f. Berlin i N. Lausitz), som dog nu almindeligvis anses for interglacial, har man fra Tørvelag og Lerlag omtrent de samme Planter som anført fra Schweitz sammen med Skeletdele af de samme Dyreformer, hvortil yderligere kommer Elsdyr, Kæmpehjort og Bæver m. m. Levningerne af Kæmpehjorten *Megaceros hibernicus* findes særlig udbredt i engelske (Øen Man) og irske Tørvemoser. Den har i hvert Fald levet i Interglacialtiden, efter nogles Anskuelser ogsaa et Stykke ind i Postglacialtiden. Den er i nært Slægtskab med Daadyret, som ogsaa forekommer i interglaciale Lag. Foruden denne Skovtid, der har haft et Klima nok saa varmt som det nuværende Klima i Mellemeuropa haves der ligeledes fra Interglacialtiden, sandsynligvis fra et senere Tidspunkt, Vidnesbyrd om helt andre Naturforhold i Frankrig, Mellemtyskland, Bayern, Bøhmen, Ungarn og sandsynligvis ogsaa i Nordtyskland og Danmark, men i disse sidstnævnte Egne er Vidnesbyrdene dog meget faa. Paa hele denne Strækning har man, som den tyske Forsker *Alfr. Nehring* og andre har eftervist, fundet en Mængde Levninger af karakteristiske Steppedyr, hvis Forekomst nødvendigvis maa tilkendegive, at nu var Klimaet forandret til et Fastlandsklima, der lod Steppenaturen komme til Udvikling overalt, hvor Terrænforholdene tillod det. Adskillige Forskere har, som den formentlige Grund til denne Klimatforandring, fremsat Anskuelser om, at Golfstrømmen i dette Tidsrum havde forandret Retning og ikke længere tilførte Europa Varme og Fugtighed, hvilken Anskuelse synes at være meget sandsynlig. Dyrelevningerne findes i Huler, i Gibs- og Saltaflejringer fra Saltsumpe og Saltsøer, men navnlig i Lösslag. Klimaet har været tørt og blæsende, og Lössen er, som omtalt (Side 97) i de fleste Tilfælde en æolisk Aflejring. Den er et saa finkornet og letflytteligt Materiale, at Vinden har kunnet tumle med den, saa at den har dækket over store Strækninger og har overlejret de under Vinterens Snestorme eller Sommertørkens Støvstorme dræbte Steppedyr. Nogle af de vigtigste Findesteder er Gibsbruddene ved Thiede (Braunschweig) og Lösslagene ved Wester-Egelen og Quedlinburg (Provinsen Sachsen).

Som nogle af de mest karakteristiske Steppedyr for disse Aflejringer kan væsentlig efter *Nehring* anføres følgende: *Alactaga jaculus* (Fig. 230) Pilspringeren, en Springmus lidt større end en almindelig Rotte. Dyret udmærker sig ved sine overordentlig lange Bagben og lange Hale, der

er forsynet med en Haarkvast i Enden og tjener til Ror, naar denne lille Steppegnaver „som en Pil“ sætter af Sted med meterlange uhyre hurtigt efter hinanden følgende Spring henover den tørre Steppejord. De nulevende Pilspringere træffes væsentlig kun i de subarktiske Stepper i Østrusland og Vestsiberien. Adskillige andre smaa Gnavere, der nu ogsaa er Karakterdyr i samme Steppeegne, findes fossile i de omtalte Lag i Mellemeuropa. (En halv Underkæbe af en af disse Former *Spermophilus rufescens* er fundet i Jylland). Af større Dyr er Saigaantilopen maaske et af de mest bemærkelsesværdige i Lagene, der indeholder fossile Steppedyr. Levninger af den er fundet helt ind i Vest-

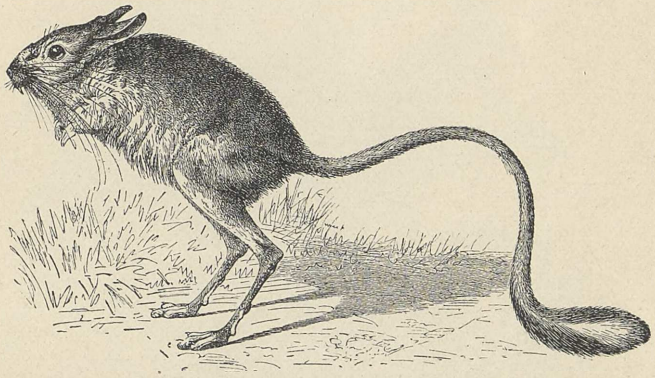


Fig. 230. *Alactaga jaculus*, Pilspringeren.

Frankrig, i Belgiens Knoglehuler, i Mellemtyskland, Bøhmen og Ungarn. Som Fig. 231 viser, er det en ejendommelig plump Antilopeform, der har tilpasset sig til den subarktiske Steppe, hvor den nu lever. Ligeledes findes Knogler af Vildæslet og navnlig af Vildhesten. Dens Knogler er fundet i store Mængder i franske og belgiske Huler, i Lösslagene ved Thiede og Wester-Egelen og mange andre Steder*). Af Rovdyr findes i de samme Lag: Ulv, Ræv, Schakal (Vildhund?) Jærv og mere sparsomt Huleløven, som *Nehring* mener har været en til Steppen afpasset Form, der har staaet den nulevende nordafrikanske Løve meget nær. Hulebjørnen var derimod væsentlig knyttet til de bjergrige Egne, hvor den har levet i overordentlig store Mængder, saa at man fra bayerske Huler har fundet Tusinder af Eksemplarer. Baade Bjørnen og den ligeledes uhyre talrige Hulehyæne strøjfede dog til Tider langt ud over Stepperne. Stenbukken, hvoraf findes adskillige Levninger i Knoglehulerne, var derimod knyttet fastere til Bjergegnene. Det samme

*) Den levede i Mellemeuropa helt ned i Postglacialtiden, og Nehring anser den for den direkte Stamfader til de „koldblodige“ Racer indenfor Tamhestene i Europa.

gælder Murmeldyret, hvoraf der dog ogsaa findes Steppeformer. Bisonoksen, som nu paa Grund af Menneskers Efterstræbelser har søgt et sidste Tilflugtssted i Polens Sumpskove og Bjergskovene paa Kaukasus, var under Istiden et Steppedyr ligesom dens amerikanske Broder. Den levede i store Flokke paa Frankrigs og Tysklands Sletter sammen med Vildhesten, Saigaantilopen og Pilspringeren*). Fra Steppetidens Lag

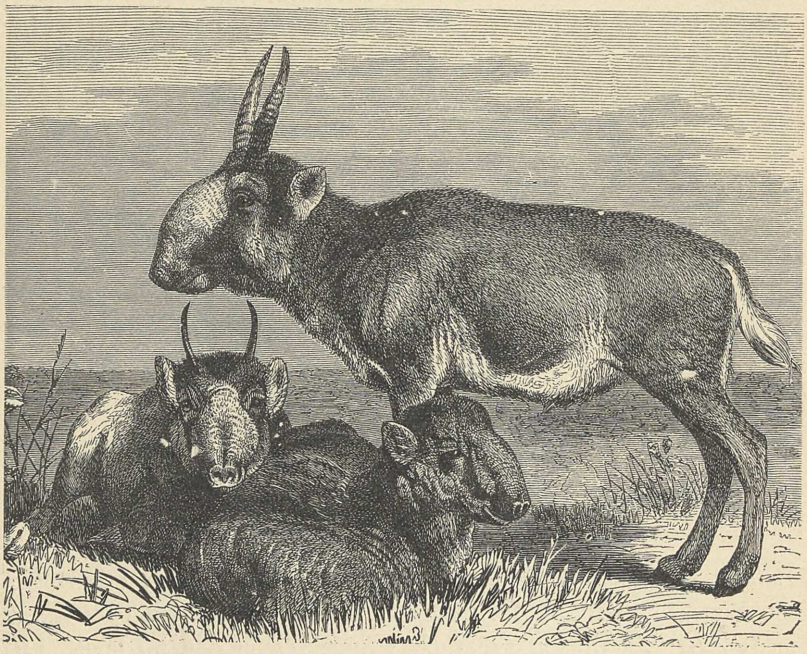


Fig. 231. Saigaantilope-Familie (efter Neumayr).

kendes ogsaa adskillige Levninger af Trapper, Steppehøns, forskellige Lærkeformer og Rovfugle af de samme Arter, som nu lever i russisk-asiatiske Stepper.

Under den sidste Istid blev Klimaet atter koldere, og Rensdyret færdedes i store Mængder i Frankrig, hvor det udgjorde et vigtigt Jagtdyr for den dalevende Stenaldersbefolkning. Elsdyret vandrede helt ned i Italien, hvor man har fundet dets Knogler i Ferskvandslag, der formentlig er dannet under den sidste Istid. I Middelhavet levede en Skaldyrfauna (Hjertemusling, Blaamusling m. fl.), som meget lignede den

*) De i den nyeste Tid i Rusland foretagne Forsøg med Tæmning af Bisonoksen viser, at dette Dyr, som hidtil har været anset for et typisk Skovdyr, i fremtrædende Grad kan trives og forplante sig i halvvild Tilstand paa sydrussiske Stepper og endog avle frugtbare Bastarder med tamt Kvæg.

nulevende i Kattegat. Da Isen afsmeltede, trak Rensdyret og de andre nordiske Dyreformer som fx. Lemming og Rype sig efterhaanden Nord paa til deres nuværende Tilflugtssteder i Skandinavien, Lapland o. s. v. Under denne Vandring passeredes ogsaa Danmark efterhaanden af de forskellige Plante- og Dyreformer, der her fandt midlertidige Opholdssteder under Klimaets gradvise Forandring. Denne Veksling i den postglaciale Tids Plante- og Dyreverden kan derfor finde en passende Plads under Omtalen af Danmarks Geologi, tilmed da det er i Danmark, man først blev ret opmærksom paa disse Vekslinger i Naturforholdene og deres Forhold til Flora og Fauna.

Menneskets Optræden i Kvartærtiden[22]).

Man har delt hele det Tidsrum, hvori der er fundet Vidnesbyrd om Menneskets Tilværelse i følgende Afsnit:

Urstenalderen, der falder i Tertiærtiden og er karakteriseret ved Forekomsten af Eoliterne, Stenstykker, der ikke viser egentlig forsætlig Bearbejdning, men kun er brugsdannede, d. v. s. viser Spor af at have været benyttet. Som tidligere nævnt (Side 353 og 360) er der dog endnu adskillige Forskere, der benægter, at de fundne Eoliter overhovedet har været i Menneskehænder. Intet sikkert Fund af Menneskeknogler haves fra Urstenalderen.

Oldstenalderen eller den palæolitiske Tid strækker sig fra Kvartærtidens Begyndelse omtrent til den postglaciale Tids Begyndelse. Fra de første Afsnit af den palæolitiske Tid haves kun faa og omstridte Fund af Menneskeknogler, men en Mængde ensartet formede karakteristiske Redskaber. Senere hen bliver Menneskeknogler mere almindelige og Redskabstyperne og Materialet, hvoraf de forfærdiges, bliver mere vekslende.

Nystenalderen eller den neolitiske Tid, som kan deles i to Afsnit, hvoraf det første den ældre Stenalder væsentlig kendes fra danske Køkkenmøddinger*). Mennesket levede af Jagt og Fiskeri, havde af Husdyr kun Hunden og benyttede fortrinsvis kun tilhuggede Stenredskaber. I det andet Afsnit den yngre Stenalder eller de store Stengraves Tid var Agerbruget allerede temmelig fremskredet, alle de nu kendte Husdyr fandtes tæmmet. Vaaben og Redskaber af sleben Sten benyttedes i udstrakt Maalestok.

I Danmark er kun fundet Stenalderssager fra den neolitiske Tid, men Syd for det af den skandinaviske Landis dækkede Omraade er der mange Steder gjort palæolitiske Fund. Særlig Fundene i Frankrig

*) Der findes ogsaa nogle Køkkenmøddinger fra „yngre Stenalder“ og senere Tidsafsnit.

tildrog sig først Opmærksomheden, og de Afsnit, hvori man kan inddele den palæolitiske Stenalder, bærer derfor ogsaa franske Navne, der hentyder til de franske Findesteder. Da Menneskets Optræden i Stenalderen har mange Berøringspunkter med de geologiske Forhold samt Plante- og Dyreverdenens Vekslinger i det kvartære Tidsrum, maa der her dvæles lidt nærmere ved Stenalders-Mennesket. Den palæolitiske Tid er efter Fundenes Art og Findestedernes Beliggenhed delt i et ret stort Antal Afdelinger, af hvilke dog her kun skal anføres de fire Hovedafdelinger, om hvilke der i Almindelighed kan siges at være Enighed blandt Forskerne. Som ved alle Tidsinddelinger af denne Art viser det sig dog ved nærmere Undersøgelse, at der ikke er noget skarpt Skel mellem de forskellige Afdelinger, men at der findes flere og flere Overgange, jo længere Undersøgelserne skrider frem, og jo flere Findesteder man træffer paa.

De fire Hovedafdelinger for den palæolitiske Stenalder er følgende:

Chelléen-Perioden*). Meget primitivt tilhuggede Flintredskaber findes sammen med Knogler af Elefanter, Næsehorn, Flodheste, Løver, Pantere m. fl. og med Planterester (Figentræ, Laurbærtræ m. fl.), der alt tyder paa et forholdsvis varmt Klima. Menneskene synes ikke at have haft faste Bopæle, men har øjensynlig trukket rundt efter Vildtet, hvor dette fandtes. Redskaberne og Maaltidsresterne findes i Flodgruslag og lignende Aflejringer paa „frit Felt“ (ikke i Huler). Efter Dyre- og Plantelevningernes Art og Lejringsforholdene maa Chelléen-Tidens Begyndelse utvivlsomt henlægges til tidlig præglacial plejstocæn Tid. Man har fundet Flintredskaber af Chelléen-Typen i Sydengland, Frankrig, Belgien, Tyskland, Mähren, Italien, Nord-Afrika samt Nord- og Sydamerika. Det viser sig altsaa, at allerede paa et saa tidligt Tidspunkt har Menneskene været spredt over en stor Del af Verden. Som tidligere omtalt, var der omtrent paa samme Tid let Landforbindelse mellem Europa og Nordafrika, og afrikanske Dyreformer fandtes langt op i Europa. I Almindelighed er der ikke fundet Menneskeknogler sammen med Redskaber af Chelléen-Typen, hvad der let forklares ved de i Reglen ubeskyttede Findesteder, da Menneskeknogler let forvitrer og smuldrer hen, naar de er udsat for Luften*).

*) Chelléen efter Findestedet *Chelles* i Departementet Seine et Marne lidt Øst for Paris.

**) I Klippehuler ved Middelhavet paa begge Sider af den fransk-italienske Grænse har man fundet flere hele Skeletter og spredte Knogler af Mennesker, som dog ikke med Sikkerhed kan bevises at være fra Chelléen-Tiden og af flere Forskere anses for adskilligt yngre. Men disse Knogler viser sig ved nærmere Undersøgelser at stamme fra en meget lavt staaende negroid Race, der i Benbygningen har staaet den afrikanske Urbefolkning — Buskmænd og Hottentoter

Moustérien-Perioden*). Sammen med Knogler af Mammut, det lodne Næsehorn og hele det fra Istidens Begyndelse (Side 384) omtalte Dyresamfund findes en Mængde Stenredskaber af den saakaldte *Acheul-* og *Moustier*-Type. De bestaar af Flintflækker og Knive, Skrabere, Bor, Økseblade o. fl. a. Redskaber. Menneskene synes i denne Periode fortrinsvis at have søgt Ly under udhængende Klipper og i Huler. Talrige Rester af Baal og mægtige Dynger af Flintaffald og marvspaltede Dyreben viser, at de daværende Stammer Aarhundreder igennem har opholdt sig paa de samme Steder, hvor Naturforholdene bød dem en beskyttet Boplads med Ly for det barske Klima i Kreds om det varmende Baal. Det har været dristige Jægere, der fældede Mammuten, det laadne Næsehorn og de store Kattearter. Selv ikke den 3 Meter lange Hulebjørn gik de af Vejen for. Dens marvspaltede Knogler findes blandt Maaltidsresterne, og i Hulerne**) har man flere Steder fundet Bjørnekranier, som viser, at Jægerne opsøgte den og med vældige Knippelslag knuste dens stærke Hjerneskal og gjorde den til Jagtbytte. Underkæben af Hulebjørnen med den isiddende store Hjørnetand tilrettede man til et Hugredskab til Brug ved mindre Arbejder, ved at borttage Ledenden og tildanne den inderste Ende af Kæben til et Haandtag.

I Krapina i Kroatien nær ved Agram har man i en Klippeniche, der i sin Tid er udhulet af en lille Bæk *Krapinica*, men nu ligger 25 M. over Bækkens Vandspejl, fundet Kul og Flintredskaber, Knogler af det lodne Næsehorn, Kæmpehjort, Bisonokse, Hulebjørn m. fl. og en Mængde Menneskeknogler af mindst 10 forskellige Individer i alle Aldere. Knoglerne synes at være behandlet ligesom Dyreknoglerne, d. v. s. svedne eller stegt over Ilden og knust. Skeletdelene af Menneskene fra Krapina synes ganske at stemme overens med det berømte *Neandertal*-Menneske. I 1856 blev der i en Dybde af 2 M. under Overfladen i en lille Hule i Neandertal (Düsseltal) mellem Düsseldorf og Elberfeld fundet Overdelen af et Menneskekranium og nogle andre Knogler i et Lerlag, der senere hen viste sig at indeholde Knogler af det lodne Næsehorn, Hulebjørn m. m. Fundet vakte overordentlig Opmærksomhed, da Hovedskallens Form med de vældige Øjenbrynbuer og med den fladt tilbageskraanende Pande og snævre Hjernekasse tydede paa en Menneskerace eller endog en Menneske-Art af en hidtil ganske ukendt

---

meget nær. I de samme Egne er fundet enkelte smaa Menneskefigurer smukt udskaarne i Elfenben og Fedtsten. En Kvindefigur viser efter de foreliggende Angivelser en endog ret paafaldende Lighed (Steatopygi) med Hottentotkvindernes ydre Legemsbygning.

*) Moustérien af *Le Moustier* ved Floden Vezère i Dordogne (Frankrig).

**) Særlig i Rübelander-Hulen i Braunschweig.

lavtstaaende Type. Mange vægrede sig derfor ved at tillægge Neandertalfundet nogen Betydning*), men der kom efterhaanden mange nye Fund til, der viste de samme Ejendommeligheder. Saaledes fandtes flere Kranier og Skeletdele i Huler ved La Naulette og ved Spy i Belgien, ved Malarnaud og Arcy i Frankrig og navnlig i Schipka-Hulen i Mähren og fl. St. Man har opstillet Mennesket fra denne Tid som en særegen Art *Homo primigenius*. I hosstaaende Fig. 232 er væsentlig efter den ansete engelske Anatom Prof. *Macnamara* fremstillet Tværsnit af Kraniet af:

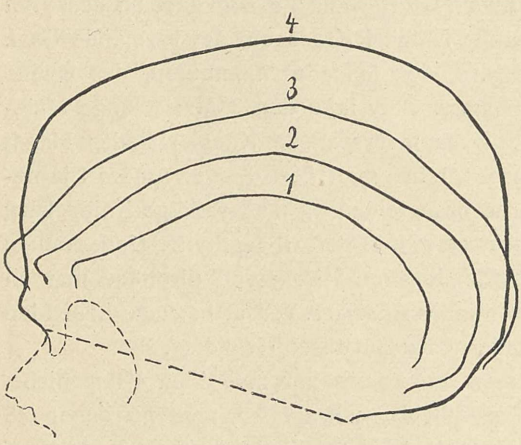


Fig. 232. Tværsnit af Hjerneskallen af: *1* Chimpanse; *2* Pithecanthropus fra Java; *3* Neandertalracen; *4* en Englænder fra Nutiden.

1. Anthropopithecus troglodytes, Chimpanse.

2. Pithecanthropus erectus fra Fundet ved Trinil paa Java (se Side 361).

3. Homo primigenius, Neandertalmanden.

4. Homo sapiens, en Englænder fra Nutiden.

Den punkterede skraatliggende Linje i Figuren gaar omtrent fra Øjenbrynet til Nakkeledhullet. Man har kunnet beregne og maale Hjernekassens Hulrum hos de forskellige Former og fundet:

Chimpansens	Hjernekasse	er c.	600	Kubikcentimeter
Pithecanthropus erectus	—	—	850	—
Homo primigenius	—	—	1230	—
Homo sapiens	—	—	1500	—

Ogsaa andre Træk hos Neandertalracen henviser den til en Mellemstilling mellem nulevende Mennesker og de tidligere Stamformer. Saaledes var Underkæben overordentlig plump og stærk med tilbagevigende Hage og store massive Tænder med stærkere og længere Rødder end hos noget Nutidsmenneske. Lemmeknoglerne viser en lignende kraftig

*) Den berømte tyske Anatom *Rudolph Virchov* ansaa saaledes først Kraniet for at hidrøre fra et ved Sygdom degenereret Individ (en Idiot), senere hen for en Kosak fra Napoleons-Tiden, der havde lidt af Sygdom. Nu gaar man den modsatte Vej med Hensyn til Benægtelserne, idet nogle mener at kunne paavise, at der slet ikke er noget særlig ejendommeligt ved *Homo primigenius*, men at Mennesker af selvsamme Legemsbeskaffenhed lever lystig fort i Nutiden endog i stort Antal her i Danmark!!

men meget primitiv Bygning, ligesom man endnu kan finde den hos den ældgamle Veddastamme (Indiens og Ceylons Urbefolkning) og hos visse Aber.

Solutréen-Perioden*) svarer til Steppetiden under den sidste Interglacialtid (Side 387). Hesten har udgjort det vigtigste Jagtdyr, der blev fældet og fortæret i et uhyre stort Antal. Alene ved Solutré fandt man, blandet med Flintværktøj og Vaaben, sammenhobede Maaltidsrester i en Dynge, der var 100 M. lang og 3 M. tyk, som hovedsagelig bestod af Hesteknogler „*un magma de cheval.*" Den franske Forsker *Toussaint* har beregnet, at der heri findes Levninger af 40000 Heste, saa at man deraf tør slutte, at Jægerstammen har opholdt sig Aarhundreder igennem paa denne Plads. Nogle antager, at Hestene jævnlig blev gjort til Bytte ved, at Jægerne omringede en Flok Heste og jagede de opskræmte Dyr udover Solutréklippens stejle Skrænt, hvorved de styrtede ned og blev et let Bytte. Flintredskaberne er gennemgaaende vel forarbejdet til Knive, Spydspidser, Pilespidser, Økseblade, Flintprene til Gennemboring af Skind m. m. og vidner om en ikke ringe Dygtighed i Flintens Behandling. Lignende Fund er gjort i Huler og Lösslag andre Steder i Frankrig, ved Rhinen og navnlig i Østerrig. Ved *Hundssteig* i Krems har *M. Hoernes* og senere *I. Strohl* undersøgt et stort Findested for Levninger fra Solutréen-Jægerne. I et 12 M. mægtigt Lösslag fandtes en Mængde Arnesteder med Flintredskaber og Affald fra Flintbearbejdningen. Der fandtes sammen hermed en stor Masse Dyreknogler, der bar Vidnesbyrd om at have været i Menneskehænder. Det største Antal hidrørte fra Vildhesten, dernæst fra Bisonokse, Saigaantilope, smaa Steppegnavere og ikke faa Mammutknogler væsentlig af unge Dyr. En Mængde andre lignende Forekomster kendes fra disse Egne. Overalt viser det sig, at de omtalte Steppedyr og Mammuten har været et eftersträbt Bytte, som blev fældet og fortæret i store Mængder. Flintredskaber, Brudstykker og Affald findes i tusindvis blandet med enkelte Redskaber af Ben. Flere Steder er fundet Menneskeknogler, endog virkelige Begravelser. De fundne Skeletdele viser i flere Henseender Ligheder med Neandertal-Racen, men synes dog i vigtige Træk at staa paa et adskilligt mere fremskredet Stade. Sammen med Skeletterne er fundet Halsbaand af Dyretænder, tilskaarne forsirede Knogler og gennemborede Sneglehuse og enkelte Steder smaa Menneskefigurer udskaaret i Elfenben, hvad der af nogle anses som Beviser paa religiøse Forestillinger. Det samme gælder om de overordentlig mærkelige Tegninger og Malerier af Jagtdyr fra samme Tidsrum, der i hundredevis er fundet tildels meget dybt inde i Huler i Frankrig og Spanien. Dyre-

*) Solutréen af *Solutré* i Dep. Saôneet Loire.

billederne, der hyppigst forestiller Heste, Bisonokser og Mammutdyr, er ofte fremstillet med stor Naturtroskab. De er udført paa Hulernes Vægge og Loft ved kunstigt Lys, og man har fundet de benyttede skaalformige Lamper, hvori Fedt eller Talg med en Væge af Mos tjente som Belysningsmiddel.

Magdalénien-Perioden*) falder sammen med Istidens sidste Afsnit. Den kan med Rette kaldes Rensdyr-Tiden, da Rensdyret var det vigtigste Jagtdyr, hvis Levninger i Tusindtal er fundet i de af Magdalénienjægerne beboede Huler og Klippely. Saadanne Bopladser er fundet spredt over store Strækninger af Frankrig, Belgien, Tyskland, Schweitz, Bøhmen og Polen ind i Rusland. Sammen med Rensdyret blev de andre arktiske Dyr saasom Polarræv, Jærv, Snehare, Rype m. fl. gjort til Bytte, Ind mellem disse rent polare Former findes ogsaa, men mere sparsomt, Vildhest, Saigaantilope og andre Steppedyr, som om Sommeren fra sydligere Egne trak op paa Tundraen, der var opstaaet foran den paany fremrykkede Indlandsis. Rensdyrjægerne har benyttet en Mængde forskellige i Reglen meget vel forarbejdede Vaaben og Redskaber af Flint, men desuden har Ben og Rensdyrtak i udstrakt Maalestok været taget i Brug til Forfærdigelse af Vaaben og Redskaber lige fra store Harpuner og Kastespydspidser til fint forarbejdede Synaale. De større Benredskaber og Benstykker er ikke sjældent forsynet med yderst naturtro udførte Tegninger af de almindelige Jagtdyr. Ogsaa Ornamenter og Smaafigurer, der tydes som paagældende Jægeres Ejendomsmærker (Bomærker), findes indridset paa Benvaabnene. Dyretegninger af lignende Art er ligeledes indridset i Klippehulernes Vægge og paa Kalksten- og Skiferplader**).

I Fig. 233 er med Borttagelse af alle den egentlige Tegning uvedkommende Streger og Figurer gengivet en Skiferplade med en smuk Gruppe af Rensdyr fra Magdalénien-Tiden. Renerne synes at staa i blød Jord eller paa en Snemark, der skjuler Klovene. Skiferpladen er fundet i en Hule ved *Les Eyziers* i Dordogne.

Menneskeskeletter fra denne Tid er sammen med Rensdyrknogler m. m. fundet adskillige Steder. De synes at bære et temmelig konstant Racepræg og hører til den saakaldte *Cro-Magnon-Race****). Det har været

*) Magdalénien efter *La Madéleine* ved Floden Vezère i Dordogne.

**) Ofte er det ene Lag af Tegninger eller Udkast med kunstnerisk Nonchalance indtegnet ovenpaa det andet, saa at der ved Tegningen af den enkelte Gruppe af Tegninger maa gaas frem omtrent som ved Behandlingen af Oldtidens og Middelalderens *Palimpséster*, hvor Skriftstykker fra meget forskellige Tider er anbragt det ene ovenpaa det andet paa samme Underlag.

***) *Cro-Magnon* i Vézères Floddal. Her blev i 1868 fundet Levninger af fem Mennesker, og nogle Aar senere i den samme Floddal nogle flere Skeletter sammen med Dyreben og Redskaber fra Magdalénien-Tiden.

velvoksne (Højde 1,80 M.) kraftige Folk med en harmonisk Legemsbygning, ganske forskellige fra Neandertal-Racens plumpe Skikkelser, med et rummeligt velformet Kranium, der meget lignede Størstedelen af den neolitiske Stenalders Befolkning i Mellem- og Nordeuropa og kun ved de forholdsvis stærkt udviklede Øjenbrynsbuer maaske afviger noget fra den nulevende Befolkning og derved dog viste lidt Slægtskab med *Homo primigenius*.

Man ser, hvor nøje de palæolitiske Fund slutter sig til Vekslingerne

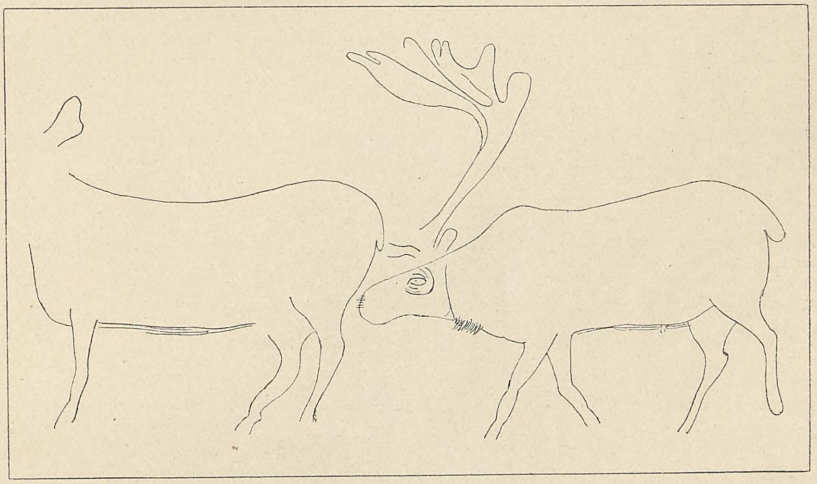


Fig. 233. Rensdyr tegnet paa en Skiferplade. Fra en Hule ved *Les Eyziers* i Dordogne.

i geologiske Forhold under den kvartære Istids forskellige Svingninger, saa at man gradvis kan følge disse ogsaa gennem det palæolitiske Menneskes Udvikling. Under Chelléen-Tidens rigelige Tilgang paa Fødemidler med de mange jagtbare Dyr lærte Mennesket Maaden, hvorpaa Sten kan forarbejdes til Vaaben og Redskaber, og i de paafølgende Tidsrum var Dueligheden i Stenens Tildannelse stedse stigende, samtidig med at andet Materiale blev taget i Brug. Tillige lærtes, at beregnende Snildhed i Angrebet og ubetvingeligt Mod i Farens Stund kunde gøre Mennesket til Dyrenes sejerrige Overvinder. Istidens haarde Klimatforhold var en streng fysisk og aandelig Prøve, som Magdalénien-Tidens Jægerbefolkning dog forstod at gennemgaa. Kunsten at tildanne Vaaben og at forarbejde og fremskaffe det daglige Livs Fornødenheder gik fremad med stærke Skridt. Samtidig med at Menneskets Bygning og Ydre forædledes, er der i Begravelsesmaaden, i de frembragte Tegninger og Udskæringer Vidnesbyrd om en tilsvarende aandelig Udvikling.

I den paafølgende neolitiske Tid fortsattes denne Udvikling, men

med meget forskellig Hurtighed i de forskellige Egne af Jorden. Medens man i de nordiske Lande endnu levede i en Stenalder, var man i de gamle Kulturcentrer: i Ægypten og Assyrien naaet helt ind i de Tider, hvorfra der haves historiske Overleveringer. Det er sikkert nok, at Landenes geologiske Ejendommeligheder ogsaa i denne Henseende har spillet en væsentlig Rolle, men Beskrivelsen af de mangfoldige Forhold, der herved gør sig gældende, maa dog overlades til Arkæologien og Historien.

HENVISNINGER *)

Side 5: [1]) *Finn. Magnusen:* „Om de gamle Skandinavers Inddeling af Dagens Tider." Kgl. d. Vid. Selskabs histor.-philos. Skrifter, 7. Del 1845. Særlig S. 138 og S. 224.

[2]) *P. la Cour:* „Historisk Fysik" I. (Kbhvn. 1896).

— 11: [3]) *T. N. Thiele:* „Bemærkninger angaaende Laplaces Kosmogoni." (Oversigt over d. kgl. d. Vid. Selskabs Forh. 1890 S. 340 o. flg.

Af Værker, der iøvrigt omhandler Mineralogien og Geologien fra et historisk Synspunkt og som særligt er benyttet, kan fremhæves:

Ludwig von Launay: „Mineralogie der Alten" I—III. (Prag 1800—1803).

Hermann Kopp: „Geschichte der Chemie" I—IV. (1843—47).

C. F. Naumann: Lehrbuch d. Geognosie I—III (ufuldstændig). (Leipzig 1858).

A. G. Nathorst: „Jordens Historia." (Stockholm 1894).

Spørgsmaalet om Verdens Udvikling er i den nyeste Tid gjort til Genstand for meget interessante Overvejelser af den berømte svenske Kemiker *Svante Arrhenius* i hans Bog „Världarnes Utveckling" (5. Oplag, Stockholm 1907), hvorved den Kant-Laplace'ske Teori i visse Henseender modificeres og yderligere udvides.

— 23: [4]) *J. J. Berzelius:* „Die Anwendung des Löthrors in der Chemie und Mineralogie." Flere Oplag og Oversættelser paa forskellige Sprog i første Halvdel af forrige Aarhundrede.

C. F. Plattner: „Probirkunst." (Leipzig 1837).

Se ogsaa *C. F. Barfod's* Lærebog i analytisk Chemi. (Kbhvn. 1863).

— 112: [5]) Paa Dansk haves i *N. V. Ussing:* „Vulkaner og Jordskælv" (Kbhvn. 1904, Pris 1 Kr.) Fremstilling af disse Forhold. Af benyttede Værker til omhandlede Spørgsmaal maa særligt nævnes:

A. G. Nathorst: „Jordens Historia." (Stockholm 1894).

Benedikt Friedländer: „Der Vulkan Kilauea." (Berlin 1896).

---

*) Man ser let, at der her ikke er tilstræbt at give nogen fuldstændig Bibliografi, men kun en eksempelvis Anføring af enkelte af de om paagældende Emne handlende Værker. Kun et Par enkelte af Henvisningerne skal tjene som Afhjemling af det i Teksten anførte.

P. Schwahn: „Der Vesuvausbruch 1906." (Berlin 1906).
V. P. Anderson: „Vesuvius in fury." April 1906. (The Century).
Th. Thoroddsen: „Vulkaner og Jordskælv paa Island." (Kbhvn. 1907).

Side 137: [6]) *O. T. Christensen:* „Nogle Undersøgelser af de ved de vulkanske Eftervirkninger paa Island udstrømmende Luftarter." (Tidsskrift for Fysik og Kemi. Kbhvn. 1889, S. 225—243).

— 142: [7]) *Athanasii Kircheri* e. soc. Jesu: „Mundus subterraneus in XII libros digestus." (Amsterodami 1664). Findes bl. a. Steder ogsaa i et smukt Eksemplar i Landbohøjskolens Bibliothek.

— 146: [8]) Af Værker om Jordskælv er særlig benyttet:
R. Hoernes: „Erdbebenkunde." (Leipzig 1893).

— 191: [9]) *Sven Hedin:* „En Færd gennem Asien 1893—1897." (Kbhvn. 1900, 1. Del, S. 177).

— 205: [10]) *E. Geinitz:* Beträge z. Geol. Mecklenburgs I. 1879, S. 54. II. 1880, S. 10. III. 1884, S. 4.
E. Geinitz: „Die Seen, Moore und Flusslaüfe Mecklenburgs" 1886, S. 2.
G. Berendt i Zeitschrift d. deut. geol. Gesellschaft. 1880 S. 2.
F. Wahnschaffe: „Die Ursachen d. Oberflächengestaltung des nordd. Flachlandes." 2. Udg. 1901, S. 127.

— 206: [11]) *F. Nansen:* „Fram over Polhavet" I. (Kr.a 1897, S. 120).

— 206: [12]) *K. Rørdam:* „Danmarks geol. Undersøgelse" I. R. Nr. 1, S. 66. I. R. Nr. 4, S. 96.

— 206: [13]) *N. V. Ussing:* „Danmarks geol. Undersøgelse" 3. R. Nr. 2, S. 249.

— 222: [14]) *C. Ochsenius:* „Die Bildung mächtiger mariner Kalkabsätze" i „Neues Jahrb. f. Mineral." 1880, II. Bd., S. 53.

— 235: [15]) *Svante Arrhenius:* „Världarnes Utveckling." (5. Uppl. Stockholm 1907, S. 34).

— 236: [16]) *Henri Moissan:* I „Comptes rendus" 122, S. 1462.
C. Viola: I „Neues Jahrb. f. Mineral." 1896 II, S. 334.

— 240: [17]) Biogenetisk Grundlov først fremsat af *E. Haeckel* i 1866. Paa det af mange yndede videnskabelige Frimurersprog var Lovens Ordlyd omtrentlig: *„Ontogenien er en Rekapitulation af Phylogenien"*, hvad der paa dansk kan oversættes ved: „Individets Udviklingsgang er i korte Træk en Gentagelse af hele Slægtens Udviklingshistorie." Den udtalte Læresætning har ved alle nyere Undersøgelser saavel i geologisk som i biologisk Retning vist sig at holde Stik. Men den maa som alle Regler, der gælder for levende Væsener, ikke opfattes slavisk bogstavret som en matematisk Formel. Der kan meget vel være Stadier af Slægtens Udvikling som det vilde være upraktisk af Naturen at lade Individet gennemgaa i alle Detailler. Saadanne Stadier kan derfor komme kun svagt eller rent antydningsvis til Syne i det enkelte Individs Udvikling.

— 336: [18]) *C. W. Andrews:* „On the Evolution of the Proboscidea." Philosophical Transactions of the Royal Soc. of London. Serie B, Vol 196, London 1904, S. 44 o. flg.

— 359: [19]) *Ch. Darwin:* „A naturalist's voyage round the world." Oktavudgaven. (London 1902, S. 132—133).

Side 365: [20]) Istidsstudiernes historiske Udvikling. Af ældre Behandling af dette Æmne kan fremhæves:

Th. Kjerulf: „Istiden." „Fra Videnskabens Verden." (Kbhvn. 1876).

A. G. Nathorst: Flere Steder i „Quartærsystemet" i „Jordens Historia." 2. Bd. (Stockholm 1894).

Meget væsentlige Bidrag findes ogsaa i:

L. Holmström: „Otto Torell" i Geol. Fören. Bd. 23. (Stockholm 1901).

En let læselig Oversigt fra moderne Synspunkter over hele Istidsspørgsmaalet er givet i:

K. Bjørlykke: „Istiden i Nordeuropa." Naturen. (Bergen 1907).

— 380: [21]) *Gerard de Geer:* „Om Skandinaviens geograf. Utveckling efter Istiden." (Stockholm 1896).

— 391: [22]) Menneskets Optræden i Kvartærtiden. En Mængde forskellige Værker foreligger om disse Æmner. Se fx.:

John Lubbock: „Prehistoric Times." (London 1865).

M. Hoernes: „Die Urgeschichte des Menschen." (Wien 1892).

— „Der diluviale Mensch in Europa." (1903).

L. Reinhardt: „Der Mensch zur Eiszeit." (München 1906).

S. Müller: „Vor Oldtid." (Kbhvn. 1897. Se særlig S. 147).

REGISTER

A

Aas 200.
Aasgrav 202.
Aasgrube 202.
Abbot 149.
Abrassionsflade 180.
Abrassionsterrasse 180.
Accessoriske Bestanddele 50, 75.
Accumulationsterrasse 180.
Acheul-Type 393.
Adular 63.
Afstøbning 90.
Aftryk 90.
Agassiz L. 366.
Agat 48.
Agger, Jordskælvsbølge ved, 152.
Agnostus 249.
Aguilarit 53.
Aistopoda 254.
Alabast 61.
Alactaga jaculus 389.
Albien 308.
Ålbit 64.
Algonkium 237.
Allotropi 18.
Alluvium 382.
Almandin 66.
Alperne 107.
Alungruppen 60.
Alunskifer 88, 258.
Amazonsten 64.
Ametyst 46.
Ammoniak 100.
Ammoniter 286, 306, 318.
Ammopus 287.
Amphibol 65.
Amphicyon 351.
Amphitherium 297.
Ananchytes 319.
Anchitherium 328.
Andesit 79.
Andrews, C. W., 334.
Angelin, N. P., 254.
Anglesit 60.
Anholt 207.
Anhydrit 59.
Ankerit 58.
Anomodontia 278, 283.
Anomoepus 287.
Anoplotherium 348.
Anorthit 64.
Antimonglans 54.
Antimonsølv 53.
Antracit 43, 94, 227, 269, 270.
Antracitlag 251.
Antrakonit 249.
Apatit 62.
Aptien 308.
Aragonit 58.
Araucaria 272, 296.
Archaeopteryx 298.
Archegosaurus 282.
Arfvedsonit 66.
Argillornis 330.
Aristoteles 6.
Arizona 164.
Arkose 87.
Arrhenius, S., 235, 242.

Arsen 44.
Arsenkis 55.
Asbest 65, 103.
Asfalt 67, 102, 104.
Atacamit 57.
Atanelag 313.
Atlantosaurus 284, 300.
Atrio del Cavallo 122.
Augit 66.
Augitsyenit 77.
Augustinus 6.
Automolit 50.
Avicenna 6.

B

Bahialag 311.
Barrande, J., 254.
Bartholin, C., 296.
Bartholin, Th., 99.
Baryt 60.
Basalt 80.
Basaltgang 111.
Bear-Butte 112, 162.
Beecher, C. E., 254.
Belemnit 286, 306, 318.
Bellerophon 249, 250.
Bernissaert 310.
Bernhardi, A., 366.
Berzelius, J. J., 176.
Betula nana 384.
Beyrich, H. E., 341.
Biolit 86.
Biotit 64.
Biotitgranit 76.
Biotitsyenit 78.
Bischof, G., 176.
Bitterspat 58.
Bitumen 49, 227, 252.
Bjergkalk 268.
Bjergkrystal 46.
Bjergstød 108.
Björlykke, K. O., 259, 268.
Blaajord 62.
Blaakvarts 47.
Blainville, H. de, 336.
Blodjaspis 47.
Blodjernsten 52.
Blodsten 52, 103.
Blokke, erratiske, 195.
Bly 102.
Blyglans 54.
Blæksprutter 255.
Blæretangens Stentransport 223.
Bogheadkul 94.
Borax 100, 101.
Boring, artesisk, 175.
Bornit 55.
Bornitrid 56.
Borsyre 53, 138.
Bosco-Trecase 124.
Botriolepis 266.
Bovbjerg 183.
Bozen 169.
Brachiopoder 238, 249, 252, 269, 319.
Brachiopodskifer 257.
Brahe, Tycho, 6.
Brahmaputradeltaet 171.
Branchiosaurus 274.
Brandskifer 88.
Breccie 87.
Bregner 262.
Bremersandsten 311.
Broget Sandsten 286.
Brogniart, A., 13.
Brontosaurus 284, 300.
Brontozoum 288.
Bromsølv 56.
Brunjernsten 53.
Brunkul 95, 227.
Brunspat 58.
Bryozokalk 91.
Bræer, døde, 191.
Brænding 183.
Brögger, W. C., 167, 259.
Buch, Leopold v., 121, 367.
Bulbjerg 182.
Bundmoræne 192.
Bunsen, R. W., 137.
Buran 208.
Burgbrohl 139.
Bønnemalmlag 341.

C

Calabrien 150.
Calamiter 272.
Calcaire grossier 329.
Callao 151.
Calymene 255.

Cannelkul 94.
Carbonado 42.
Carnallit 57.
Catania 118.
Cement 102.
Cenoman 308.
Cephalaspis 265.
Ceratophyllum 363.
Ceratopsia 284.
Ceratopygekalk 258.
Ceratosaurus 284, 299.
Ceritkalk 91.
Cerussit 59.
Cestracion 269.
Ceylonit 51.
Chalcedon 47.
Chamisso 234.
Charpentier 265.
Chasmops 258.
Cheirolepis 264.
Chelléen 392.
Chelonia 283.
Chilisalpeter 61.
Chirotherium 287.
Christensen, O. T., 137.
Chrysolit 62.
Cicero 6.
Citrin 46.
Clarke, F. W., 70.
Clymenia 266.
Coelestin 60.
Colima 114, 135.
Colorado Canon 164.
Coloradofloden 164.
Colossochelys 358.
Compsognathus 284, 300.
Condylarthra 331.
Conodonter 249.
Conwentz 344.
Corallina 215.
Cordaites 262, 272.
Copal 68.
Crag 360.
Credner, H., 343.
Creodontia 331.
Crinoidekalk 253.
Crioceras 318.
Crocodilia 383.
Cro-Magnon 396.
Cromer-Lag 363, 378.
Cryptoprocta 348.
Culm 268.
Cuprit 52.
Cuproplombit 53.
Cuvier, G. L. C., 13, 324.
Cycadeae 272.
Cycadofilices 262.
Cygnognathus 277.
Cyrtoceras 256.
Cystidea 253.

D

Dalbyøgaard 176.
Dames, W., 298, 371.
Danien 308.
Dannelser, arkæiske 233.
— azoiske 233.
— kænozoiske 332.
— mesozoiske 282.
— palæozoiske 245.
— proterozoiske 237.
— æoliske 96.
Darwin, Ch., 14, 207, 217, 224, 336, 359.
Dasornis 320.
Deiphon 255.
Deisterlag 307.
Deltadannelse 169.
Denudation 235.
Deshayes, G. P., 324.
Devonisk F. 260.
Diabas 80.
Diabasporfyr 80.
Diallag 66.
Diamant 41.
Diamantspat 52.
Diatoméer 92.
Diatomékisel 92, 103.
Dictyonemaskifer 258.
Dicynodon 278.
Dimetrodon 278.
Dinassten 50.
Dinoceras 332.
Dinosaurier 284.
Dinotherium 336, 351, 359.
Diorit 58.
Diprotodon 322.
Dipterus 265.
Discordans 234.

Dismal-Swamp 225.
Dobbeltspat 57.
Dobbeltsulfider 55.
Dogger 292.
Dolerit 80.
Doleritmandelsten 80.
Dolomit 58, 91, 100, 101.
Dolomitmarmor 85.
Dolomitsandsten 87.
Dryas 384.
Dryolestis 297.
Drypsten 179.
Dryptosaurus 313.
Dubois, E., 361.
Dvergbirk 384.
Dwykakonglomerat 275.
Dybhavsler 219.
Dynamit 103.

E

Echinoconus 319.
Eftervirkninger, vulkanske, 136.
Elektrum 45.
Elephas antiquus 364, 388.
— meridionalis 364.
Elsdyr 390.
Elotherium 328, 347, 348.
Endemoræne 192.
Endoceras 256.
Enkeltsulfider 53.
Eocæn 329.
Eolit 353, 391.
Eosirenia 336.
Eotetrapoda 273.
Eozoon 235.
Epicentrum 148.
Eratosthenes 6.
Erosion 163, 234.
Erythrozinkit 54.
Esmark, J., 231, 366.
Eurypterus 238, 249, 254.
Everglades 225.

F

Falbygden 257.
Fayum 333, 337.
Fedtsten 63, 104.
Feldsitporfyr 76.
Feldspatgruppen 63.
Feldspatporfyr 77.
Firn 187.
Fiskelevninger i gammel rød Sandsten 263.
Flaggermusguano 93.
Flint 47, 93.
Flodaflejringer 169.
Fluidalstruktur 74.
Flusspat 56.
Flytblok 195.
Flyvesand 96, 211.
Foldning 107.
Foldebjerge 107.
Fontainebleau-Sandsten 341.
Foraminiferer 219, 330.
Foraminiferkalk 91.
Forchhammer, J. G., 171, 206, 208, 369.
Forel, F. A., 152.
Formation, algonkisk, 238.
— comanchean 308.
— devonisk, 261.
— huronisk, 238.
— Glimmerskifer-, 236.
— Jura-, 292.
— kambrisk, 246.
— karbonisk, 268.
— Kridt-, 308.
— Kul-, 268.
— Kvartær-, 362.
— laurentisk, 234.
— ordovicisk, 251.
— permisk, 279.
— silurisk, 251.
— tertiær, 323.
— Trias-, 286.
— Urgneis-, 234.
Forstening 90.
Forvarsler, vulkanske, 135.
Forvitring 156.
Fosfater 100.
Fosforit 62.
Fossil 90.
Fouque, F., 149.
Franklinit 51.
Fresenius, H. & R., 176, 178.
Fucoidsandsten 258.
Fugleguano 93.
Fuglen fra Solnhofen 298.
Fumaroler 137.

Fusiyama 116.
Fyrsten 48.

G

Gabbro 79.
Gagat 95.
Galilei 7.
Gangart 111.
Gangamopteris 276.
Gangesdelta 171.
Gangspalte 111.
Gas 100, 227, 261.
Gaudry, A., 358.
Gault 309.
Geer, G. de, 380.
Geikie, A., 157, 253, 309.
Gennembrudsdal 164.
Gennemgange 22.
Geotermisk Maal 141.
Geyser 139.
Giant-Geysir 139, 140.
Gibs 61.
Giftdalen paa Java 139.
Gilgames 7.
Gingko 273, 297.
Glacier Bay 201.
Glassvamp 221.
Glaubersalt 61.
Glaukonitsandsten 87.
Gletschere 187.
Gletscherborde 189.
Gletscherfald 188.
Gletscherport 190.
Glimmergruppen 64.
Glimmerskifer 83.
Glimmerformation 236.
Globigerina 220.
Glossopteris 276.
Gneis 83, 101.
Gneisgruppen 83.
Goat-Island 167.
Goethit 53.
Gomphoceras 256.
Gondwanaland 275, 281, 291.
Goniatiter 267.
Goplepolyper 252.
Gotthardt St. 145.
Graavakke 87.
Grafit 43, 94, 103, 104.
Grafitgneis 83.
Granat 66, 83.
Granatgneis 83.
Granit 75, 101.
Granitgang 110.
Granitgruppen 75.
Granitmassiver 237.
Graptoliter 252, 253, 258.
Grenelle 144.
Greenockit 54.
Grés de vosges 280.
Griffelskifer 88, 104.
Grossular 66.
Grovkalk 329.
Grundlov, biogenetisk, 240, 250.
Grundfjeld 233, 259.
Grundvand 173.
Grus 100.
Gryphaea 319.
Grønsand 309.
Grønsten 87.
Grønskifer 87.
Guano 93.
Guld 45, 102.
Gytje 94.
Gødningskalk 100.

H

Haardhedsskala 20.
Hadrosaurus 285, 316.
Haliserites 226.
Halitherium 336, 351.
Halvædelsten 36.
Havets Virkninger 180 o. flg.
Hedeflade 202.
Hedin, S., 211.
Heer, O., 312, 387.
Hekla 117, 132.
Hekla-Hookdannelser 260.
Heliotrop 47.
Helladotherium 359.
Helleflint 83.
Herkulanum 120.
Herodot 147.
Hesperornis 316, 328.
Hessonit 66.
Hipurites 320.
Hoernes M. 395.
Holopea 250.

Holoptychius 264.
Holoturier 253.
Homo primigenius 394.
— sapiens 394.
Hornblende 65.
Hornblendegneis 83.
Hornblendeskifer 84.
Hornblendegranit 76.
Hornitos 136.
Hornsten 47.
Hornsølv 56.
Horst 107.
Hulebjørn 363, 389.
Hulehyæne 363, 389.
Huleløve 389.
Hulker 205.
Humboldt, A. v., 135, 150, 367.
Hundegrotten 138.
Hutton, J., 12, 365.
Hvidaadannelser 190.
Hydrophan 49.
Hyoliter 250.
Hyracodon 346.
Hyracotherium 326.
Hyrax 325, 332.
Hængesæk 225.
Høfder 185.

I

Ichtyosaurus 306.
Idevand 183.
Idothea 382.
Iguanodon 285, 310.
Ildopal 49.
Ilter 46.
Indsande 210.
Inoceramus 319.
Interglacialtid 374, 387.
Isbjerge 197.
Isens Virkninger 185.
Islands Vulkaner 130.
Isobaser 381.
Isomorfi 18.
Itacolumit 42, 236.

J

Jalpait 53.
Jaspis 47.
Jet 95.
Jensen, J. A. D., 213.
Jern 44, 102.
Jernglans 51.
Jernglimmer 52.
Jerngneis 83.
Jerskilder 177.
Jernkisel 47.
Jernmeteoriter 97.
Jernnikkelkis 54.
Jernokker 53, 89.
Jernspat 58.
Jessen, A., 207.
Jod 101.
Jodsølv 56.
Johnstrup, J. F., 137, 210, 227, 370, 379.
Jord, spiselig, 100.
Jordens Form og Størrelse 4.
Jordpyramider 168.
Jordrystelser, geotektoniske, 108, 148.
— Indstyrtnings-, 148.
— vulkanske, 148.
Jordskælv 147.
Jorullo 135.
Jura 292.
Justedalsbræ 202.
Jægerspris-Kilder 177.
Jættegryder 167.

K

Kaarsberg, H. S., 208.
Kaldæerne 5.
Kainit 60.
Kaliglimmer 64, 103.
Kalisalpeter 61.
Kalisalte 100.
Kalkflora 208.
Kalksalpeter 61.
Kalksandsten 87.
Kalkspat 57.
Kalkspatmarmor 84.
Kalksten 91, 101.
Kalkstengruppen 91.
Kalmyksteppen 208.
Kant, Im., 8, 106.
Kaolin 63, 104.
Kaolinit 63.
Karahavet 222.
Karat 42.
Karborund 102.
Karfunkel 52.
Karneol 48.

Kaurigum 68.
Keelingøgruppen 224.
Kedelsten 178.
Kelvin 235.
Keppler, J., 6.
Kertemindeler 232.
Keuper 286, 289.
Kieserit 60.
Kilauea 114, 126.
Kildekalk 101, 178.
Kildevands Sammensætning 176.
Kimberley 42.
Kimberlit 42.
Kircher, A., 142, 145.
Kiselalger 92.
Kiselflora 208.
Kiselgalmei 63.
Kiselgur 92.
Kiselsinter 48.
Kiselskifer 49, 89.
Kjerulf, Th., 259, 370.
Klinge 388.
Klit 208.
Kloakdyr 285.
Klorit 67.
Kloritskifer 84.
Klæbersten 63, 101.
Knoglebreccie 93, 111.
Kobber 44, 102.
Kobberlazur 59.
Kobberkis 103.
Kobberskifer 88, 280.
Kokkoliter 92, 215.
Komelag 311.
Konglomerat 87.
Kongofloden 154.
Kontinentalbevægelser 153.
Kopernikus 6.
Koprogen 93.
Koprolit 52, 93.
Koraller 216, 252, 257.
Koralkalk 91, 218.
Kornerup, A. N., 201.
Kosmogoni 8, 106.
Kotzebue, O. v., 224.
Krabla 137.
Krakatau 129, 207.
Krapina 393.
Krebsdyr 216, 254.
Kridt 100, 103, 104, 308.
Krisuvik 137.
Kryokonit 189.
Kryolit 56.
Krystallografi 23.
Kugleflint 100.
Kulbrinter 67.
Kuldannelse 225.
Kulformation 268.
Kulgruppen 94.
Kuljernsten 269.
Kulstofgruppen 41.
Kulsyreudvikling 138.
Kulturlag 96.
Kvadersandsten 312.
Kvarts 46.
Kvartsporfyr 78.
Kvartsskifer 84.
Kvartærformation 362.
Kvægsølv 45, 102.
Kystrev 216.
Kæmpehjort 363.
Kæmpeøgler 284.
Kænozoisk 322.
Kærneforstening 90.

L

Labrador 64.
Labyrintodonter 274.
Laccolit 112.
Lagunedannelse 180.
Laki 131.
Lampadius, V. A., 142.
Lampretter 249.
Laplace, P., 8, 106.
Lapparent, A. de, 294, 355.
Lariosaurus 281, 289.
Laurentian 234.
Laurvikit 77.
Ledeforstening 230.
Lepidodendron 270.
Lepidolit 65.
Lepidophytae 271.
Leithakalk 352.
Lemming 384.
Lersletter 203.
Les Eyziers 396.
Levy, M., 149.
Lias 292.

Lignit 96.
Limonitsandsten 53, 87.
Limulus 266.
Lingula 249.
Lipari 118.
Liparit 77, 118.
— obsid an 77.
— pimpsten 77, 102.
Lithothamnion 215.
Litorina litorea 383.
Lituites 256.
Londonclay 329.
Ludlow 257.
Lübtheen 281.
Lycopodiaceae 271.
Lyell, Ch., 13, 324, 365.
Löss 388.

M

Machairodus 357, 359, 363.
Macnamara 394.
Magdalénien 396.
Magnesian-Limestone 280.
Magnesit 58.
Magnetit 51.
Magnetjernsand 51.
Magnetjernsten 51.
Malakit 59.
Malm (Formation) 292, 296.
Malme 36.
Malmgange 111, 262.
Mammothsprings 140.
Mammut 384, 386.
Manganblende 54.
Manganit 53.
Manganspat 58.
Marienglas 61.
Marsh, O. C., 284, 287, 314.
Marsk 185.
Martinique 136.
Mastodon 336, 340, 359, 384.
Matteucci 123.
Mauna-Hararai 126.
Mauna-Loa 114, 117, 126.
Mayon 116.
Medusites 247.
Megaceros 363.
Megatherium 357.
Meleda 149.
Melkekvarts 47.
Mergel 100.
Merskum 65.
Mesohippus 327.
Mesonyx 333, 334.
Metamorfose 238.
Metamynodon 345.
Meteorsten 100.
Meteorstøv 99, 189.
Midtmoræne 191.
Mikrosauria 274.
Milleporer 216.
Milne-Edwards, A., 351.
Mineralkilder 177.
Mineralselskab 171.
Miocæn 349.
Miohippus 327.
Mississippian 268.
Mississippidelta 170.
Moafugl 330.
Moeritherium 337.
Mofetti 137.
Moissan, H., 43, 236.
Molasse 342.
Moler 92.
Montmartre-Gibs 341.
Monson 109.
Mont-Cenis 145.
Mont-Pélée 136.
Monte-Rossi 118.
Monte-Somma 120.
Morion 46.
Mortillet, G. de, 351.
Moræner 191.
Moræne fra arkæisk Tid 236.
— - devonisk Tid 261.
— - kambrisk Tid 245.
— - kvartær Tid 379.
— - permisk Tid 275.
Mosasaurus 283, 318.
Moskusokse 384.
Moustérien 393.
Muirgletscheren 202.
Murchison, R. J.. 246, 251, 254.
Murray, J., 217.
Muskovit 64.
Muskovitgranit 76.
Musestenen 200.
Muslingkalk 286, 289.

Myliobates 330.
Myremalm 53, 101.
Myxine 249.

N

Nagelfluh 87, 342.
Nansen, F., 205, 241.
Nauheimkilde 178.
Neandertal 393, 394.
Nehring, A., 388.
Neocom 308.
Neolitisk 391.
Neumayr, M., 293, 352.
New Red 280.
Newton, J., 8.
Niagara 166.
Nikkelkis 54.
Nildelta 171.
Nil, den hvide, 225.
Niles, W. H., 109.
Nitrocalcit 61.
Nordenskiöld, A. E., 99, 176, 222.
Nulliporer 216.
Nummulitkalk 91, 331.

O

Ochsenius, C., 222.
Odontopteryx 330.
Olenelluszonen 250.
Olenus 248, 258.
Olenusskifer 258.
Olenuszonen 250, 258.
Old Red 261.
Oljeskifer 88.
Oligocæn 341.
Oligoklas 64.
Olivin 62.
Olivingabbro 80.
Olivinsten 62, 80.
Onyx 48.
Opal 49.
Ophidia 283.
Orakei-Korako 140, 141.
Orbigny, A. d', 308.
Ordovician 251.
Organismernes Virksomhed 156, 214.
Orohippus 327.
Orthoceras 256.
Orthocerkalk 91, 258.
Orthoklas 64.
Orycteropus 337.
Osborn, H. F., 334, 337, 347.
Osteolepis 264.
Ostracoda 249.
Ostracodermer 266.
Otozoum 288.
Oudenodon 278.
Owen, R., 298.
Ozokerit 67.

P

Palaeoblattina 251.
Palaeohatteria 282.
Palaeolitisk 391.
Palaeomastodon 337, 340.
Palaeoniscus 28.
Palaeophonus 252.
Palaeopithecus 358.
Palaeotherium 348.
Palagonit 87.
Paludina 363.
Panserfisk 260.
Paradoxides 248.
Paradoxides-Zonen 250, 258.
Parasitkrater 117.
Pareiasaurus 277.
Patriofelis 333.
Pegmatit 76.
Petridilaunisk 367.
Petroleum 67, 100, 261.
Phascolotherium 297.
Phenacodus 331.
Phokis 150.
Phragmites 343.
Phylloceras 295.
Phyllopoda 249.
Pighude 216.
Pikermi 358.
Pilspringer 388, 390.
Pimpsten 103, 322.
Pinus succinifera 343.
Pithecanthropus 361, 394.
Pjetturson, H., 87.
Plagioklas 64.
Plänerkalk 312.
Planorbis 361.
Platin 46, 102.
Platygonus 328.

Playfair, J., 365.
Plejstocæn 363.
Pleonast 51.
Plesiosaurus 283, 305.
Plinius d. y. 120, 176.
Pliocæn 255.
Plutark 6.
Podelta 172.
Polarpil 384.
Polforskydning 276, 373.
Polianit 50.
Pompeji 120.
Ponahohoa 126.
Porfyritisk 74.
Porfyrit 79.
Portlandcement 102.
Potamogeton 343.
Predentata 284.
Probersten 49.
Protoceras 348.
Protohippus 327.
Protolarix 343.
Protosaurus 283.
Przribram 109, 144.
Pseudomorfose 46.
Pterodactylus 304.
Pterichtys 265.
Purbecklag 307.
Pyrit 54.
Pyrolusit 50.
Pyrop 66.
Pyroxen 66.
Pythagoras 6.
Pythomorpha 283.

Q

Quedlinburg 388.

R

Radackøerne 224.
Radiolarier 216.
Randmoræne 91.
Rav 68, 343.
Reid, H. F., 201, 202.
Reliktformer 382.
Rensdyrtiden 396.
Reusch, H., 152, 157, 245.
Reutélien 361.
Rhamphorynchus 304.
Rhizopoder 216.
Rhombeporfyr 78.
Rhynchocephalia 282.
Rhyolit 77.
Rhæt 290.
Richter, H. E., 242.
Ringrev 216.
Riobamba 151.
River-fosfat 93.
Rosenkvarts 46.
Rossi, M. S. de, 152.
Rothliegendes 280.
Rubin 52.
Rubinspinell 51.
Rullestensler 369.
Rutil 50.
Rutot, A., 355.
Rødjernsten 52.
Rødkridt 104.
Røgtopas 46.

S

Sabelkat (Machairodus) 357, 359, 363.
Safir 52.
Saiga-antilope 388.
Saliner 177.
Salix polaris 384.
— reticulata 384.
Salmiak 56.
Salpeter 100.
Salt 99.
Saltarter 37.
Salt, engelsk, 101.
Saltkilder 177.
Salt-Range 252.
Saltsyre 103.
Salvina 343.
Samum 208.
Sand 100, 103.
Sanidin 64.
Sandsletter 202.
Sandslibning 212.
Sandsten 87, 101, 103.
Sassolin 53.
Sauria 283.
Sauronodonter 283.
Sauropoda 284.
Sauropterygia 283.
Scheuchzer 6.

Schizoneura 296.
Schladebach 144.
Schweinfurth, G., 333.
Scirocco 208.
Sedgwick, A., 248, 251.
Sedimentbjergart 85.
Sefström, N. G., 367.
Segeberg 281.
Seismograf 108.
Seltersvand 178.
Senon 308.
Serpentin 63, 101.
Sequoia 343.
Sigillaria 271.
Sipho 356.
Sirenia 335.
Sivatherium 357.
Siwaliklag 357.
Skareklit 181, 182.
Skifergruppen 88.
Skiferler 88.
Skjoldfisk 257, 266.
Skræderkridt 104.
Skurstriber 193.
Slangebugtninger 165.
Slimaal 249.
Smergel 52, 102.
Smilax 343.
Smith, G., 7.
Smøreoljer 103.
Sne, evig, 186.
Snefon 187.
Snelavine 187.
Snelinje 186.
Sneskred 187.
Soda 103.
Solfatara 138.
Solfatarer 131.
Solnhofen 296.
Solutréen 394.
Spalter 113.
Sparagmitsandsten 87.
Sperenberg 281.
Spermophilus 289.
Sphaerella nivalis 241.
Sphenophyllaceae 262, 272.
Spinell 51.
Spongier 92.
Spring 107, 109.
Spydglans 54.
Spænding i Stenlag 108.
Squalodon 351.
Stabiæ 120.
Stassfurth 281.
Staurocephalus 255.
Steenstrup, Jap., 206, 369, 386.
Stephan, H., 109.
Stegocephalia 273.
Stegodon 339.
Stegosauria 285.
Stegosaurus 302.
Stehlin, G. H., 337.
Stenal 87.
Stenalder 391.
Stenarters Anvendelse 99.
— Inddeling 71.
Stenbestrøning 197.
Stenbro, skuret, 193.
Stenkærne 90.
Stenkul 94.
Stenmeteoriter 98.
Stensalt 55.
Stensen, N., 6, 386.
Stensletter 211.
Stentransport ved Isbjerge 197.
Steppetid 388.
Stereocaulon 164.
Stevns Klint 180, 182.
Stigmaria 226, 271.
St. Pierre 136.
Straaletryk 242.
Straalkis 55.
Straalsten 65.
Strabo 120.
Streg 20.
Strohl, J., 395.
Stromboli 118.
Strontianit 58.
Struktur 74.
Struvit 62.
Strøkorn 74.
Sundarban 171.
Superfosfat 100.
Surbrønde 177.
Surturbrand 96.
Svartisen 190.
Svovl 43, 138.
Svovlkilder 177.

Svovlkis 54, 103.
Syenit 77.
Sylvin 56.
Søer, isdæmmede, 205.
Søliljer 253, 289.
Sølv 45, 102.
Sølvglans 53.
Sølvkobberglans 53.
Sømalm 53.

T

Tacitus 120.
Tagbeklædning 102.
Takla-makan 211.
Talchirkonglomerat 275.
Talk 63.
Talkskifer 84.
Tambora 129.
Tangrand 216.
Tavleskifer 88, 104.
Tax 296.
Taxodium 343.
Teglmalm 52.
Tellursølv 53.
Temnospondyli 294.
Terebratula 319.
Terrasse 180.
Tetrabelodon 336, 340.
Theropoda 284.
Thethys 291, 331, 342.
Thiede 388.
Thoroddsen, Th., 132, 212.
Thuja 296.
Tin 102.
Tinsten 50.
Tirslundestenen 195.
Titanjern 52.
Titanophasma 275.
Titanosaurus 284.
Titanotherium 347.
Tolucca 135.
Torell, O., 370.
Torridonlag 238.
Torullo creek 211.
Trachodontiae 285.
Tragulidae 348.
Trakyt 78.
Trapa 343.
Trap 80, 258.
Tras 102.
Tremolit 65.
Triceratops 285, 313.
Trilobit 238, 245, 248, 255, 267.
Trinil 361.
Trinucleus 255.
Trinucleusskifer 258.
Trogontherium 363.
Trona 59.
Træsten 48, 93.
Tullberg, T., 337.
Tungebregner 276.
Tungspat 60.
Tunicata 249.
Turon 308.
Tvillingdannelse 35.
Tørv 96, 225.

U

Udaadehraun 210.
Udvidelse ved Opvarmning 20.
Udviklingslære 239.
Uintatherium 332.
Ulmannia 281.
Underaargletscher 202.
Urgneis 234.
Urhovdyr 331.
Urkalk 235.
Urpadder 263, 273.
Urtaage 9.
Ussing, N. V., 130, 173, 183.

V

Vaalkonglomerat 275.
Vasketin 50.
Valkejord 101.
Vandføring 175.
Vandrejsning 175.
Vandtræk 175.
Varmeledningsevne 22.
Vejrsmuldring 157.
Vejrskal 160.
Vesuv 116, 119, 121, 122.
Vildbæk 163.
Vinci, L. de, 6.
Vintremøller 178.
Vismut 44.
Virchow, R., 394.
Vitriolgruppen 60.

Vivianit 62.
Vogesersandsten 280.
Vogt, J. H., 70.
Voldrev 216.
Volcano 118, 119.
Volkmann, P., 142.
Vulkaner 112, 115, 117, 137.
Vægtfylde 19.
Værdi af Verdensprod. af Mineral 104.

W

Wahnschaffe, F., 380.
Walchia 281.
Wangenroog 153.
Wealden 309.
Wellingtonia 343.
Werner, A. G., 12, 230, 365.
Wester-Egeln 388.
Widmanstättenske Figurer 98.
Witherit 58.
Wurtzit 54.
Wyandottehulen 179.

X

Xiphodon 348.

Y

Yellowstone 96, 140.
Yoldia 382.

Z

Zambesefloden 225.
Zechsten 280.
Zeolitgruppen 67.
Zeuglodon 333, 335, 351.
Zinkblende 54, 103.
Zinkspat 58.
Zinnober 54, 104.
Zirkon 50.
Zirkonsyenit 78.

Æ

Ædelgranat 66.
Ædelsten 36, 101.
Ærtesten 89.
Ætna 117, 118.

Ø

Øhavne 185.
Øjegneis 83.
Øreben 222.
Øresten 222.
Ørkensalt 56.
Ørkensand 252.

RETTELSER

Side 34: L. 18 f. o. **P** læs: —**P**.

— 38: — 13 f. o. $\overset{III}{R}O_3$ læs: $\overset{VI}{R}O_3$.

— 38: — 20 f. o. FeO, CzO_3, læs: FeO, Cr_2O_3.

— 39: — 19 f. o. Carnalit, læs: Carnallit.

— 39: — 2 f. n. $CaCO_3$, læs: $CuCO_3$.

— 40: — 17 f. o. $\overset{II}{R}_2SO_4$, læs: $\overset{I}{R}_2SO_4$.

— 50: — 10 f. o. $\overset{IV}{R}O_3$, læs: $\overset{VI}{R}O_3$.

— 53: nederst til højre AgSb, læs: Ag_3Sb.

— 57: L. 5 f. o. Carnalit, læs: Carnallit.

— 57: — 16 f. o. $\overset{II}{R} = Cu$, læs: $\overset{II}{R} = Ca$.

— 61: — 14 f. n. $CuCO_3$, læs: $CaCO_3$.

— 66: — 18 f. o. $\overset{I\ II}{R}R$, læs: $\overset{II\ III}{R}R$.

— 141: flere Steder Calciumflorid, læs Calciumfluorid.

— 157: L. 7 f. o. vesuvianium, læs: vesuvianum.

— 159: — 20 f. o. $2SiO_3$, læs: $2SiO_2$.

— 201: — 14 f. n. 1805, læs: 1895.

— 265: — 4 f. o. valencienesi, læs: valenciennesi.

— 285: — 8 f. o. Benissartiensis, læs: Bernissartiensis.

— 297: — 19 f. n. E. Bartholin, læs: C. Bartholin.

— 302: — 3 f. o. *Branchiosaurus*, læs: *Amphicoelius*.

— 319: — 17 f. n. *Anachytis*, læs: *Ananchytis*.

— 396: — 7 f. n. Tegningen, læs: Tydningen.

Rettet d. 13/5-17