Ved den polytechniske Læreanstalt
for Tørv

Physik

og

Skibsmaskinlære

af

Theodor Nielsen,
cand. polyt.

Kjøbenhavn 1886.

Kgl. Hof-Instrumentmager samt Uhr- og Chronometerfabrikant
H. E. Holst Efterfølger,
Hans Liisberg,
Østergade 24.

Lærebog

i

Physik.

Udarbejdet til Brug ved Forberedelse

til

Maskinistexamens første Afdeling

af

Theodor Nielsen,

cand. polyt.

Kjøbenhavn 1886.

Kgl. Hof-Instrumentmager samt Uhr- og Chronometerfabrikant
H. E. Holsts Efterfølger,
Hans Liisberg.
Østergade 24.

Kjøbenhavn. — Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

Til Eleverne.

Skal noget, der læses, tilegnes grundigt, og uden at der spildes noget af den dertil anvendte Tid, maa der læses paa en fornuftig Maade, og nogle Anvisninger dertil skal jeg fremsætte her.

Man bør læse sin Lektie stykkevis, idet man kun tager smaa og sammenhørende Stykker for ad Gangen og lærer hvert Stykke godt, førend man gaar til det næste. Forekommer der et Stykke, som man ikke kan finde ud af, gaar man videre og faar saa senere sin Lærer eller en Kammerat til at hjælpe sig ud over Vanskeligheden.

Hvert Stykke læses langsomt og eftertænksomt igjennem, indtil det er forstaaet og lært (eller midlertidig opgivet). Derpaa hører man sig selv og efterser, hvad man ikke kan. *Læresætningerne* maa kunnes *ordret udenad.*

Alle mathematiske Beregninger maa gjennemregnes og alle Figurer skitseres, ellers kunne de ikke erindres. Hertil anvender man for let at kunne gjøre Rettelser bekvemmest Tavle og Griffel.

Efterat man er kommen til Ende med Lektien, maa man paany gjennemgaa de vanskeligere Steder, og endelig maa man for at samle Hovedtrækkene gjennemlæse den hele Lektie med Eftertanke.

Første Gang en Bog læses igjennem maa fremfor alt Enkelthederne læres; det samlede Overblik kommer først, efterat Bogen er gjennemgaaet grundigt to eller tre Gange.

Alle de i Bogen fremhævede Tal maa læres udenad; men af Tabellerne læres kun de enkelte Tal, der maatte blive angivne af Læreren.

Af Hensyn til vor stærke Forbindelse med England ere en Mængde engelske Betegnelser medtagne; men de kræves ikke til Examen. De ere gjengivne i deres grammatikalske Grundform.

Temperaturerne ere angivne efter Celsius Thermometer.

De engelske Maal- og Vægtenheder ere benyttede. Angaaende deres Sammenhæng indbyrdes og med dansk Maal og Vægt findes der Oplysninger bag i Bogen; her skal kun bemærkes, at ft. betyder Fod og in. Tommer, samt at Pundstegnet er lb. i Enkelttal og lbs. i Flertal.

Enkelte Steder er der medtaget Ting, som ikke kræves til Examen, men som det dog i Praxis kan være meget nyttigt at have Kjendskab til.

Theodor Nielsen.

Mekanisk Physik.

1. Alt, hvad der *har Rumopfyldning*, kaldes **Materie** [matter] eller Stof og kan deles i uendelig smaa Dele, der kaldes *Partikler*, *Smaadele* eller Molekuler. En begrændset Del af Materien kaldes et *materielt Legeme.*

2. *Vægten af én Rumenhed af et Legeme* kaldes dets **Tæthed** (Pund pr. cub Tom. eller cub Fod). *Det Antal Gange et Legeme vejer mere end Vand af samme Rumfang* kaldes Legemets **Vægtfylde** * (den er ubenævnt); er den bekjendt kan Legemets Tæthed let findes ved Hjælp af Vands Tæthed, der er ca. 0,036 lb. pr. cub in. (62 lbs. pr. cub. ft.), saaledes er f. Ex. Kvægsølvs [mercury] Vægtfylde 13,6 og altsaa dets Tæthed 13,6 . 0,036 = 0,49 lb. pr. cub in.

3. Gjøre et Legemes Smaadele en *kjendelig Modstand mod Forskydning*, kaldes det et **fast Legeme** [solid]; er denne Modstand derimod *forsvindende lille*, kaldes det et **flydende Legeme** eller et *Fluidum* [fluid]. Et fast Legeme har en selvstændig Form, et flydende Legeme antager derimod Form efter det «Kar», hvori det indeholdes. — Nogle flydende Legemer ere omtrent usammentrykkelige og have en vis om end ringe Sammenhængskraft, der bevirker, at mindre Dele overladte til sig selv antage Draabeform, og at større Masser paa Grund af Tyngden synke

* Se nærmere om Tæthed og Vægtfylde i 33 og 34.

tilbunds i deres Kar og foroven have en vandret «fri Overflade»; de kaldes *draabeflydende Legemer* eller *Vædsker* [liquid] f. Ex. Vand. Ved nogle af dem bevæge Delene sig ikke rigtig let, de kaldes derfor *tykflydende* (f. Ex. Tjære) i Modsætning til de almindelige, der kaldes *tyndflydende*. En Vædskemasses Rumfang og Tæthed (el. Vægtfylde) forandres ikke, naar den anbringes i et andet Kar. Ved Afkjøling kunne Vædsker forvandles til faste Legemer. — Andre flydende Legemer ere i høj Grad sammentrykkelige og udvidelige samt uden Sammenhængskraft. Deres Dele spredes derfor let til alle Sider, og en Masse deraf kan kun opbevares i et lukket Kar, som den altid vil udfylde helt, hvor stort det end er. De kaldes *luftformige Legemer* [air] og kunne have yderst foranderlige Rumfang og Tætheder (el. Vægtfylder). Ved Afkjøling eller Sammentrykning, enten hver for sig eller i Forbindelse, forvandles nogle af dem, de saakaldte *Dampe* [vapour] f. Ex. Vanddamp [steam] let til Vædsker; andre derimod, de saakaldte *permanente Luftarter* [gas] f. Ex. atmosphærisk Luft, forvandles yderst vanskelig.

Ved Opvarmning kan et fast Legeme forvandles til et draabeflydende og et draabeflydende til et luftformigt (f. Ex. Is, Vand, Damp); det er dog ikke lykkedes at fremstille alle Legemer paa alle tre «Tilstandsformer».

4. Forandres et Legemes Form paa Grund af en ydre Paavirkning, og er det istand til, naar denne opører, at gaa helt tilbage til sin oprindelige Form, kaldes det *elastisk* [elastic] (f. Ex. Staalfjedre, Kautschuk); kan det ikke eller kun delvis gaa tilbage, kaldes det *uelastisk* f. Ex. Bly, Ler. Alle luftformige Legemer ere elastiske; de draabeflydende Legemer ere ikke elastiske, og de faste ere kun elastiske til en vis Grændse, Elasticitetsgrændsen; overskrides den, gaa de kun delvis tilbage. Ved en vis Forandring i Form vil et fast Legeme sønderbrydes; har Formforandringen været stor, kaldes Legemet *sejgt* [tough]

f. Ex. Smedejern [wrought iron] eller blødt Staal [mild steel], har den været lille, kaldes det *skjørt* [brittle] f. Ex. Støbejern [cast iron]; efter Størrelsen af den Belastning, der har frembragt Bruddet, kaldes Legemet *stærkt* eller *svagt*. Kan et fast Legeme ridse et andet, kaldes det *haardt* (en Fil) og det andet *blødt* (Jern). Nogle faste Legemer ere *plastiske* (bløde), saa at de ved et ydre Tryk kunne bringes i en helt ny Form, f. Ex. Bly og fugtigt Ler. Flere faste Legemer, f. Ex. Kokes [coke] og Træ [wood] ere *porøse* [porous], det er gjennemtrukne af fine Aabninger, Porer; disse kunne indsuge Vand, hvorved Legemet ofte udboldner (Træ bliver tykkere, Tovværk tykkere og kortere); udtørres Vandet, svinde de ind igjen. Faste Legemer fortætte et Luftlag paa deres Overflader; ved Ophedning fjernes dette Lag igjen.

5. Forandres Legemers Indre ikke ved en Blanding, kaldes denne en *mekanisk Blanding* (Kul og Sand), ellers siges de at indgaa en *kemisk Forbindelse* (Svovlsyre og Kalk give Gibs). Legemer, som vi ikke kunne dele i andre, kalde vi *Grundstoffer* [element; elementary body], saasom Kulstof [carbon; coal betyder Brændslet Kul], Jern [iron], Kobber [copper], Tin [tin], Zink [zinc], Kvægsølv [mercury], Ilt [oxygen], Kvælstof [nitrogen] og Brint [hydrogen], af hvilke de tre sidste ere usynlige Luftarter. Stoffer, der kunne deles i andre, kaldes *sammensatte Stoffer* [compound body], saaledes er *Vand* en kemisk Forbindelse af Ilt og Brint ($\frac{1}{9}$ Brint efter Vægt) og ren *atmosphærisk Luft* [atmospheric air] en mekanisk Blanding af Ilt og Kvælstof (23 % Ilt efter Vægt). — Kemisk rent Vand frembringes ved Fortætning af Vanddampe, og kaldes *destilleret Vand* [destilled water]; i *færsk Vand* [fresh water] fra Brønde, Floder og Indsøer er der opløst Luftarter og Stenarter, navnlig Kalkforbindelser, og i Saltvand [sea water] fra Havene tillige Kogsalt [common salt]. I Verdenshavene er der ca. $3\frac{1}{2}$ %, i Kattegat 2—$2\frac{1}{2}$ % og i

Østersøen c. $\frac{3}{4}$ % opløste faste Stoffer efter Vægt samt c. $\frac{1}{20}$ Luftarter efter Rumfang. Af faste Legemer kan Vand kun opløse en begrændset Mængde før det bliver «*mættet*» [saturated] dermed, der er f. Ex. 35 % Kogsalt i en mættet Saltopløsning. Luftarternes Opløselighed voxer, naar Trykket voxer, og naar Temperaturen aftager, og de udskilles som Luftperler, naar Trykket aftager, eller Temperaturen tiltager. — I *atmosphærisk Luft* findes der i Naturen altid indblandet ringe Mængder *Støv*, *Kulsyre* [carbonic acid], der er en kem. Forb. af Kulstof og Ilt, samt *Vanddampe*; Mængden af de sidste er meget foranderlig, og de kunne fjernes (Luften kan tørres) ved vandsugende Midler f. Ex. stærk Svovlsyre [sulphuric acid], nybrændt Kalk [lime; chalk = Kridt] eller smeltet Klorkalcium [cloride of calcium]. — *Smedejern*, *Staal* og *Støbejern* ere Jern med Indblandinger af Kulstof (det første mindst, det sidste mest) samt tilfældige Urenheder; til det meste Staal er der sat lidt Mangan. «*Metal*» deles i *Bronze* [bronze], der er sammenblandet af Kobber og Tin (ca. 10 %) og undertiden mindre Mængder af andre Metaller, og *Messing*, der er sammenblandet af Kobber og Zink; der er 24—35 % Zink i alm. Messing [brass] og 40 % i Yellow- eller Muntz-Metal. En ringe Tilsætning af Phosphor [phosphorus] eller Mangan [manganese] til Bronze gjør denne meget sejg og stærk (Phosphorbronze og Manganbronze). *Hvidt Metal* [white metal] bestaar af Tin, hvortil der er sat noget Kobber og Antimon [antimony].

6. Et Legeme, der ikke forandrer sin Plads, siges at være i *Hvile* [rest], og et, der forandrer den, at være i **Bevægelse** [motion]. Pladsen bestemmes i Forhold til faste Punkter, ɔ: Punkter, hvis indbyrdes Plads ikke forandres, f. Ex. et Skibs Dele eller Jorden. Efter deres Art benævnes Bevægelserne i en Bane *retliniede*, *krumliniede* eller *frem- og tilbagegaaende* [reciprocating] og om en Axe *omdrejende* (roterende) [rotary] eller *svingende* (oscil-

lerende) [oscillating; rocking]. Tilbagelægges der i en Bane ligestore Veje i ligestore Tider, kaldes Bevægelsen **jævn** og *Vejen i Tidsénheden Hastighed* [velocity; speed], denne angives i Tekniken i *Fod pr. Sekund* og i Søvæsenet i Kvartmil* i Timen (Knob, Mils Fart eller Mil i Vagten betyde det samme). *Vejen er lig Hastigheden Gange Tiden.*

En **ujævn** Bevægelse (uligest. Veje i ligest. Tider) kan anses for jævn i en lille Tid, og derved faas dens Hastighed i det betragtede Øjeblik bestemt. Voxer eller aftager Hastigheden jævnt, kaldes Bevægelsen *jævnt voxende* eller aftagende. Ved et frit Fald i et lufttomt Rum er Tilvæxten, den saakaldte *Grundhastighed* (ofte kaldet g), lig 32 ft. pr. Sekund. Den jævnt voxende eller aftagende Bevægelses «Middelhastighed» er lig Middeltallet af Begyndelses- og Ende-Hastigheden.

Ex. En Mand gaar 1 Mil (à 24000′) i 5 Kvartér, find hans Hastighed.

Tiden er 5.15 Min. = 5.15.60 Sek.; kaldes Hast. x, faas Vejen lig

$$24000 = x \,.\, \overline{5 \,.\, 15 \,.\, 60}$$

hvoraf Hast. $x = \dfrac{24000}{5 \,.\, 15 \,.\, 60} = 5\frac{1}{3}$ Fod pr. Sek.

7. Inertiens Lov siger: *intet livløst, materielt Legeme kan forandre sin Hvile eller Bevægelse uden en udvortes Aarsag*, der kaldes en **Kraft** [force; power], og viser sig som et Tryk eller Træk, der stræber at fremskynde (*Drivtryk*, bevægende Kraft) eller forsinke (*Modtryk*, Modstand) Legemets Bevægelse, eller at sætte det i Gang. Saaledes fremskyndes et faldende Legemes Bevægelse af *Tyngde-*

---

* 1 Kml. = $\frac{1}{4}$ geografisk Mil = $\frac{1}{60}$° af Ækvator = 5900′ dansk = 6080 ft. 1 Kml. i Tim. = 1,64′ dansk pr. Sek. = 1,69 ft. pr. Sek.

kraften [gravitation], og en rullende Kugle forsinkes eller standses helt af Underlagets *Gnidningsmodstand* samt af *Luftmodstanden.* Et Legeme kan kun bringes til at gaa i en krum Bane ved et ydre Tryk (en Kraft) indad f. Ex. en Sten i en Slynge; dette Tryk modvirkes atter af Legemet ved et Tryk udad, der kaldes *Centrifugalkraft* [centrifugal force]; ophører Trykket indad, gaar Legemet ligeud efter Banens Tangent, hvilket i daglig Tale udtrykkes ved at sige, at det slynges udad af Centrifugalkraften.

Under Hvile eller jævn Bevægelse virker der ingen Kræfter, eller ogsaa holde de hinanden i Ligevægt. En konstant (ɔ: uforandret) Kraft, der virker alene paa et Legeme i Retning af dets Bevægelse, giver det en jævnt voxende Bevægelse, og Hastighedstilvæxten voxer i samme Forhold, som Kraften voxer.

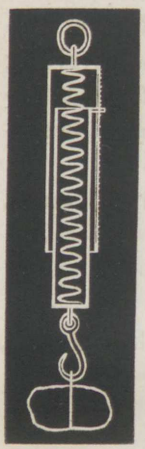

Fig. 1.

Tyngdekraften maales i Pund og andre Kræfter ligesaa, idet de kunne bestemmes ved Hjælp af en *Kraftmaaler* (et Dynamometer), hvortil man f. Ex. kan benytte en ved Forsøg inddelt almindelig Fjedervægt (Fig. 1).

Anm. Ved «Forsøgsinddelinger» afsættes Mærker paa de Steder Instrumentets Viser indstiller sig for visse bestemte ved Kunst tilvejebragte Forhold — her f. Ex. uden Last og med 10, 20, 30 . . . . Pund — og derpaa inddeles der i et passende Antal ligestore Dele — her 10 — mellem Mærkerne.

8. Flere **Kræfter**, *Komposanterne*, virkende **paa ét Punkt**, kunne «*sammensættes*» til én Kraft, *Resultanten* (er denne Nul, er der Ligevægt). Saaledes er Resultanten af *Kræfter, der virke i én ret Linie*, lig Summen af de Kræfter, der virke den ene Vej, Minus Summen af dem, der virke den modsatte Vej.

Virke *to Kræfter* (4 og 6 lbs. i Fig. 2) *under en Vinkel*, afsættes deres Størrelser ud fra Punktet (idet en lille Linie sættes lig 1 lb.), og der tegnes et «*Kræfternes Pa-*

rallelogram» med dem som Sider. Den fra Punktet udgaaende Diagonal (*r*) er da i Størrelse (8 lbs.) og Retning lig Resultanten. Omvendt kan en Kraft (*r*) «*opløses*» i to andre i givne Retninger ved Konstruktion af et Parallelogram med den som Diagonal. — Flere skjæve Kræfters Resultant kan findes ved først at sammensætte de to, saa deres Resultant og den tredie o. s. v.

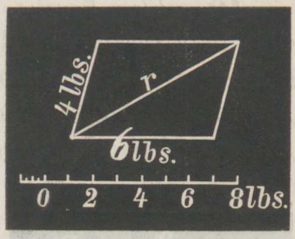

Fig. 2.

Anm. For Hastigheder kan der tegnes et *Hastighedernes Parallelogram* aldeles som ovenfor Kræfternes Parallelogram.

9. Tyngdekraftens Virkninger paa et Legemes Smaadele kunne sammensættes til én Kraft, der er lig Legemets *Vægt* [weight] og stedse gaar gjennem et bestemt Punkt, **Tyngdepunktet** [centre of gravity], i hvilket man derfor kan tænke sig hele Legemets Vægt samlet. I et regelmæssigt, ensartet Legeme ligger Tyngdepunktet i Midtpunktet. Et Legemes Tyngdepunkt kan findes ved Forsøg, idet man balancerer det i tre forskjellige Stillinger over en Kant; thi det maa ligge i en lodret Plan gjennem Kanten — opmærket ved Hjælp af en Lodsnor —, og det maa altsaa være det Punkt, hvori de to af Planernes Skjæringslinie skjærer den tredie Plan. Et Legeme, der kun paavirkes af Tyngden, er i Ligevægt, naar en lodret Linie, Faldlinien, gjennem Tyngdepunktet gaar igjennem Legemets Understøtning, og denne giver da et Modtryk, «en Reaktion», der er ligesaa stor som Legemets Vægt.

Anm. Er et Legeme paavirket af *Kræfter i forskjellige Punkter*, kunne de *henflyttes parallelt* med sig selv *til ét Punkt*; sædv. Tyngdepunkt og sammensættes der til én Kraft. Denne Resultant vil forskyde Legemet, som om den virkede ganske alene; tillige vil der rimeligvis fremkomme en Omdrejning om en Axe gjennem Punktet. Dersom Kræfterne holde hinanden i Ligevægt, bliver denne Resultant Nul, og Legemet forskydes ikke men drejes muligvis.

10. *Flere Kræfter*, der virke paa et Legeme i Planer vinkelrette paa en Axe derigjennem, *ville holde hverandre* i Ligevægt, *naar Summen af de «statiske Momenter» af de Kræfter, der stræbe at dreje Legemet den ene Vej, er lig Summen af Momenterne af dem, der stræbe at dreje det den anden Vej.* Ved en Krafts *statiske Moment* med Hensyn til en Axe *forstaas Produktet af Kraften og dens «Arm»*, det er en ret *Linie nedfældet vinkelret paa Kraften*, eller dens Forlængelse, fra Skjæringspunktet mellem Kraftens Plan og Axen. For at oplyse denne Sætnings Anvendelse skal Kraften P i Fig. 3 beregnes. O er Axen og 120 ℔ og 30 ℔ dreje den ene Vej og 60 ℔ og P ℔ den anden Vej, altsaa haves

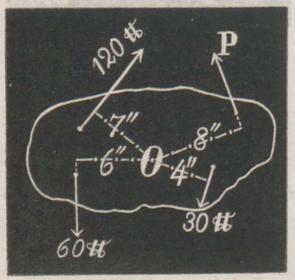

Fig. 3.

$$120 \,.\, 7 + 30 \,.\, 4 = 60 \,.\, 6 + P \,.\, 8$$
$$840 + 120 = 360 + 8P$$
$$960 = 360 + 8P^{*}$$
$$600 = 8P^{**}$$
$$P = \frac{600}{8} = 75 \text{ ℔}.$$

Anm. 1. *Virker der kun to Kræfter, blive de omvendt proportionale med deres Arme;* ɔ: dersom de forandre sig, bliver den ene f. Ex. Kraften ligesaa mange Gange mindre, som den anden, altsaa Armen, bliver større.

Anm. 2. En *Kraft* (8 Pund) paa en given Arm (5 Tom.) kan *«flyttes hen paa en anden Arm»* (4 Tom.) *ved Multiplikation med Forholdet mellem den gamle og nye Arm* ($\frac{5}{4} \,.\, 8 = 10$ Pund paa den 4 Tom. Arm); thi Momentet forandres ikke derved ($8 \,.\, 5 = 40 = 10 \,.\, 4$).

---

* Fra begge Sider af denne Ligning subtraheres 360.

** Begge Sider af denne Ligning divideres med 8, og Siderne ombyttes derpaa, saa at P kommer forrest.

11. *Ved en* **Krafts Arbejde**, Arbejdsmængde eller mekaniske Arbejde [work; power] *forstaas Kraften Gange en i Kraftens Retning gjennemløben Vej*; denne er lig Banen, naar Kraften virker i Banen. For Tyngdekraften er Vejen lig den lodrette Højde, der gjennemløbes.

Er Kraften ikke konstant, kan man tænke sig den erstattet af en «Middelkraft».

I Tekniken maales Kræfterne i *Pund* og Vejene i *Fod*. Arbejdsénheden [unit of work] kaldes *Pundfod* [foot-pound] og betegnes paa Dansk ℔'; for engelsk Maal skal her i Bogen skrives ft. lbs. (1 ft. lbs. = 0,881 ℔'). Én Pundfod kan frembringes ved at løfte ét Pund én Fod.

Ved jævne Arbejder (ɔ: ligest. Arb. i ligest. Tider) kan Arbejdets Forhold til Tiden maales i Pundfod pr. Tidsénhed, men bekvemmere bruges **Hestekraften** [horse-power], der er sat **lig 33000 ft. lbs. pr. Minut** og betegnes HP for engelsk Maal. Den danske Hestekraft, der er omtrent af samme Størrelse, bruges kun lidt; den betegnes HK og er sat lig **480 ℔' pr. Sekund** (1 HK = 0,991 HP).

Ex. Et Skib bugseres med en Kraft af 12000 lbs. og en Hastighed af 10 ft. pr. Sek.; hvor stor en Hestekraft behøves dertil?

$$\text{Arbejdet} = 12000 \,.\, 10 \text{ ft. lbs. pr. Sek.}$$
$$= 12000 \,.\, 10 \,.\, 60 \text{ ft. lbs. pr. Min.}$$
$$\text{Hestekraften} = \frac{12000 \,.\, 10 \,.\, 60}{33000} = 218 \text{ HP.}$$

12. For at bevæge et Legeme maa *Drivtrykkene* **udvikle** *Arbejde*, som de *tilføre* Legemet, der atter *afgiver* det til *Modtrykkene*, der **forbruge** *Arbejde*. Dersom *det udviklede Arbejde er lig det forbrugte*, *bliver Bevægelsen jævn* (*Drivtr. Arb. lig Modtr. Arb.*). Bliver hele det udviklede Arbejde ikke forbrugt, vil Overskuddet (Drivtr. Arb. Minus

Modtr. Arb.) virke til at forøge Bevægelsens Hastighed; bliver der derimod et Underskud, vil Hastigheden aftage, og Bevægelsen vil tilsidst kunne ophøre.

13. Ved et *Legemes* **levende Kraft** [vis viva; living force] *forstaas Produktet af dets Masse og dets Hastigheds Kvadrat*, idet der *ved et Legemes Masse* [mass] *forstaas dets Vægt divideret med Grundhastigheden* $g = 32$ ft. (se 6). Er f. Ex. et Legemes Vægt 12 lbs., saa er dets Masse lig $\frac{12}{32}$, og er dets Hastighed 20 ft., saa er dets levende Kraft $\frac{12}{32} \cdot 20^2 = 150$. *Den halve levende Kraft er et i et Legeme opsparet Arbejde*, der atter vil kunne afgives, og dens halve Tilvæxt (eller Aftagelse) er lig det ovenfor (i 12) nævnte Overskud (eller henholdsvis Underskud) af udviklet Arbejde over (henhv. under) forbrugt Arbejde. I Exemplet ovenfor vilde den levende Kraft svare til $\frac{1}{2} \cdot 150 = 75$ ft. lbs. og kunde f. Ex. have været udviklet af eller forbrugt af en Kraft paa 25 lbs. der gik 3 ft. (thi $25 \cdot 3 = 75$).

Et Svinghjul optager det Overskud af udviklet Arbejde, der faas ved Midten af en Dampmaskines Stempelslag, og forvandler det til levende Kraft, som det atter afgiver for at dække Underskuddet af Arbejde ved Dødpunktet. Dets udjævnende Virkning paa Maskinens Gang beror paa, at dets Rings store Masse, der gaar med en stor Hastighed, kan have en stor Forskjel i levende Kraft uden nogen videre Forandring af Hastighed.

For at et Legeme kan sættes i Gang eller standses, er det nødvendigt, at Legemet maa gjennemløbe en vis Vej under Paavirkning af en Kraft, for at der kan meddeles det eller henholdsvis berøves det den til Hastigheden svarende levende Kraft. Et Skibs Maskine maa saaledes gaa i nogen Tid, førend det faar sin fulde Hastighed, i denne Tid udvikler Maskinen mere Arbejde end Vandets Modstand forbruger (dennes Arb. voxer med Hast. tredie Potens), og dette Overskud omsættes til levende Kraft,

men det formindskes stadig, indtil Vandets Modstand kan bruge alt af Maskinen udviklet Arbejde, og Gangen bliver saa jævn. Skal Skibet standses, maa Maskinen stoppes eller mulig bakkes, for at dets levende Kraft kan afgives til det af Vandets Modstand eller mulig Bakningen forbrugte Arbejde.

Et stødende Legeme taber i Hastighed og dermed i levende Kraft; det sidste Tab bruges af Arbejdet af Trykket mellem Legemerne under Stødet. Dette Tryk maa altid være stort, da dets Vej kun bliver lille; men da elastiske og sejge Legemer forandre deres Form stærkere end de skjøre Legemer, paavirkes de mindre stærkt end disse. Ved disse Forhold forklares Hammerslags store Virkning, og at Fjedre saa godt ophæve et Støds Virkning, samt at Støbejernsgjenstande let ødelægges af Stød. — Det, Sømænd kalde et Skibs Drøn, er hermed beslægtede Virkninger af dets levende Kraft.

14. *Friktion* eller *Gnidningsmodstand* [friction] fremkommer, ved at Ujævnhederne af et bevæget Legeme og dets Underlag (Bane) gribe ind i hverandre, og den er lig et af Fladernes Beskaffenhed afhængigt Tal, *Friktionskoefficienten Gange Trykket mellem Fladerne.* Friktionens Størrelse er uafhængig af Bevægelsens Hastighed og af Fladernes Størrelse; den formindskes ved Smørelse, da denne udfylder Ujævnhederne. Modstanden er mindre under en Bevægelse, end naar der skal sættes i Gang («for Hvile»); Forskjellen er dog ringe ved haarde Legemer. Ved Pandelejer er Friktionen forholdsvis lille; men dens Virkning voxer med Tappens eller Axlens Diameter, da den saa faar en større Arm og en større Vej.

Nogle Middelværdier af Friktionskoefficienter ere:

Metal mod Metal;	for	Bevægelse	$\frac{1}{6}$,	for Hvile	$\frac{1}{6}$;
Træ mod Træ;	-	—	$\frac{2}{5}$,	- —	$\frac{1}{2}$;
Sten mod Sten;	-	—	$\frac{2}{3}$,	- —	$\frac{3}{4}$;

Modstanden mod *Rulning* er langt mindre end mod simpel Glidning; den aftager, naar Rullens eller Hjulets Diameter voxer.

Ex. En Glider trykkes mod sit Spejl med 12000 Pund, find Trækket i Stangen, naar Friktionskoefficienten er 0,2.

$$\text{Træk} = 0{,}2 \,.\, 12000 = 2400 \text{ ℔}.$$

15. En «*simpel Maskine*» tjener til med et lille Drivtryk, «*Kraften*» at bevæge eller holde Ligevægt mod et stort Modtryk, «*Byrden*», der sædvanlig er en Gjenstand, som skal løftes.

I. Er Maskinen i *Hvile* eller i *jævn Gang*, ville **Kraften og Byrden holde hinanden i Ligevægt** (se 7), altsaa kunne Sætningerne i 8, 9 og 10 anvendes.

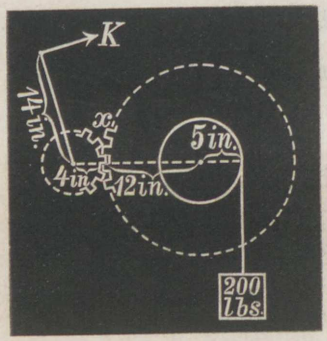

Fig. 4.

Ex. 1. Find den Kraft P, der kan løfte Byrden 200 lbs. ved det i Fig. 4 viste Spil.

Trykket x mellem Tænderne faas ved at tage Momenterne (se 10) med Hensyn til Axen for det store Hjul.

$$x \,.\, 12 = 200 \,.\, 5,$$

hvoraf $$x = \frac{200 \,.\, 5}{12} = 83{,}3 \text{ lbs.}$$

Kraften K faas derpaa ved at tage Mom. med Hens. til det lille Hjuls Axe.

$$K \,.\, 14 = 83{,}3 \,.\, 4,$$

hvoraf $$K = \frac{83{,}3 \,.\, 4}{14} = 24 \text{ lbs.}$$

II. Er en Maskine i *jævn Gang*, eller tænkes en hvilende Maskine sat i jævn Gang, er **Kraftens Arbejde lig Byrdens** (se 11 og 12). Følgelig maa *Kraften være ligesaa mange Gange mindre end Byrden, som dens Vej er større end dennes.* En lille Kraft kan altsaa godt løfte en stor Byrde, men den vil være længe om det, da den skal gjennemløbe en lang Vej for at udvikle Arbejde nok.

Ex. 2. En Skrue paavirkes med Kraft af 20 lbs. paa et Haandhjul med 40 in. Omkreds; hvor haardt trykker den, naar Stigningen er $\frac{1}{8}$ in. (8 Snit pr. Tomme)?

Drejes Skruen én Gang rundt, gaar Kraften 20 lbs. Vejen 40 in., og Byrden (Trykket), der kan kaldes B, Vejen $\frac{1}{8}$ in.; altsaa blive de ligestore Arbejder (se 12 og 11)

$$20 \,.\, 40 = B \,.\, \tfrac{1}{8},$$

hvoraf $$B = \frac{20 \,.\, 40}{\frac{1}{8}} = 20 \,.\, 40 \,.\, 8 = 6400 \text{ lbs.}$$

Ex. 3. En Byrde paa 100 lbs. skydes op ad en 16 ft. lang og 2 ft. høj Skraaplan (se Fig. 5), hvilken Kraft K behøves dertil?

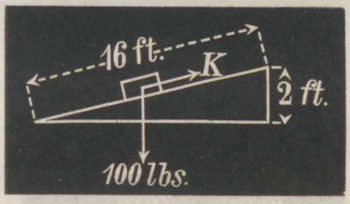

Fig. 5.

Skydes Byrden ligefra Skraaplanens Fod til dens Top, gjennemløber de K lbs. Vejen 16 ft. og de 100 lbs. Vejen 2 ft. i deres Retning. De ligestore Arbejder blive altsaa

$$K \,.\, 16 = 100 \,.\, 2,$$

hvoraf $$K = \frac{100 \,.\, 2}{16} = 12{,}5 \text{ lbs.}$$

III. *Ovenfor* i I og II er der *set bort fra Gnidningsmodstanden* (15); denne bevirker, da den altid er et Modtryk, at naar en Byrde skal løftes, behøves der en større Kraft end den efter ovenstaaende beregnede, medens der vilde behøves en mindre Kraft end den beregnede, dersom Byrden skulde sænkes ned.

16. **Vægtstangen** [lever] er en Maskine bestaaende af en Stang, der kan dreje sig om et fast Punkt (egentlig en Axe), Hvilepunktet *O*. Efter dens Stykker, Armenes An-

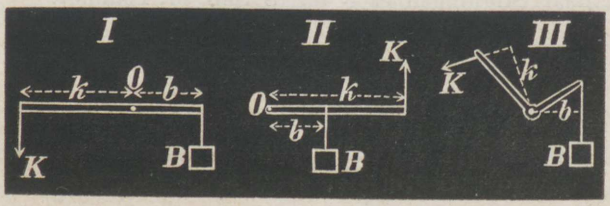

Fig. 6.

ordning, kaldes den toarmet (Fig. 6, I), enarmet (Fig. 6, II) eller Vinkelvægtstang (Fig. 6, III). De statiske Momenter (se 10) med Hensyn til Hvilepunktet (Axen) skulle være ligestore, altsaa bliver (se 10, Anm. 1) *Kraften ligesaamange Gange mindre end Byrden, som dens Arm* (*k*) *bliver større end Byrdens Arm* (*b*). Dette gjælder dog kun, naar der intet Hensyn tages til Stangens egen Vægt; skal denne med, tænkes den samlet i Tyngdepunktet (9).

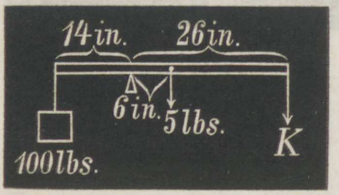

Fig. 7.

Ex. Find *K* paa den i Figur 7 viste Vægtstang. Stangen vejer 5 Pund og den er ensartet gjennem hele Længden.

Tyngdepunktet maa være midt i den $14 + 16 = 40$ in. lange Stang, altsaa $\frac{40}{2} - 14 = 6$ in. fra Hvilepunktet. Tages Momenterne med Hensyn til Hvilepunktet (se 10), faas

$$100 . 14 = 5 . 6 + K . 26;$$
$$1400 = 30 + 26K;$$
$$1370 = 26K;$$
$$K = \frac{1370}{26} = 52{,}7 \text{ lbs.}$$

17. Tridsen [pulley] er en rund Skive, der kan dreje sig om en Bolt og i Randen har en Rille, hvori et Tov hviler. Fig. 8, I viser en *fast Tridse* og Fig. 8, II en *løs Tridse*; ved den første hænger Byrden i Tovet, ved den anden i Tridsen. *Ved den faste Tridse er Kraften lig Byrden, og ved den løse Tridse med parallele Snore er Kraften det halve af Byrden*; thi dens Vej bliver henholdsvis lige saa stor eller dobbelt saa stor (15, II). Fig. 9 Side 20 viser en *almindelig Tallie* [tackle], ved hvilken Kraften er lig Byrden divideret med Antallet af de «bærende» Snore, da Kraftens Vej bliver saamange Gange længere. Fig. 10 viser en *Patent-* eller *Differens-Tallie* [differential pulley], ved hvilken der forneden er en løs Tridse og foroven to uligestore Skiver, der ere støbte i ét og forsynede med Indhak til en Kjæde «uden Ende», der gaar om Skiverne. Drejes de øvre Skiver en Gang rundt, løftes Byrden et Stykke, der er lig den halve Forskjel mellem de to Skivers Omkredse, og Kraften gaar et Stykke, der er lig den store Skives Omkreds. Kraftens Vej bliver altsaa mange Gange større end Byrdens, og den behøver derfor ikke at være ret stor.

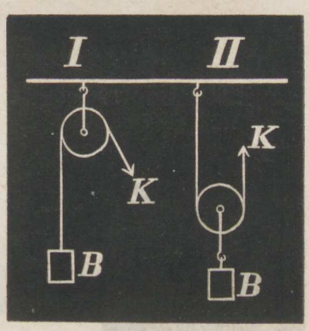

Fig. 8.

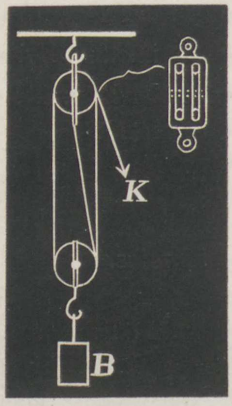

Fig. 9.

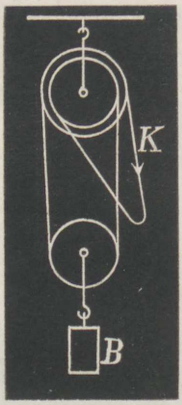

Fig. 10.

18. Udøves et Tryk paa en **indesluttet Vædskemasse** f. Ex. ved et Stempel, vil *Trykket forplante sig ens overalt*, da Vædskedelene ellers paa Grund af Flydenheden vilde bevæge sig derhen, hvor Trykket var mindst. Følgelig ville *Trykkenes Størrelser være proportionale med de Arealer, de virke paa*; denne Sætning kaldes **Pascal's Princip**. Vædskens Tryk mod Karrets Sidevægge maa staa vinkelret paa disse; thi ellers maatte Vædskedelene glide til Siden.

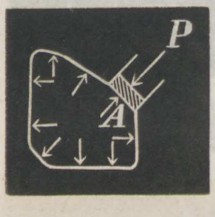

Fig. 11.

Vædskedelenes indbyrdes Tryk kaldes det *specifiske Tryk* eller blot Trykket [pressure] og *maales i Pund pr. Kvadrattomme* [pound on the square inch]. Er f. Ex. $P = 600$ lbs. og $A = 20$ □ in., vil det specifiske Tryk være $= \frac{600}{20} = 30$ lbs. pr. □ in. Trykket paa en Flade bliver, som let ses, lig Produktet af Fladens Areal og det specifiske Tryk saaledes paa et Areal paa 4 □ in. lig $4 . 30 = 120$ lbs.

Ved en *hydraulisk Presse* [hydraulic press] trykkes Vandet ved en lille Plunge fra en Pumpe ind under en stor Plunge, Pressestemplet, der, da Trykkene paa de to

Plunger ere proportionale med deres Arealer, vil løftes med en Kraft, der er ligesaa mange Gange større end Trykket paa Pumpestemplet som Pressestemplet er større end dette Stempel.

19. Er en **Vædske** kun **paavirket af Tyngden**, vil dens *Overflade blive en vandret Plan*; thi var den skjæv, vilde Vædskedelene glide nedad til det laveste Punkt. Nede i Vædsken vil en vandret Flade paa én Kvadrattomme over sig have en Vædskemasse af et Rumfang af ligesaamange Kubiktommer, som Højden har Tommer, den faar altsaa et Tryk lig Vægten af denne Vædskemasse. Altsaa vil **det specifiske Tryk** (Pund pr. Kvadrattom.) *være lig Højden* (Tommer) *Gange Tætheden* (Pund pr. Kubiktom.)* af Vædsken; *hertil bliver dog at addere Trykket paa Overfladen*, der forplantes ned gjennem Vædsken (18). Hidrører Overfladetrykket fra Atmosphæren, er det 14,7 lbs. pr. □ in. (ca. 15 lbs.), men det kan der dog i Reglen ses bort fra, da det ogsaa virker udvendig paa Karret og derved ophæver sig selv. — Ovenstaaende viser, at i samme vandrette Plan er der overalt samme Tryk.

Trykket er uafhængigt af Karrets Form. Dette kan vises ved *Pascal's Vaser* (Fig. 12), der bestaa af forskjellige Glaskar, der ved et Metalbeslag kunne skrues paa en Ring, mod hvilken en Bund trykkes op ved en Vægtstang. Sættes Kar-

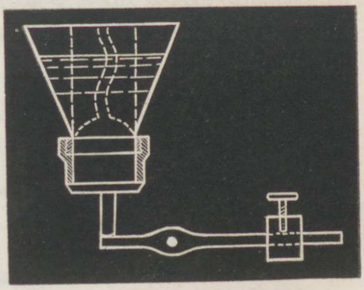

Fig. 12.

* Baade for engelsk og dansk Maal er Tætheden i Pund pr. Kubiktomme af færsk Vand 0,036 (ca. $\frac{1}{28}$), af Havvand 0,037 (ca. $\frac{1}{27}$) og af Kvægsølv 0,49 (ca. $\frac{1}{2}$).

rene efterhaanden paa, og hældes der Vand i til Bunden gaar fra, er der samme Tryk paa denne, og Vædskehøjden vil vise sig at være ens, altsaa er Karrets Form betydningsløs.

Trykket paa enhver plan Flade er lig dens Areal Gange det specifiske Tryk i dens Midtpunkt, hvad Stilling den end indtager.

Ex. 1. Hvad Tryk er der 6 ft. under Vandspejlet i en Kjedel, hvori Dampens Tryk er 80 lbs. pr. □ in. Varmt Kjedelvands Tæthed er 0,035 lb. pr. cub in.

---

6 ft. = 72 in. Altsaa er

Trykket $= 80 + 72 . 0{,}035 = 80 + 2{,}5 = 82{,}5$ lbs. pr. □ in.

Ex. 2. Hvad maa en Kjedels Tryk mindst være større end Atmosphærens, naar den skal blæses ud gjennem en Bundhane, der ligger 12 ft. 6 in. under Vandlinien. Søvands Tæthed sættes lig 0,037 lb. pr. cub in.

---

12 ft. 6 in. = 150 in. Altsaa er det mindste

Tryk $150 . 0{,}037 = 5{,}5$ lbs. pr. □ in.

Ex. 3. Et 3 in. × 2 in. Rektangel ligger 2 ft. 6 in. under Overfladen af færsk Vand af Tæthed 0,036 lb. pr. cub. in.; find Trykket derpaa.

Arealet = 2 . 3 □ in.

2 ft. 6 in. = 30 in. Specifisk Tryk $= 30 . 0{,}036$ lbs. pr. □ in.

Trykket er $\overline{2 . 3} . \overline{30 . 0{,}036} = 6{,}5$ lbs.,

idet der ses bort fra Atmosphærens Tryk, der ogsaa virker uden paa Karret.

20. Sænkes et Legeme ned i Vædske, vil denne udøve et Tryk opad derpaa; dette Tryk kaldes Opdriften [buoyancy] eller Vægttabet; (det ser ud som om Legemet blev lettere). *Ifølge* **Arkimedes Princip** *er Opdriften* eller

Vægttabet *af et indsænket Legeme lig Vægten af den «fortrængte Vædskemasse»*. For at bevise Sætningens Rigtighed ophænges en massiv Metalcylinder paa en Krog under en Vægtskaal, og ovenpaa denne sættes en hul Cylinder, som nøjagtigt kan omslutte den massive. Ligevægt tilvejebringes ved Lodder paa den anden Skaal, og derefter sættes et Kar med Vand helt op om den massive Cylinder. Den derved forstyrrede Ligevægt kan frembringes paany ved at fylde den hule Cylinder med Vand; altsaa er Opdriften eller Vægttabet lig Vægten af Vandet i den hule Cylinder, men det er netop det samme, som den ligesaa store massive Cylinder fortrænger.

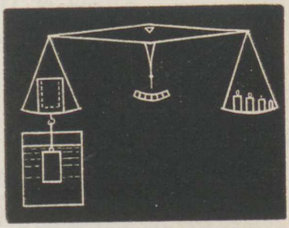

Fig. 13.

Er Legemets Tæthed (eller Middeltæthed) større end Vædskens, vil dets «Vægt i Vædsken» være lig Forskjellen mellem Vægten og Opdriften. Ere de to Tætheder ligestore, er Legemet i Ligevægt overalt i Vædsken. Er Legemets Tæthed mindre end Vædskens, vil det *svømme og fortrænge en Vædskemasse, hvis Vægt er lig dets Vægt.*

Ex. 1. En Stenklods paa 2 cub. ft. holdes ved en Snor ned i Vand; find Trækket i Snoren. Tæthederne ere henholdsvis 160 og 62 lbs. pr. cub. ft.

Legemet vejer 2 . 160 = 320 lbs.
Opdriften er 2 . 62 = 124 lbs.
Trækket i Snoren = 320 — 124 = 196 lbs.

Ex. 2. En Støbejernsklods af Vægtfylde 7,2 og af Vægt 21,6 lbs. sænkes i Kvægsølv af Vægtfylde 13,6; find Opdriften, samt hvad Jernet kan bære, naar det trykkes lige ned under Overfladen af Kvægsølvet.

Da Vægtfylde (se 2) siger, hvormange Gange et Legeme vejer mere end det samme Rumfang Vand, vil

en Vandmasse af Legemets Rumfang veje $\frac{21,6}{7,2} = 3$ lbs.

og en Kvægsølvmasse $13,6 . 3 = 40,8$ lbs.

Altsaa er Opdriften 40,8 lbs. og

Bæreevnen $40,8 - 21,6 = 19,2$ lbs.

Ex. 3. En firkantet Kasse med 12 □ in. Tværsnitsareal og Vægten $1\frac{1}{2}$ lbs. svømmer i lodret Stilling i Søvand af Vægtfylden 1,03; hvor dybt synker den? 1 cub. in. destilleret Vand vejer 0,036 lbs.

Kaldes Indsænkningen x in., er den fortrængte Vædskemasses Rumfang $12 . x$. Dens Tæthed er $1,03 . 0,036$ lbs., altsaa er

det fortrængte Vands Vægt $\overline{12 . x} . \overline{1,03 . 0,036}$.

Da Vægten er givet lig $1\frac{1}{2}$ lbs., faas

$$12 . x . 1,03 . 0,036 = 1\tfrac{1}{2}, \text{ hvoraf}$$

$$\text{Indsænkningen } x = \frac{1,5}{12 . 1,03 . 0,036} = 3,4 \text{ in.}$$

21. Haarrørsvirkning [capillary attraction] er Navnet paa det Forhold, at Vædsker ved Randen af et Kar eller i snævre Rør (Haarrør) stiger op (Fig. 14, I), naar Vædsken befugter dem (f. Ex. Vand i Glas), og synker ned (Fig. 14, II), naar Vædsken ikke befugter dem (f. Ex. Kvægsølv i Glas eller Vand i fedtet Glas).

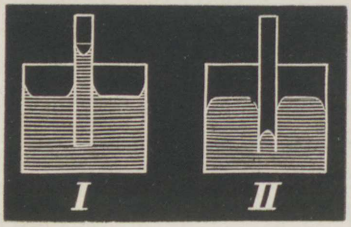

Fig. 14.

I det første Tilfælde buer Overfladen indad og i det sidste udad. Højdeforandringerne i Rørene voxe, naar disse blive snævrere. I porøse eller pulverformede Legemer optræde Porerne som Haar-

rør, hvilket f. Ex. bevirker: at Væger suge Olie, at Jord eller almindelige Klæder suge Vand, samt at Olieklæder holde Vand ude.

22. Ved **kommunicerende Rør** eller **forbundne Kar** forstaas to Rør eller Kar, der ere satte i Forbindelse forneden f. Ex. ved et Rør. *Er der ens Tryk paa Overfladerne i begge Kar, stiller Vædsken sig lige højt i begge,* da der ellers vilde faas ulige store Tryk i Forbindelsesrøret og en Strøm gjennem dette; bekjendte Exempler ere en Kande med en Tud eller en Kjedel og dens Vandstandsglas.

Er der *forskjellige Tryk paa Overfladerne*, vil Vædsken stige op i det Rør, hvori der er mindst Tryk, indtil der er *hævet en Vædskesøjle* (maalt lodret mellem de to Overflader), *hvis Tryk er lig Forskjellen mellem Overfladetrykkene.*

Ovenstaaende gjælder ikke nøjagtigt, naar et af Rørene er et Haarrør.

23. De Love, der for draabeflydende Legemer vare en Følge af Flydenheden, gjælde ogsaa for **luftformige Legemer** saaledes *Pascal's Princip* om Trykkets ligelige Forplantelse, ligesaa at *Trykket* maa staa *vinkelret paa Karrets Vægge* samt *Arkimedes Princip*; paa dette sidste beror Luftballonens Anvendelse. Det *specifiske Tryk*, ogsaa kaldet *Spænding*, kan ligeledes maales i Pund pr Kvadrattomme. Trykket (og Tætheden) aftager opad paa Grund af den ringere Højde af den overliggende Luftmasse; dette viser sig kjendeligt paa Bjærge. I Dampkjedlers Damprum er Højden saa ringe, at Trykket kan anses for ens overalt i Damprummet; — i Vandrummet bliver Trykket lig Summens af Dampens og Vandets Tryk.

Findes der flere Luftarter i samme Rum, ville de blandes fuldstændig, og enhver af dem vil optræde, som om den havde været ganske alene (*Dalton's Lov*).

24. **Atmosphærens Tryk** maales ved **Barometre** [barometer]. Et «*Torricellis Rør*» fremstilles ved at fylde et i

Fig. 15.

den ene Ende lukket Glasrør af nogle og tredive Tommers Længde helt med Kvægsølv og holde Fingren for Enden og sætte denne ned i en Skaal Kvægsølv. Fjernes Fingren, efter at Røret er stillet lodret, vil lidt Kvægsølv løbe ud, og en Søjle, «Barometerstanden» b = ca. 30 in. vil blive staaende. Atmosphærens Tryk maa altsaa (se Slutn. af 22) være lig Trykket af ca. 30 in. Kvægsølv eller lig ca. 30 . 0,49 = 14,7 lbs. pr □ in. (se 19). Ovenfor forudsattes der, at Rummet over Kvægsølvet var tomt, men i Virkeligheden vil der være en meget ringe Mængde Kvægsølvdampe og lidt Luft, der har været fasthæftet ved Røret; Luftmassen bliver dog fjærnet af alle gode Barometerrør ved at koge Kvægsølvet i dem, førend de vendes. Barometerrørets Vidde maa nødig være under $\frac{3}{16}$ Tomme, for at Haarrørsvirkningen (21) ikke skal trykke Kvægsølvet kjendeligt ned.

Til fine Maalinger benyttes *Kapselbarometret*. Maalestokken er m, og dens Nulpunkt er ved Spidsen af Elphenbensstiften s, som sidder fast i et Dæksel, hvorigjennem Luften kan passere. Stiger (eller falder) Lufttrykket, vil Kvægsølvet falde (el. henhv. stige) i Skaalen; men Aflæsningen kan dog faas nøjagtig, idet Skaalens Bund dannes af en Skindpose, der hviler paa en Skrue, ved Hjælp af hvilken Overfladen af Kvægsølvet let kan bringes til at berøre Stiftens Spids (Nulpunktet).

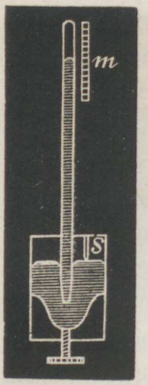

Fig. 16.

Ved *Stuebarometret* (Fig. 17) er Røret forneden bøjet opad og udvidet til en Skaal. Barometerstanden b maales mellem de to Kvægsølvoverflader, og Skaalen gjøres saa stor, at Overfladeforandringerne deri blive af saa ringe Betydning, at Maalestokken kan sættes fast. — *Søbarometret*

ser omtrent ligesaadan ud, men det har forneden i Røret en Indsnævring, der forhindrer stærke Bevægelser af Kvægsølvet. Det ophænges bevægeligt, for at Røret stadig kan være lodret (vertikalt).

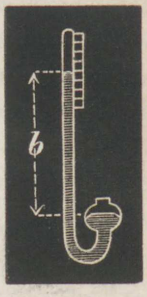

Fig. 17.

Da Kvægsølvbarometre ere store og vanskelige at transportere, har man konstrueret Metalbarometre, ved Benyttelse af den Erfaring, at en elastisk Metalplade for et bestemt Tryk antager en bestemt Form, samt at dens Form forandres meget nær i Forhold til det Tryk, der virker paa den. Man har dels benyttet en rund, lufttom Kasse med Bundene riflede cirkelformigt (Vidi) dels et lufttomt krumt Rør af ovalt Tværsnit (Bourdon); Bevægelsen forplantes saa henholdsvis fra Midten af en af de riflede Bunde eller fra Rørets Ender til en Viser, der gjengiver den forstørret. Skalaen anbringes efter Forsøg ved Sammenligning med et Kapselbarometer.

Ved Bourdon's *Metalbarometer* er Røret *R* af tyndt Metalblik og krummet efter en Cirkel. Det har Ovalens mindste Udstrækning i Bøjningens Plan og er fastgjort paa Midten og pumpet lufttomt gjennem Tuden *T*. Stiger Lufttrykket, presses Enderne indad (se Fig.), og Bevægelsen forplantes fra dem gjennem Led til Enderne af en toarmet Vægtstang; paa hvis Axel der sidder en Tandbue, som paavirker et Drev paa Viserens Axel.

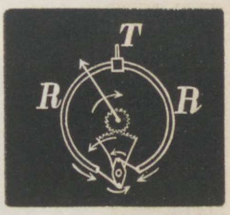

Fig. 18.

Skalaen er nu sædvanlig inddelt i *Millimetre*; paa engelske Barometre er den ofte delt i engelske Tommer og paa gamle Barometre i Pariser Tommer.

Man er kommen overens om ved *Normal-* eller *Middel-Barometerstand* at forstaa **760**^{mm} = ca. 30 in. = ca. 29″ dansk = ca. 28 Pariser Tommer. *Det dertil svarende*

Tryk, der er ca. 14,7 lbs. pr □ in., kaldes én Atmosphæres Tryk. Er Barometerstanden forskjellig fra 760^{mm}, beregnes Atmosphærens Tryk let; til 770^{mm} svarer f. Ex. $\frac{770}{760} \cdot 14{,}7 = 14{,}9$ lbs. pr □ in.

Anm. Havde man anvendt Vand istedetfor Kvægsølv, hvis Vægtfylde er 13,6, maatte Vandsøjlen for at udøve samme Tryk være 13,6 Gange saa høj eller 13,6 . 30 = 408 in. = 34 ft. færsk Vand (kun 33 ft. Havvand).

25. Det **specifiske Tryk** angives foruden i *Pund pr Kvadrattomme* ogsaa ved Vædskesøjlers Tryk, navnlig *Tommer Kvægsølvsøjles Tryk.* Ifølge 19 haves 1 in. Tryk = 1 . 0,49 = 0,49 lb. pr □ in. (eller ca. $\frac{1}{2}$ lb.); altsaa er 1 lb. pr □ in = $\frac{1}{0{,}49}$ in. = 2,0 in. (ca. $\frac{1}{\frac{1}{2}}$ = 2 in.). Ligeledes angives *Trykket i Atmosphærer* paa 760^{mm} Kvægsølvsøjle = 14,7 lbs. pr □ in. (ca. 15 lbs.).

I de fleste praktiske Regninger kan man sætte:

1 *at.* = **15** *lbs. pr* □ *in.* = **30** *in. Kvægsølvsøjle.*

1 *lb. pr* □ *in* = **2** *in. Kvægsølvsøjle.*

Altsaa er f. Ex. 3 at. = 3 . 15 = 45 lbs. pr □ in. og 90 lbs. pr □ in = 90 : 15 = 6 at. eller f. Ex. 3 lbs. pr □ in. = 3 . 2 = 6 in. og 5 in. = 5 : 2 = $2\frac{1}{2}$ lbs. pr □ in.

I Tekniken kalder man hele det specifiske Tryk (Overfladetrykket medregnet ved Vædsker) for det *absolute Tryk* [absolute pressure; gross pressure], og man angiver ved Betegnelserne *Overtryk* eller *Differenstryk* [pressure; for Damp ogsaa elastic pressure] og *Undertryk* eller *Vakuum** [vacuum], hvormeget Trykket er henholdsvis større eller mindre end Atmosphærens Tryk. Man har altsaa:

Overtr. = abs. Tr. ÷ Atm. eller abs. Tr. = Atm. + Overtr.
Vakuum = Atm. ÷ abs. Tr. eller abs. Tr. = Atm. ÷ Vak.

---

* Ordet *Vakuum* betyder egentlig et *tomt Rum*, hvori der ikke findes Spor af luftformige Legemer. Et »tomt Rum« eller rettere sagt et »luftfortyndet Rum« fremstilles i Barometre eller ved Hjælp af Luftpumper eller ved Fortætning af Damp.

Til dagligt Brug angives Damps Tryk i Pund med Underforstaaelse af pr Kvadrattomme Overtryk og Tryk i Kondensatorer i Tommer Vakuum, hvorved forstaas Tommer Kvægsølvsøjle Undertryk. Altsaa er et Kjedeltryk af 80 Pund lig 80 lbs. pr □ in. Ovtr. = 15 + 80 = 95 lbs. pr □ in. abs. Tr., og et Vakuum af 25 Tommer er lig 25 in. Vak. = 30 — 25 = 5 in. abs. Tryk. Et absolut Tryk af 90 lbs. pr □ in. er 90 — 15 = 75 lbs. pr □ in. Ovtr. og et abs. Tryk af 6 in. er 30 — 6 = 24 in. Vak.

26. Trykmaalere tjene til at maale flydende Legemers, særlig Dampes Tryk og kaldes *Manometre* [pressure guage], naar de bruges til at maale Overtryk, og *Vakuummetre* [vacuum guage], naar de bruges til at maale Vakuum. Maalere for Tryk i Receivere [compound guage] angive baade Overtryk (Pund) og Vakuum (Tommer).

Trykmaalerne ere grundede paa lignende Principer som Barometrene, men her ere Kvægsølvmaalerne paa Grund af deres Størrelse fuldstændig fortrængte af Metalmaalerne, af hvilke Bourdons er den, der bruges mest til Søs. Kvægsølvsmaalerne benyttes nu kun til at inddele Metalmaalerne efter; Trykket frembringes under Prøven ved en Pumpe.

I *Kvægsølvs Manometre* anbringes Kvægsølvet i kommunicerende Rør; det ene af disse er aabent mod Atmosphæren ved *A*, og det andet er ved *B* forbundet med det flydende Legeme (f. Ex. Damp), hvis Tryk skal maales. *Overtrykket angives af den løftede Kvægsølvsøjle* maalt

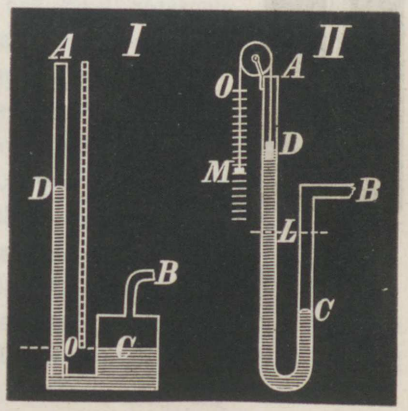

Fig. 19.

lodret fra C til D. Ved det i Fig. 19, I viste Manometer stiger Kvægsølvet op i et Glasrør fra en Jernbeholder*, der er saa stor, at Skalaens Nulpunkt O kan anbringes fast i Højde med C, uden at nogen kjendelig Fejl begaas derved. Den i Fig. 19, II viste Maaler bestaar af et ligevidt U-formet (hævertformet) Jernrør, i hvis Grene Kvægsølvet staar ligehøjt, naar Trykket ved B er lig Atmosphærens Tryk f. Ex. ved en kold og aaben Kjedel, og hvori Kvægsølvet i den ene Gren falder ligesaameget (LC), som det stiger i den anden (LD). Stigningen (lig $\frac{1}{2}CD$) angives af et Lod M, der ved en Snor over en Tridse er forbundet med en Svømmer ved D. Skalaen gaar lodret nedad fra O, hvor M staar, naar Kvægsølvet staar ved L. Da 2,0 in. Kvægsølvsøjle svarer til 1 lb. pr □ in. (se 25), afsættes der paa Skalaen 2 in. for Maaleren I og 1 in. for Maaleren II pr Punds Tryk. — Ved meget gamle Kjedlers Manometre (lave Tryk) stod Skalaen ved II lodret opad, og Svømmeren var en lang Træstilk, hvis øvre Ende pegede paa Skalaen.

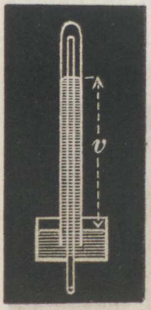

Fig. 20.

Et *Kvægsølvs Vakuummeter* kan ligne et simpelt Barometer (Torricellis Rør), hvis øvre Ende er sat i Forbindelse med en Kondensator, f. Ex. ved et Jernrør, der gaar op gjennem Bunden af Skaalen (ogsaa Jern). Den løftede Kvægsølvsøjle v angiver Vakuummet. Skalaens Nulpunkt er ved Overfladen af Kvægsølvet i Skaalen, der gjøres saa stor, at man kan sætte Skalaen fast.

I *Bourdons Manometer* virker Damptrykket paa det Indre af et i Form af en Cirkel bøjet Metalbliks Rør, hvis Tværsnitsform er en Oval, der har sin mindste Udstrækning i Bøjningens Plan. Rørets ene Ende er loddet til et Rør,

* Jern er omtrent det eneste Metal, der ikke angribes af Kvægsølv.

der staar i Forbindelse med Dampkjedlen; den anden Ende er lukket og vil bevæge sig udad, naar Trykket stiger (se Fig.). Denne Bevægelse forplantes ved et Led til den ene Ende af en Art toarmet Vægtstang, hvis anden Ende er en Tandbue, der griber i et Drev paa Viserens Axel. Skalaen gaar fra *A* (Nul) til *B*. — Ved *Maalere for Receivertryk* staar Nul ved *D* og 30 in. Vak. ved *A*; *DB* angiver Overtryk. — Ved stigende Vakuum (ɔ: faldende Tryk) vandrer Rørets Ende indad, altsaa maa, for at Viseren kan gaa rundt «med Uhrviserne», Røret i et *Bourdons Vakuummeter* bøjes til modsat Side af Manometrets Rør. Pilene vise Bevægelserne for stigende Vakuum. Skalaens Nulpunkt er foroven, og den gaar helt rundt, saa at 30 in. Vakuum falder sammen med Nulpunktet. — *Controlmanometre* til Kjedelprøver indeholde to uafhængige Bourdons Rør, hvert med sin Skala. Vise de ens, gaar man ud fra, at de ere rigtige.

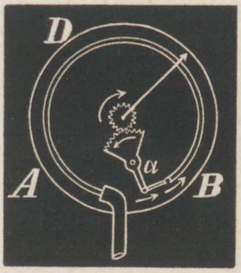

Fig. 21.

Fig. 22.

I *Schäffer og Budenberg's Manometer* virker Damptrykket paa Undersiden af en rund Staalplade, der ved Randen er fastspændt i et Hus. Pladen har cirkelformede Rifler, og den er forsølvet for ikke at ruste. Stiger Trykket, vil Pladen bøjes opad (se Fig.), og denne Bevægelse forplantes ved et Led til den ene Arm af en Art Vinkelvægtstang, hvis anden Arm er en Tandbue, der griber ind i et Drev paa Viserens Axel. Denne Axel er forbunden med en Spiralfjeder, der hjælper med

Fig. 23.

at drive Viseren tilbage. Skalaen gaar fra *A* (Nul) til *B*. — *Vakuummetret* har Armen *a* tilvenstre for Vægtstangens Axe istedet for tilhøjre. Skalaen gaar fra *C* (Nul) til *D* (30 in.).

I Tidens Løb tabe Trykmaalernes Rør eller Plader noget af deres Elasticitet, Armen *a* (Fig. 21—23) er derfor indrettet saaledes, at dens Længde kan forandres, og Skalaen bibeholdes. Ved det højeste Tryk, en Kjedel maa gaa med, sættes en Streg paa dens Manometer (lovbefalet). Tilledningsrøret til en Trykmaaler forsynes med en Hane, og det er ved et Manometer U-formet og fyldt med Vand for at hindre Dampen i at trænge ind i Maaleren, der i saa Fald vilde vise falsk. Dette Rør har forneden en Hane, hvorigjennem man af og til kan blæse Vandet ud for at rense Røret for Slam og hindre at det forstoppes.

27. Sammenpresses en Luftmasse til et mindre Rum, vil dens specifiske Tryk voxe, og ligeledes vil dens Temperatur voxe (men i ringe Grad). Udvides en Luftmasse, ville omvendt Tryk og Temperatur falde. Sørger man for ved en passende Afledning eller Tilledning af Varme at *holde Temperaturen konstant* (ɔ: uforandret), og *er Luftarten permanent*, saa gjælder **Mariotte's Lov** [Mariottes law eller Boyles law], der siger, at for samme Luftmasse ere *Tryk* (absolut) *og Rumfang omvendt proportionale*; altsaa er *Tryk Gange Rumfang konstant*. Forandrer Temperaturen sig ikke ret meget, er Loven tilnærmelsesvis gyldig. Forsøg over Mariottes Lov kunne anstilles med et U-formet Glasrør, hvis ene Gren *CD* er aaben, og hvis anden Gren *AB* er lukket og fyldt med tør Luft, som er afspærret saaledes ved Kvægsølv, at dette ved Forsøgets Begyndelse staar ligehøjt i begge Rør (ved *BC*).

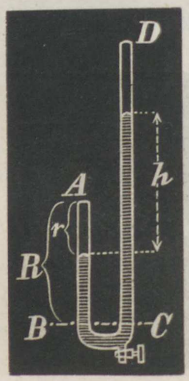

Fig. 24.

Luftens Rumfang er da R og dens Tryk lig Atmosphærens eller ca. 30 in. Kvægsølvsøjle. Fyldes der nu Kvægsølv i den aabne Gren, vil Luften sammentykkes til Rummet r og være underkastet et Tryk lig Atmosphæren Plus h Tommer Kvægsølvsøjle. Gjøres efterhaanden h lig 1, 2, 3 . . . Gange 30 in. (1 at.), bliver Luften underkastet 2, 3, 4 . . . Atmosphæres Tryk, og Loven vil findes bekræftet, ved at Luftens Rum r bliver $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ . . . af det oprindelige Rum R.

Da Luftmassens Vægt ikke forandres, vil dens Tæthed være omvendt proportional med dens Rumfang; følgelig maa *for konstant Temperatur en Luftmasses Tryk og Tæthed være ligefrem proportionale*; altsaa maa *Tryk og Tæthed have konstant Kvotient.*

Ex. 1. 12 cub ft. Luft af 25 lbs. pr. □ in. abs. Tr. sammenpresses til 10 cub ft.; find det nye Tryk.

Kaldes Trykket x, faas

$$x \,.\, 10 = 25 \,.\, 12,$$

hvoraf $x = \frac{25.12}{10} = 30$ lbs. pr. □ in. abs. Tr.

Ex. 2. En Cylinders Slag er 20 in., og den «fyldes», medens Stemplet vandrer 8 in., med comprimeret Luft af 6 at.; hvad bliver Trykket ved Enden af Slaget?

Trykket x at. svarer til et Rum paa 20 Skiver paa 1 in. Højde og det oprindelige Tryk 6 at. til 8 Skiver, altsaa haves

$$x \,.\, 20 = 6 \,.\, 8,$$

hvoraf $x = \frac{6.8}{20} = 2{,}4$ at. abs. Tr.

Ex. 3. En Dykker er nede paa 60 ft. Vand, hvad vejer 1 cub ft. Luft hos ham. For 1 at. = 33 ft. Søvand er Lufts Tæthed 0,081 lb. pr. cub ft.

Den søgte Tæthed er x for det absolute Tryk lig $33 + 60 = 93$ ft. Vandsøjle. Den givne Tæthed er 0,081 for Trykket 33 ft. Vandsøjle. Altsaa faas

$$\frac{x}{93} = \frac{0{,}081}{33},$$

hvoraf Tætheden $x = \frac{93 \,.\, 0{,}081}{33} = 0{,}23$ lb. pr. cub ft.

28. Betingelsen, for at et *draabeflydende eller luftformigt Legeme* kan **strømme** gjennem en Rørledning er, at der er Forskjel mellem Trykkene ved Ledningens Ender. Strømningsmængden bliver større, naar denne Forskjel bliver større, samt naar Ledningens Tværsnit bliver større. Strømmen svækkes ved Gnidning mod Ledningens Sider samt ved Gangen gjennem Bøjninger og Ventiler, idet der lides et Tryktab derved. Da dette Tab voxer med Hastighedens Kvadrat, gjøres Rørledninger saa rummelige, at Hastigheden i dem ikke bliver for stor.

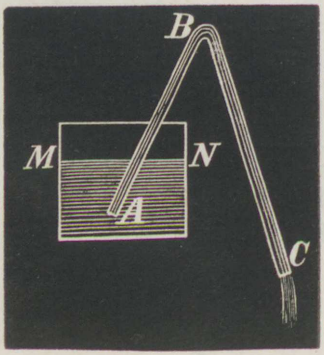

Fig. 25.

En *togrenet Hævert* [siphon] bestaar af et bøjet Rør ABC, der fyldes helt med en Vædske og lukkes for Enderne, hvorpaa den ene Ende stikkes ned i Vædsken i et Kar, og den anden Ende anbringes lavere end Overfladen MN i Karret. Aabnes der for Enderne, vil der gaa en Strøm gjennem Hæverten.

Stikhæverten er et Rør

med en Beholder paa Midten og en snæver Spids i den ene Ende. Stikkes denne Ende ned i en Vædske og suges der i den anden Ende, stiger Vædsken op i Beholderen. Vædsken kan transporteres i Hæverten, naar den øvre Ende tillukkes med en Finger, idet Luften ikke kan slippe op forbi Vandet i den snævre Spids. Fjærnes Fingren, løber Vædsken ud.

Fig. 26.

29. Bevæges et fast Legeme i en **Vædske** eller en **Luftart**, vil det lide en **Modstand**, der *voxer med Hastighedens Kvadrat*; bliver Hastigheden 2, 3 . . . . Gange større, bliver Modstanden altsaa 2^2, 3^2 . . . eller 4, 9 . . . Gange større. Modstanden afhænger meget af Legemets Overflades Beskaffenhed og af dets Størrelse og dets Form; den formindskes ved passende Tilspidsninger af *begge* Legemets f. Ex. et Skibs Ender. Det *Arbejde*, der bruges af Modstanden, *voxer med Hastighedens tredie Potens*; en dobbelt Hastighed kræver altsaa et $2^3 = 8$ dobbelt Arbejde o. s. v. Tilnærmelsesvis vil som Følge deraf et Skibs *Kulforbrug i Timen være proportionalt med tredie Potens af dets Hastighed*, medens det *paa samme sejlede Distance er proportionalt med Hastighedens anden Potens.*

Ex. Et Skib kan med 10 Kml. Fart i Timen sejle en vis Route med et Forbrug af 40 Tons Kul; hvad Hastighed maa det nøjes med, naar det kun har 30 Tons.

Kaldes Hastigheden x, haves

$$\frac{x^2}{30} = \frac{10^2}{40},$$

hvoraf

$$x^2 = \frac{30 . 10^2}{40} = 75;$$

altsaa maa Skibet gaa

$$x = \sqrt{75} = 8{,}7 \text{ Kml. i Timen.}$$

30. En **Fortyndings-Luftpumpe** [air-pump; pneumatic machine] tjener til at fjærne Luft fra et lukket Kar. Den kan bestaa af en Pumpecylinder med en Bundventil, der aabner sig indad, samt et Stempel med en Ventil, der aabner sig udad*. Luften kan suges ud af en Klokke, der staar paa en dermed sammensleben Plade, Talerkenen (se Fig.), eller ogsaa af et Kar, der er skruet paa Sugerøret.

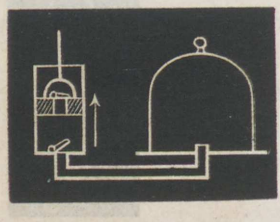

Fig. 27.

Bevæges Stemplet opad, vil Rummet under det forøges, og Luften deri altsaa faa et mindre Tryk. Luften fra Klokken vil følgelig trykke Bundventilen op, og en Del af den strømmer saa ind i Pumpecylindren. Bevæges Stemplet nedad, lukkes Bundventilen, og naar Luften under det er tilstrækkelig sammentrykket, presses den ud gjennem Stempelventilen. En fortsat Pumpning vil forøge Luftfortyndingen, men fuldstændig tom vil Klokken aldrig blive. Skal Klokken tages af, maa der slippes Luft ind gjennem en Hane paa Sugerøret for at modvirke Atmosphærens Tryk ovenpaa den.

En *Fortætnings-Luftpumpe* ligner den forrige Pumpe, men Ventilerne aabne sig den modsatte Vej, saa at den vil pumpe Luft ind i et Rum. Er Rummet en Klokke, maa den fastboltes. Fortætningspumpen kan f. Ex. bruges til at pumpe Luft ned til Dykkere.

31. **Vandpumperne** kaldes Suge- og Løftepumper [sucking- and lifting-pump] eller Suge- og Trykpumper [sucking- and forcing-pump], eftersom de have et Stempel med Ventil eller et massivt Stempel.

En *Suge- og Løftepumpe* (Fig. 28) har et Sugerør [suction pipe] nedad fra Bundventilen [foot valve]. Den kan enten

* Ved denne og de følgende Pumper er der *for Tydeligheds Skyld* tegnet Klapventiler, uanset at disse ikke bruges ret meget.

være lukket foroven og forsynet med en Topventil [delivery valve; head valve], hvorfra et Stigerør [delivery pipe] udgaar (se Fig.), eller ogsaa kan den være aaben foroven og forsynet med en Tud til Vandets Afløb. Sættes Pumpen i Gang, vil den først pumpe Luften ud af Sugerøret, hvori Vandet derfor efterhaanden suges op; ɔ: trykkes op af Atmosphæren. Er Luften ude af Pumpen, vil der under Stemplets [piston; bucket] Opslag suges Vand ind gjennem Bundventilen og løftes Vand op enten gjennem Topventilen i Stigerøret (se Fig.) eller ud af Tuden. — En simpel Pumpe «spædes» før Igangsætningen, idet Vand hældes i den for at hindre Luft i at passere Utæthederne i Stemplet.

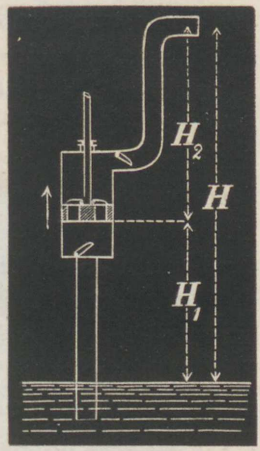

Fig. 28.

Ved *Suge- og Trykpumpen* er der ved den nedre Ende

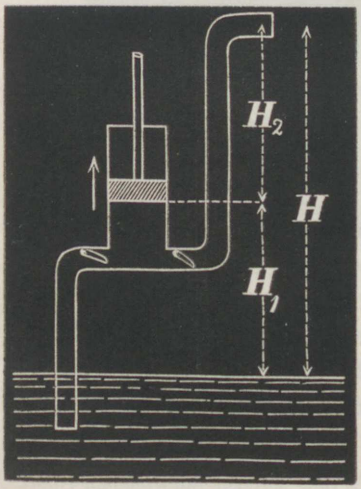

Fig. 29.

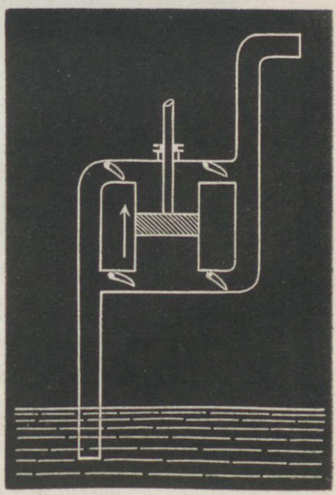
Fig. 30.

saavel Bundventil og Sugerør som Topventil og Stigerør (se Fig. 29). Under Opslaget af Stemplet suges Vandet op i Pumpen, og under Nedslaget trykkes det op i Stigerøret.

Begge ovennævnte Pumper ere enkeltvirkende [single acting], ɔ: de afgive kun Vand for det ene af Stemplets «Dobbeltslag»; den sidste kan imidlertid indrettes som en *dobbeltvirkende Pumpe* [double-acting] ved at lukkes i begge Ender og forsynes med Ventiler begge Steder (se Fig. 30). Suge- og Stigerørene forgrenes begge ind til Pumpen. Under Gangen ville de to Ender afvexlende suge og trykke, der bliver altsaa stadig én af dem, der afgiver Vand.

En Pumpes Sugehøjde H_1 er begrændset, da Atmosphærens Tryk kun er lidt over tredive Fod Vandsøjle, og Pumpen aldrig er helt lufttom *, samt endelig fordi Vandet møder Modstande ved Gangen gjennem Rør og Ventiler. I Praxis naas nogle og tyve Fod Sugehøjde ved gode Pumper; Trykhøjden H_2 er derimod ubegrændset. Det til at pumpe nødvendige Arbejde afhænger ikke af Pumpens Plads men kun af den hele Løftehøjde H.

En *Vindkjedel* [air-vessel] er en foroven lukket, luftfyldt Beholder, der anbringes paa Stigerøret. Naar Vandmasserne i Slagets Begyndelse gaa ind i Stigerøret, kunne de ikke faa Afløb, førend Vandet i dette Rør er kommet i Bevægelse, de træde derfor midlertidig ind i Vindkjedlen, hvoraf Luften senere trykker dem ud igjen. Et Stød i Røret bliver altsaa undgaaet, og er Vindkjedlen stor, bliver Strømmen i Stigerøret temmelig jævn.

For at undgaa Stød blive hurtiggaaende Pumper forsynes med *Snøfteventiler* [pet valve], det er smaa selvvirkende Ventiler, hvorigjennem Luft kan træde ind i Pumpen, naar den suger. Luftfortyndingen indtræder derfor langsommere, saa at Topventilen lukker sig mindre

* Luften er dels udskilt af Vandet dels sluppen ind gjennem Utætheder.

voldsomt, og Bundventilen aabner sig langsommere. Endvidere vil Trykket under Stemplets Nedslag forøges mindre pludseligt paa Grund af den indsugede Lufts Elasticitet, saa at der vil blive en rolig Lukning af Bundventilen og Aabning af Topventilen.

32. Centrifugalpumper [centrifugal pump] bestaa af et Hjul med krumme Skovler, der kan løbe hurtigt rundt

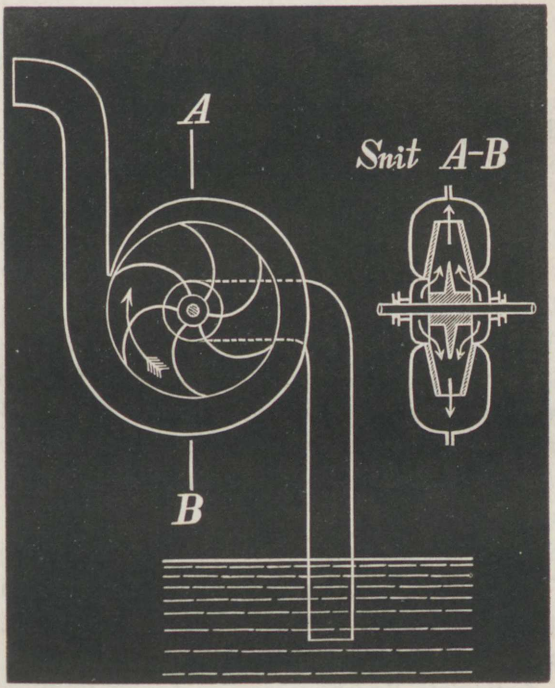

Fig. 31.

i et Hus. Sædvanlig ere Skovlerne tilspidsede udefter og anbragte mellem to Skiver, der ere støbte i et med Hjulet og i Midten forsynede med Indløb for Vandet. Skovlerne gaa med den ophøjede Side forud og slynge ved Centrifugalkraften Vandet udad i Husets ydre Del og derfra op i Stigerøret, der udgaar fra Husets Rand. Ved Hjulets

Midte dannes der herved et Undertryk, saa at Vandet suges op gjennem et Sugerør, der sædvanlig sender en Gren til hver Side af Hjulet. Pumperne levere en stor Masse Vand i Forhold til deres Størrelse, tage ingen Skade af Grums og gaa ikke itu, selv om Stigerøret lukkes under Gangen; men de kunne ikke løfte Vand højt og gjøre kun en ringe Del af den paa dem anvendte Hestekraft nyttig. Er Pumpen Cirkulationspumpe, ligger den under Vandlinien og kan derfor fyldes af sig selv, ellers maa den have en Bundventil og fyldes gjennem et Hul (med Skrueprop) i Husets Top, førend den sættes i Gang.

33. Et Stofs **Tæthed** (se 2) kan beregnes af et deraf dannet Legemes Vægt og Rumfang (Tæthed lig Vægt divideret med Rum) eller ved at multiplicere Vands Tæthed, der er 62,4 lbs. pr. cub ft. (61,8 ℔ pr. cub′ dansk) eller 0,0361 lb. pr. cub in. (0,0358 ℔ pr. cub″ dansk), med Legemets Vægtfylde (se 2).

Af Definitionen (ɔ: Forklaringen) paa **Vægtfylde** [specific gravity] ses, at et *Legemes Vægtfylde kan bestemmes ved at dividere dets Vægt med Vægten af samme Rumfang Vand**. Ved alle finere Undersøgelser regnes, at *Vandet skal have 4° Celsius og være destilleret*; saadant Vands Vægtfylde er altsaa 1.

Skal et fast Legemes Vægtfylde bestemmes, vejes det først i Luften (6 Pund) og derpaa helt nedsænket i Vand (4 Pund) hængende i en Snor under en Vægtskaal. Den Vandmasse, der har samme Rumfang som Legemet, er lig dettes fortrængte Vædskemasse, og dennes Vægt er ifølge Arkimedes Princip (se 20) lig Vægttabet (6 — 4 = 2 Pund). Vægtfylden maa altsaa være Kvotienten af Vægten og Vægttabet (6 : 2 = 3).

Et flydende Legemes Vægtfylde kan bestemmes ved

* Et Legemes Vægtfylde er altsaa lig dets Tæthed divideret med Vands Tæthed.

at finde de Vægte af Legeme (9 Kvint) og af Vand (10 Kvint), der kunne fylde en lille Flaske; thi da Rumfangene blive ligestore, maa Vægtfylden være de to Vægtes Kvotient (9 : 10 = 0,9). Vejes et Legeme først i en Vædske og saa i Vand, blive de to fortrængte Vædskemasser ligestore; altsaa bliver Vægtfylden lig de to Vægttabs Kvotient.

Tabel over Vægtfylde i Forhold til Vand.

Asbest	2,10 – 2,80
Asphalt	1,1
Bly	11,4
Blyant	1,8 — 2,2
Bronze	8,7 — 8,8
Glas	2,5 — 3,4
Granit	2,5 — 3,1
Guld	18,6 —19,3
Is	0,93 (c. $\frac{13}{14}$)
Jord	1,36— 2,4
Kautschuck	0,93
Kobber	8,6 — 9,0
Kogsalt	2,1 — 2,2
Messing	8,4 — 8,7
Mønnie	8,9
Smedejern	7,6 — 7,8
Stæal	7,3 — 7,9
Støbejern	7,0 — 7,5
Svovl	2,0
Sølv	10,1 —10,6
Tin	7,2
Træ	
Tørt Løvtræ ca.	0,66
Gjennemvaadt Løvtræ ca.	1,1
Tørt Naaletræ ca.	0.45
GjennemvaadtNaaletræ ca.	0,84
Lufttør Eg	0,62—0,85
— Fyr ca.	0,60
— Kork	0,24
— Pokkenholt	1,33
— Rødbøg	0,75—0,85
Zink	6,9 —7,2
Glycerin (vandfri)	1,26
Kvægsølv (0° C)	13,60
Olie (Oliven el. Roe)	0,91—0,92
Petroleum	0,80
Sprit; vandfri (ɔ: absolut Alkohol)	0,79
Sprit, 16 Gr. Spendrup	0,83
— 8 Gr. —	0,94
Søvand (i Middel)	1,03
Terpentin	0,89
Vand (destil. el. færsk)	1,00
Atmosphærisk Luft af 0° og 760^{mm}	0,001294 (ca. $\frac{1}{773}$).

For at faa nogenlunde store samt konstante Tal angives sædvanlig **Luftarters Vægtfylde** *ved det Antal Gange de veje mere end atmosphærisk Luft af samme Tryk og Temperatur.* Ved 0° Celsius og 760^{mm} Barometerstand er atmosphærisk Lufts Tæthed 0,0808 lb. pr. cub ft. (0,0800 ℔ pr. cub' dansk). I Forhold til den er Vægtfylden af:

Brint	0,0693 $\left(\text{ca. } \frac{1}{14}\right)$	Atmosphærisk Luft	1,00
Belysningsgas . .	0,4—0,6 $\left(\text{ca. } \frac{1}{2}\right)$	Ilt	1,11

34. En Vædskes Vægtfylde kan findes hurtigt, men ikke videre nøjagtigt, ved en **Flydevægt** [hydrometer]. Denne er et hult Legeme af Metalblik eller Glas, som foroven bærer en ligetyk, i ligestore Dele inddelt Stilk og forneden en mindre Beholder, som indeholder en Belastning af Hagl eller Kvægsølv. Anbringes Flydevægten i en Vædske, der er anbragt i et cylindrisk Kar, stiller den sig paa Grund af Belastningen lodret og med kun et Stykke af Stilken ragende op over Vædskens Overflade. Da den fortrængte Vædskemasses Vægt maa være lig Flydevægtens Vægt, vil Flydevægten stille sig højere, naar Vædskens Vægtfylde er stor, end naar den er lille. Vægtfylden kan direkte aflæses paa Stilken ved Hjælp af en Skala, der er fremstillet ved Forsøg med Indsænkning i Vædsker af bekjendt Vægtfylde. — Metalflydevægte ere stærkere end Glasflydevægte, men de bruges ikke saa meget som disse, da man let overser en lille Bule i dem og derved faar en falsk Angivelse (for dyb Indsænkning).

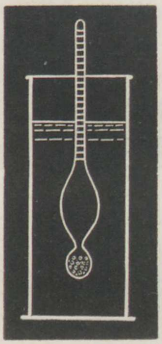

Fig. 32.

Sin Hovedanvendelse faar Flydevægten til at bestemme *Styrken af Opløsninger af Stoffer i Vand*, da der til en bestemt Styrke svarer en bestemt Vægtfylde og dermed en bestemt Indsænkning. Den anvendes f. Ex. ved Sprit- eller ved Salt-Opløsninger, hvor Vægtfylden henholdsvis aftager eller tiltager med Styrken. Sædvanlig inddeles Flydevægten ved Forsøg, saaledes at man direkte aflæser Styrken og ikke Vægtfylden. Ved Flydevægtens Inddeling og dens senere Brug holdes *Vædskens Temperatur konstant*, saa at intet andet end Styrken af Opløsningen kan indvirke paa dens Vægtfylde.

35. Saltholdigheden af Skibskjedlers Vand bestemmes ved **Saltmaalere*** [hydrometer], der ere almindelige Flydevægte og angive Saltholdigheden i 32te Dele** efter Vægt af det salte Vand. Skalaen, hvis Hovedpunkter ere anbragte ved Forsøg (se 34), gaar op til $\frac{4}{32}$, og hver 32te Del er atter delt i 4 Dele. Ved Kjedlers Gjennemsnitssaltholdighed $\frac{2}{32}$ sættes en tyk Streg, ved $\frac{2\frac{1}{2}}{32}$ «blow out» og ved $\frac{3}{32}$ «limit» (Grændse). Den konstante Temperatur, som benyttes, er 200° Fahrenheit, den mærkes med en tyk Streg paa det til Saltmaaleren hørende Thermometer. Skal Saltholdigheden prøves, tappes noget Kjedelvand forsigtigt ud i en cylindrisk Metalbeholder gjennem en særlig Hane eller gjennem Vandstandsglassets Udblæsningshane; Thermometret og Saltmaaleren anbringes derpaa i Beholderen, og Saltholdigheden aflæses, naar Vandet er afkjølet til de 200° F.

36. Undertiden samles alt, hvad der behøves til Saltholdighedens Bestemmelse til et eneste Instrument, **Salinometret** [salinometer], af hvilket der findes forskjellige Konstruktioner. Hos os bruges *How's Salinometer*, der er simpelt i sin Indretning men tilbøjeligt til at koge over og skolde den, der bruger det. Vandet ledes gjennem et Rør med Hane ind forneden i en cylindrisk Beholder; det overflødige Vand gaar ud foroven gjennem et Overløbsrør, og til dette er der forneden et Stikrør med Hane for at tømme Instrumentet. Saltmaaleren svømmer for ikke at slaas itu i en mindre Cylinder, som er luk-

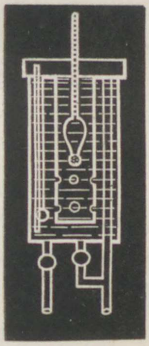

Fig. 33.

* Hyppigt, men fejlagtigt, kaldede Salinometre.

** I England sættes Søvands Saltholdighed lig $\frac{1}{32}$ (3,1 %), hvilket imidlertid er noget for lidt, da den er ca. 3,5 % i Verdenshavene. En mættet Kogsaltopløsning indeholder ca. $\frac{12}{32}$ Salt.

ket i Bunden og gjennemhullet forneden, og som foroven sidder fast i en gjennemhullet Plade, der hviler i en Fals. Thermometret er anbragt mellem et Par Styrelister paa Beholderens Side. Skal Instrumentet bruges, tømmes først det gamle Vand ud af det, og derpaa fyldes det forsigtigt for ikke at koge over. Naar Temperaturen er sunken til 200° F. aflæses Saltholdigheden. — Man har forsøgt at have Instrumentet i stadig Gang, idet man har ladet Vandet uafbrudt gjennemstrømme det og søgt at regulere Temperaturen ved Hjælp af Vandhanen; det har imidlertid været umuligt at holde den konstant. Skulde man aflæse, burde den først drives hen til de 200° F, men man har imidlertid ogsaa hjulpet sig ved en i Instrumentet indgraveret Tabel, der angiver, hvad Inddeling Saltmaaleren viser i Vand af den forhaanden værende Temperatur med $\frac{2}{32}$ Salt efter Vægt. For 180° F. staar der f. Ex. $\frac{2\frac{1}{4}}{32}$; Saltmaaleren viser altsaa paa Grund af den urigtige Temperatur en Fejl, der er $\frac{1}{4}$ af en 32te Del.

Varmelære.

37. Ved **Varme** [heat] forstaas den *Naturvirksomhed, der giver sig tilkjende ved Varme- eller Kuldefornemmelser.* Iagttagelser vise, at alle Legemer indeholde Varme, og at Varme kan forplantes fra et Legeme til et andet, samt at *Forandringer i et Legemes Varmetilstand ikke indvirke paa dets Vægt.* Afgiver et Legeme Varme til et andet, siges det at have en højere *Temperatur* eller Varmegrad [temperature], og ved fortsat Sammenligning kan man vise, at der findes en hel Række forskjellige Varmegrader. Vi kalde Legemer varme eller kolde, eftersom de afgive Varme til eller modtage Varme fra vort Legeme; Grændsen derimellem er altsaa ubestemt og drages forskjelligt af forskjellige Personer.

Under visse Omstændigheder kan en Opvarmning (ɔ: Tilførsel af Varme) *smelte* [melt] et fast Legeme eller *fordampe* [vapourize] et draabeflydende; omvendt kan en Afkjøling (ɔ: Bortførsel af Varme) *fortætte* [condense] Dampe eller bringe en Vædske til at *størkne* [congeal] eller *fryse* [freeze]. Undertiden kan en Opvarmning forandre et Legemes Materie, f. Ex. forkulle Træ eller «brænde» Ler.

Opvarmes et Legeme, vil det *udvide sig* [expand]. Et fast Legemes Udvidelse kan paavises ved at opvarme en Stang (Fig. 34 a), hvis ene Ende er fast, og hvis anden Ende trykker paa en kort Arm, der bevæger en Axel, hvor-

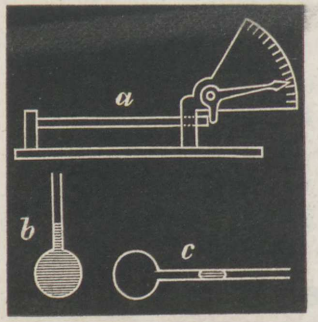

Fig. 34.

paa der sidder en Viser, der vil gjengive Udvidelsen forstørret. En Vædskes Udvidelse kan paavises ved at opvarme den i et Glasrør, der forneden ender i en større Beholder (Fig. 34 b); thi, hvis Vædsken staar lidt op i Røret, vil en ringe Udvidelse bevirke en kjendelig Stigning i Røret. En Luftart kan anbringes i et lignende, men vandret liggende Apparat (Fig. 34 c) og afspærres ved Kvægsølv; en Opvarmning vil da bevirke en kjendelig Vandring af Kvægsølvet. Ved de to sidste Apparater bliver det kun Forskjellen mellem det flydende Legemes og Glassets Udvidelse, man faar at se, men den sidste er kun meget ringe. En *Afkjøling* vil bringe et Legeme til at *trække sig sammen* [contract], hvilket let paavises med de samme Apparater.

38. Temperaturer maales ved **Thermometre** [thermometer], ved hvilke man benytter et Legemes Udvidelse som Maal for Varmegraden. Et saadant Legeme bør udvide sig jævnt, det er proportionalt med Temperaturforhøjelsen, og Physikerne ere blevne enige om at forudsætte dette om atmosphærisk Luft af konstant Tryk. Luftthermometrene ere imidlertid ubekvemme, man benytter derfor hellere Kvægsølvthermometre, idet Kvægsølv udvider sig temmelig jævnt særlig ved ikke altfor høje Temperaturer.

Et almindeligt *Kvægsølvthermometer* bestaar af et ligevidt Haarrør, der er lukket i den øvre Ende og forneden udblæst til en Beholder, hvilken tilligemed Rørets nedre Del er fyldt med Kvægsølv. Dettes Udvidelse viser sig meget tydeligt paa Grund af Rørets lille Tværsnit, der sædvanlig er ovalt for at gjøre Kvægsølvstraalen mere synlig. Beholderens Sider, der ikke ere videre udsatte for

Overlast, ere tynde i Godset for hurtigere at forplante Varmen. Skalaen er ved Stuethermometret anbragt paa en Plade (Fig. 35, a) hvortil Røret er befæstet. Ved et fint Thermometer er Beholderen cylindrisk, for at Kvægsølvet hurtigere kan gjennemvarmes, og Skalaen er indridset i Røret (Fig. 35, b) eller anbragt indeni et Glasrør, som er smeltet fast til Thermometret (Fig. 35, c).

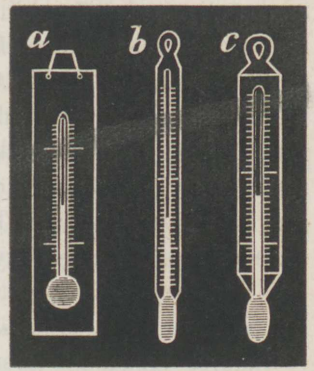

Fig. 35.

Skal et Thermometer forfærdiges, undersøges først Rørets Vidde ved at lade en Kvægsølvstraale passere derigjennem; er dens Længde uforandret, er Røret ligevidt og altsaa godt. Har Røret bestaaet Prøven, kaldes det kalibreret, og der blæses saa en Beholder paa den ene Ende af det og en aaben Udvidelse paa den anden Ende. Udvidelsen fyldes med Kvægsølv, og Beholderen opvarmes for at uddrive en Del af Luften; derpaa afkjøles Beholderen, og noget Kvægsølv synker saa ned i den. Dette Kvægsølv koges for at uddrive al Luft, og efter en ny Afkjøling fyldes Beholderen og Røret fuldstændig. Det overflødige Kvægsølv uddrives ved Opvarmning, Røret tilsmeltes, og Udvidelsen fjærnes. Derpaa afmærkes paa Skalaen to faste Punkter, *Frysepunktet* [freezing point], hvor Kvægsølvet staar, naar Beholderen er anbragt i Sne eller Is, der smelter, og *Kogepunktet* [boiling point], hvor det staar, naar Beholderen hænger i Dampe af Vand, der koger under Middellufttryk (760^{mm}). Afstanden mellem de to Punkter deles i ligestore Dele, *Grader* [degree], og de samme Dele afsættes derpaa udenfor de to Punkter.

Kun finere Thermometre forsynes med Skala paa ovennævnte Maade; de simplere inddeles ved Forsøg ved

Sammenligning med et fint. — Paa lignende Maade bærer man sig ad med *Vinaandthermometre*, der ere fyldte med farvet Vinaand (Spiritus, Alkohol) [spirits of wine]. Disse Thermometre ere ikke fuldt saa gode som Kvægsølvthermometre, og de kunne ikke bruges ved højere Temperaturer (de sprænges); men de have den Fordel, at de kunne bruges ved meget lave Temperaturer, da Vinaand ikke saaledes som Kvægsølv fryser.

Den laveste Temperatur, der har været i en vis Tid, kan angives af et *Minimumsthermometer*; dette kan være et vandret Vinaandthermometer (Fig. 36), hvori der er en lille Viser *v*, som bliver liggende med Yderenden ved den laveste Temperatur. Viseren kan bringes tilbage ved at dreje Thermometret om Axen *A*. Til at angive den højeste Temperatur kan anvendes et *Maximumsthermometer*; dette kan være et Kvægsølvsthermometer med en Viser uden for Kvægsølvet eller med en Luftblære i dette; Kvægsølvet vil i sidste Tilfælde sprænges ved Blæren, saa at Yderenden bliver liggende og angiver den højeste Temperatur.

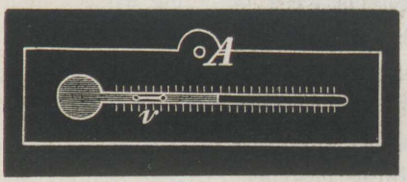

Fig. 36.

39. Af Thermometerskalaer haves tre: *Celsius's* Skala (Tegn C)*, der bruges i Sverrig og Frankrig samt anvendes i videnskabelige og tekniske Arbejder, *Reaumur's* Skala (R), der bruges i Danmark, Norge og Nordtyskland, og *Fahrenheit's* Skala (F), der bruges i England og Nordamerika. Frysepunktet er 0° C, 0° R og 32° F og Afstanden mellem Fryse- og Kogepunktet er delt i 100 Dele efter Celsius, 80 efter Reaumur og 180 efter Fahrenheit;

* Grad Celsius = degree centigrade.

Kogepunktet bliver følgelig 100° C, 80° R og 180 + 32 = 212° F. Temperaturer under Nulpunktet regnes negative.

Afstanden mellem Fryse- og Kogepunktet er ens for dem alle, altsaa er ogsaa $\frac{1}{20}$ deraf ens, følgelig er 5 af C's Grader lig 4 af R's og 9 af F's. Ved disse tre Tal kunne Temperaturangivelser omsættes fra den ene Skala til den anden, idet der dog bliver at erindre, at naar man kommer til F, maa 32° F lægges til, og naar man gaar fra F, maa 32° F trækkes fra.

Ex. 1. Udtryk 12° R ved C og F.

Da $4° \text{ R} = 5° \text{ C}$, er $1° \text{ R} = \frac{5}{4}° \text{ C}$;

altsaa er $12° \text{ R} = 12 . \frac{5}{4} = \frac{12.5}{4} = 15° \text{ C}$.

$4° \text{ R} = 9° \text{ F}$; altsaa er $1° \text{ R} = \frac{9}{4}° \text{ F}$,

og følgelig er

$12° \text{ R} = 12 . \frac{9}{4} + 32 = \frac{12.9}{4} + 32 = 27 + 32 = 59° \text{ F}$.

Ex. 2. Hvormange Grader C er 70° F.

Man har $9° \text{ F} = 5° \text{ C}$, saa at $1° \text{ F} = \frac{5}{9}° \text{ C}$,

og $70° \text{ F} = (70 - 32) . \frac{5}{9} = \frac{38.5}{9} = 21{,}1° \text{ C}$.

40. Et Kvægsølvthermometer kan kun bruges til ca. 350° C; over denne Temperatur anvendes de saakaldte **Pyrometre**. Et af disse, nemlig *Blancke*'s (Fig. 37), er et «Metalthermometer» bestaaende af et Jernrør, i hvis Bund der er fæstet en som en Skruelinie bøjet Metalstrimmel, hvis øvre Ende bærer en Stang med en Viser. Strimlen er loddet sammen af Messing (*m*) og Staal (*s*), og da Messinget, der ligger udvendig, udvider sig stærkere end

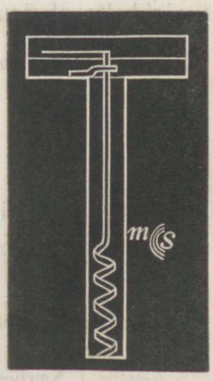

Fig. 37.

Staalet, vil Strimlen krummes stærkere ved stigende Temperatur og rettes ud ved faldende Temperatur, og den vil derved bringe Viseren til at dreje sig.

Ved Hjælp af *Smeltepunkterne* af forskjellige Metaller, der bringes ind i en Ild, kan man faa et Begreb om dennes Temperatur. *Glødningsfarverne* tjene til det samme Øjemed.

Mørkerød er	700° C
Kirsebærrød er	900° C
Mørk Orange er	1100° C
Hvidglødende er	1300° C
Blændende hvidt er . . .	1500° C

41. Et Legemes **Udvidelse ved Varme** [expansion by heat] *er proportional med Temperaturforhøjelsen* samt med Størrelsen*, der for faste Legemer kan være enten Længde (herunder Brede, Højde, Tykkelse og Dybde), Flade eller Rum og for flydende kun Rum. Udvidelsen forandrer sig med Stoffet, og dens Afhængighed deraf udtrykkes ved *Udvidelseskoefficienten*, hvorved forstaas *Udvidelsen for én Grads Temperaturforhøjelse* (nogle sige for 100°) *af én Enhed af Legemet.* For faste Legemer angives sædvanlig kun Længde Udvidelseskoefficienten i Tabeller; Flade Udvkoef. er det dobbelte og Rumfangs Udvkoef. det tredobbelte af den.

Tabel over Længde Udvidelseskoefficienter.

Zink	0,0000294
Bly	0,0000286
Tin	0,0000217
Messing	0,0000188
Bronze	0,0000182

* Faste og draabeflydende Legemer udvide sig ikke ganske jævnt, idet Udvidelsen for hver Grad voxer, naar Temperaturen voxer (særlig i Nærheden af Kogepunktet eller Smeltepunktet). Sætningen gjælder altsaa kun tilnærmelsesvis for dem.

Kobber	0,0000172	
Staal, hærdet . . . . . ,	0.0000124	
— uhærdet	0,0000108	
Smedejern	0,0000122	(ca. $\frac{1}{80000}$)
Støbejern	0,0000113	(ca. $\frac{1}{90000}$)
Glas	0,000008	

Tabel over Rumfangs Udvidelseskoefficienter.

Vinaand (Sprit)	0,00111
Kvægsølv	0,000183
Bomolie.	0,00077
Vand	ca. 0,00047
Luft (konstant Tryk) . . .	0,00367 = $\frac{1}{273}$.

Ved Hjælp af ovenstaaende Sætninger beregnes et Legemes Udvidelse let. Er f. Ex. en Jerndrager 100 ft. = 1200 in. ved 10° og opvarmes den til 25°, forhøjes Temperaturen 25 — 10 = 15°, og altsaa haves, idet Udvidelseskoefficienten er 0,000012, at:

Udv. for	1 in.	1°	er	0,000012
— -	1 in.	15°	-	0,000012 . 15
— -	1200 in.	15°	-	0,000012 . 15 . 1200.

Hele Udvidelsen er altsaa 0,000012 . 15 . 1200 = 0,22 in.

Opvarmes destilleret eller færsk *Vand* fra 0° C, vil det vise det mærkelige Forhold, at det trækker sig sammen, indtil Temperaturen er stegen til 4° C, og først saa begynder det at udvide sig. Ved 4° er Rumfanget altsaa det mindst mulige og Tætheden den størst mulige.

Vædskerne udvide sig langt mindre end Luftarterne men en Del mere end de faste Legemer. Det sidste bevirker f. Ex., at Vandet i en Kjedel stiger under Opfyringen.

Udsættes et skjørt Legeme for en pludselig Temperaturforandring, kan det springe itu, naar det ikke leder Varmen godt f. Ex. Glas; thi der kan frembringes en

uregelmæssig Formforandring, der let bliver større, end Legemet kan taale. Tynde Legemer gjennemvarmes lettere end tykke og ere derfor ikke saa udsatte for Brud.

I Konstruktioner der ere sammensatte af uensartede Materialer f. Ex. baade af Jern og Messing, kunne Temperaturforandringer fremkalde stærke indre Spændinger (en Ventil med Metalspindel og Jernhus kan f. Ex. let komme til at sidde fast) eller endog Brud; den skadelige Virkning kan ophæves ved at give Konstruktionen en vis Bevægelighed. Antage enkelte Dele af en Konstruktion en anden Temperatur end den, hvorved de ere samlede, fremkommer der ligeledes stærke Spændinger; disse ere undertiden nyttige, f. Ex. naar noget «sættes varmt paa», men ellers maa de modarbejdes ved Bevægelighed f. Ex. Spillerum ved Ristestængers Ender eller Rørledningers Bøjninger og Expansionssamlinger.

42. Sætningerne i 41 gjælde kun for *Luftarters Udvidelse*, naar de ere underkastede *konstant Tryk*, og de følge i saa Fald **Gay-Lussac's Lov**, der siger, *at alle Luftarter udvide sig jævnt* (ɔ: nøjagtigt prop. med Tempforhøj.) *og ens* (ɔ: have samme Udvidelseskoefficient, der er $\frac{1}{273}$).

43. Gay-Lussac's Lov kan sammenarbejdes med Mariottes Lov til **Mariotte, Gay-Lussac's Lov**; der siger, at *Produktet af en Luftmasses Tryk og Rumfang divideret med dens absolute Temperatur er konstant.* Ved absolut Temperatur forstaas *273 Grader Plus Temperaturen.* Af denne Sætning følger, at naar Trykket er konstant, er Udvidelsen proportional med den absolute Temperatur, samt at naar Rumfanget er konstant, er Trykket proportionalt med den absolute Temperatur.

Ex. En Luftart har ved 27° Trykket 2 at. absolut Tryk og Rumfanget 5 cub Fod; find Trykket, naar Rummet formindskes til 3 cub Fod, og Temperuturen forøges til 107°.

Tryk x at.; Rum 3 cub Fod; abs. Temp. $273 + 107 = 380°$.
— 2 - — 5 — — — — $273 + 27 = 300°$.

Altsaa $$\frac{x \,.\, 3}{380} = \frac{2 \,.\, 5}{300};$$

$$x \,.\, 3 \,.\, 300 = 2 \,.\, 5 \,.\, 380;$$

$$\text{Tryk } x = \frac{2 \,.\, 5 \,.\, 380}{300 \,.\, 3} = 4{,}2 \text{ at. abs. Tr.}$$

44. Et Legeme indeholder altid Varme, hvor lav dets Temperatur end er, man kan derfor ikke angive den hele Mængde af Varme deri men vel, hvad det modtager af sine Omgivelser, naar dets Temperatur stiger, eller afgiver til dem, naar dets Temperatur falder. Som Maal for **Varmemængder** benyttes *Varmeénheden* (Tegn V. E.) eller Kalorien [unit of heat], der er *den Varmemængde, der behøves for at opvarme ét Pund Vand én Grad* Celsius. En af et Legeme modtagen eller afgiven *Varmemængde er proportional med Temperaturforandringen samt med Vægten* af Legemet; den afhænger tillige af Stoffet, hvortil der tages Hensyn ved *Varmefylden* [specific heat], der er *den Varmemængde, der behøves for at opvarme* eller afkjøle *ét Pund af Legemet én Grad.* Vands Varmefylde maa paa Grund af Definitionerne være 1.

Tabel over Varmefylder.

Bly	0,032	Smedejern	0,111
Bronze	0,086	Staal	0,118
Glas	0,192	Støbejern	0,130
Is	0,504	Tin	0,055
Kobber	0,095	Vand	1,000
Kokes	0,20	Vinaand	0,599
Kvægsølv	0,0333	Zink	0,096
Messing	0,094		

Atmosphærisk Luft	0,237	for	konstant	Tryk.
Brint	3,409	—	—	—
Ilt	0,217	—	—	—
Kvælstof	0,244	—	—	—
Vanddamp	0,480	—	—	—

Den Varmemængde, et Legeme modtager eller afgiver, kan beregnes ved Hjælp af ovenstaaende Sætninger. Skal f. Ex. en Jernklods paa 5 Pund opvarmes fra 10° til 50° er Temperaturforhøjelsen 50 — 10 = 40°, og altsaa behøves, idet Varmefylden er 0,11, for at:

opv. 1 Pund	1°	Varmemængden	0,11
— 1 —	40°	—	0,11 . 40
— 5 —	40°	—	0,11 . 40 . 5.

Hele Varmemængden er altsaa 0,11 . 40 . 5 = 22 V. E.

En Varmemængde kan maales ved et *Vandkalorimeter*, det er en Beholder fuld af Vand, hvis Forandring af Varmemængde let beregnes. Skal f. Ex. Varmefylden x af et Legeme paa 4 Pund og af Temperaturen 50° bestemmes, kan det kastes ned i et Kalorimeter med f. Ex. 6 Pund Vand af 17°, og det og Vandet antager da en fælles Temperatur af f. Ex. 20°. Legemet afkjøles 50 — 20 = 30° og afgiver altsaa x . 30 . 4 V. E. til Vandet; dette opvarmes derved 20 — 17 = 3° og modtager, da dets Varmefylde er 1, altsaa 1 . 3 . 6 V. E. Følgelig haves

$$x \,.\, 30 \,.\, 4 = 1 \,.\, 3 \,.\, 6;$$

$$x = \frac{3 \,.\, 6}{30 \,.\, 4} = 0{,}15.$$

Ex. 2 lbs. Messingspaaner af 40° (Varmefylde 0,094) røres ud i 4 lbs. Vand af 10°, find Blandingens Temperatur.

Kaldes Temp. x, vil Messinget afkjøles 40 — x Grader og afgive 0,094 . (40 — x) . 2 V. E.; Vandet vil opvarmes x — 10 Grader og derved modtage 1 . (x — 10) . 4 V. E.; altsaa haves

$$0{,}094 \,.\, (40 - x) \,.\, 2 = 1 \,.\, (x - 10) \,.\, 4;$$
$$0{,}188 \,.\, (40 - x) = (x - 10) \,.\, 4;$$
$$7{,}52 - 0{,}188x = 4x - 40;$$
$$7{,}52 = 4{,}188x - 40;$$
$$47{,}52 = 4{,}188x$$
$$\text{Temp. } x = \frac{47{,}52}{4{,}188} = 11{,}3^\circ.$$

45. **Mayers Princip** siger, at *Varme og Arbejde ere ensartede Størrelser*, af hvilke den ene kan forvandles til den anden (1 V. E. = ca. 1400 ft. lbs.). Forvandling af Varme til Arbejde ses i Dampmaskiner; omvendt ses, at det af en Gnidning forbrugte Arbejde forvandles til Varme (Gnidningsvarme). Da levende Kraft er et opsparet Arbejde, er den ogsaa ensartet med Varme; dette viser sig ved Stød, hvor der gaar en Del levende Kraft tilgrunde for at forvandles til Varme; Jern kan f. Ex. hamres varmt. Sammenpresses en Luftmasse, gaar der et Arbejde tilgrunde, og derved opvarmes Luften; dersom omvendt en Luftmasse udvider sig, udvikler den et Arbejde og afkjøles. Sammenpresses en Luftmasse med en Fortætningspumpe, opvarmes den, men lader man den saa passere et Svaleapparat og derpaa udvide sig, vil dens Temperatur kunne gaa langt ned under Nul; — efter dette Princip arbejde Koldluftsmaskinerne.

46. Et fast Legemes **Smeltning** [melting], ɔ: Forvandling til en Vædske, finder Sted, naar det opvarmes til et vist Punkt, *Smeltepunktet* [melting point], der holder sig konstant under hele Smeltningen, saaledes ved 0° for Is. En Vædskes **Størkning** [congelation] eller **Frysning** [freezing], ɔ: Forvandling til et fast Legeme, foregaar, naar den afkjøles til en bestemt Temperatur, *Frysepunktet* [freezing point], der er konstant under hele Forvandlingen; det er f. Ex. 0° for Vand. For samme Legeme falde Smeltepunktet og Frysepunktet sammen. Den egentlige Smeltning foregaar kun paa Overfladen, og nogle Legemer be-

vare under Smeltningen det Indre fast (haardt) f. Ex. Is, Stearin og Støbejern; i andre blive derimod de indre Dele først bløde (plastiske) og derpaa tykflydende, inden de smelte helt, f. Ex. Glas, Lak, Talg, Vox og Smedejern. Paa det sidste Forhold beror det, at bløde Voxklumper kunne formes og sammenæltes, samt at glødende Smedejern kan smedes og svejses. De fleste faste Legemer udvide sig ved Smeltning saaledes Stearin $\frac{1}{20}$ af sit Rum; nogle sammentrække sig saaledes Is $\frac{1}{14}$ af sit Rum (14 Rf. Is give 13 Rf. Vand). Ved Størkningen vil det omvendte finde Sted, dette bevirker f. Ex., at naar man i Frostvejr har glemt at tømme Rør eller Pumper for Vand, kunne de sprænges af den ved Vandets Frysning dannede Is.

Tabel over Smelte- og Frysepunkter.

Platin	2000° C	Zink	423° C
Smedejern	1600° C	Bly	334° C
Staal	1300—1400° C	Tin	235° C
Guld	1200° C	Talg	33—40° C
Støbejern, graat	1100—1200° C	Is (Vand)	0° C
Støbej., hvidt	1050—1100° C	Olivenolie (Bomolie)	3° C
Kobber	1000—1090° C	Roeolie	1° C
Sølv	1000° C	Fersk Vand	0° C
Messing	1000° C	Søvand	÷ $2\frac{1}{2}$° C
Bronze	900° C	Kvægsølv	÷ 39° C

47. Da et fast Legemes Temperatur ikke forandres, uagtet der føres Varme til, medens det smelter, maa der *forbruges en Varmemængde ved Smeltningen.* Paa lignende Maade indses at der *under Størkningen udvikles en Varmemængde.* For samme Vægt af samme Stof ville de to Varmemængder være ligestore. *Den Varmemængde, der bruges til at smelte ét Pund af et Legeme, kaldes dets* **Smeltevarme** og er *for Is* lig *80 V. E.* Det sidste kan ses af, at naar 1 Pund Is af 0° blandes med 1 Pund Vand

af 80°, faas 2 Pund Vand af 0°; idet Isen ved sin Smeltning maa have brugt de af Vandet (med Varmefylde 1) afgivne 1 . 80 = 80 V. E.

Smeltevarme (og ligesaa Fordampningsvarme, se 58) kaldes ogsaa *bunden Varme* [latent heat], fordi den forbrugte Varme «bindes» saaledes i Legemets Indre, at den *ikke kan forøge dets Temperatur.* Varme, der forøger et Legemes Temperatur, kaldes ofte *fri Varme* [sensible heat; free heat]. Varme, der udvikles ved Størkning (eller ved Dampes Fortætning, siges ofte at være bunden Varme, der frigjøres.

Bliver et fast Legeme flydende *ved Opløsning*, *bruges der ogsaa Varme*, og derved kan der ofte frembringes en betydelig Afkjøling. Blandinger af Stoffer, hvis Temperatur under Blandingen synker ned under 0°, kaldes *Kuldeblandinger*; blandes f. Ex. 1 Del Kogsalt og 2 Dele Sne eller knust Is, dannes der en stærk Saltopløsning, og Temperaturen synker ned til ca. — 20°.

Ex. 1. Hvormegen Varme behøves for at forvandle 2 Pund Is (Varmefylde 0,50) af ÷ 8° til Vand af 20°.

Ved Opvarmning til 0° stiger Isens Temperatur 8° og der bruges 0,50 . 8 . 2 = 8 V. E.

Til Forvandlingen fra Is af 0° til Vand af 0°, altsaa til Smeltningen, bruges 80 . 2 = 160 V. E.

Ved Opvarmningen stiger derpaa det dannede Vands Temperatur til 20°, og dertil bruges 1 . 20 . 2 = 40 V. E.

Ialt bruges 8 + 160 + 40 = 208 V. E.

Ex. 2. 5 lbs. Is af 0° blandes med 100 lbs. Jernspaaner af 70° (Varmefylde 0,11); find Blandingens Temperatur.

Isen bruger til sin Smeltning 80 . 5 V. E. og det dannede Vand opvarmes fra 0° til x Grader, hvortil der be-

høves $1 . x . 5$ V. E. Begge Varmemængder ere afgivne af Jernet, der er afkjølet $70 - x$ Grader, og altsaa har afgivet $0{,}11 . (70 - x) . 100$ V. E.

Følgelig haves

$$80 . 5 + 1 . x . 5 = 0{,}11 . (70 - x) . 100;$$
$$400 + 5x = 11 . (70 - x);$$
$$400 + 5x = 770 - 11x;$$
$$400 + 16x = 770;$$
$$16x = 370; \text{ altsaa er}$$
$$\text{Temperaturen } x = \frac{370}{16} = 23^\circ.$$

48. Fordampning [evaporation] af et Legeme*, ɔ: dets Overgang til Luftform, kan iagttages, ved at dets Rumfang formindskes, naar det staar hen. Selve Dampene ere i Reglen lugtfri og usynlige, men deres Tilværelse kan paavises ved en Afkjøling, der frembringer en *Fortætning* [condensation] af dem, ɔ: en Tilbagegang til draabeflydende (el. fast) Form. Dampene dannes paa Vædskens Overflade (*Overfladefordampning*), indtil Vædsken har naaet en vis konstant Temperatur; de dannes da som Bobler paa Varmefladen (*Kogning*). Ved Fordampningen *forbruges* (bindes) *en vis Varmemængde*, der atter *udvikles* (frigjøres) ved Fortætningen. Ved *fugtig* eller *vaad* **Damp** forstaas Damp, hvori der svæver smaa Draaber af «Stamvædsken», Damp uden en saadan Indblanding kaldes *tør Damp*. Fugtig Damp, der paa Grund af Draaberne ser ud som en graa Taagemasse, kan dannes ved Afkjøling af tør Damp (noget fortættes) eller ved stærk Kogning (i alle Dampkjedler medriver Dampen en hel Del Vand). Tør Damp kan dannes ved Opvarmning af vaad Damp (Draaberne for-

* Alle Vædsker kunne fordampe; de de fleste faste Legemer maa smeltes først, men enkelte af disse kunne dog fordampe direkte saaledes Kampher eller Is; det sidste er bekjendt fra Tørring af vasket Tøj i Frostvejr.

dampe) samt ved Overfladefordampning eller langsom Kogning i et Rum, hvis Temperatur mindst er lig den fordampende Vædskes. Ved en kogende Vandkjedel viser den tørre Damp sig ved en Sittren i Luften over Tuden, og højere oppe ses den ved Afkjøling deraf dannede vaade Damp. Vanddamp [steam] er den mest anvendte Art Damp, da Vand er saa let at skaffe tilveje og er uskadeligt for Sundheden.

49. Ved Dampe viser det mærkelige Forhold sig, at *et Rum kun kan optage en begrændset Mængde Dampe af en bestemt Temperatur.*

Har Rummet optaget den største Mængde Dampe, som det kan for den Temperatur, det har, kaldes baade Rummet og *Dampene* **mættede** [saturated]. For en vis Temperatur maa mættede Dampe have den *største Tæthed* og følgelig ogsaa det *største Tryk*, som Dampe overhovedet kunne have ved den Temperatur. Foroges Temperaturen, fordamper noget mere Vædske, og følgelig ville *mættede Dampes Tæthed og Tryk stige, naar Temperaturen stiger.*

Har Rummet ikke optaget den største Mængde Dampe, som det kan, kaldes Rummet og *Dampene* **umættede** [surcharged; overheated]. Bliver der indbragt mere Stamvædske i Rummet, medens dettes Temperatur holdes konstant, vil den fordampe, saalænge som Rummet endnu ikke er naaet til at blive mættet.

Er der i Rum vaad Damp eller tør Damp i Forbindelse med sin Stamvædske, maa, hvis Forholdene ere rolige, Dampene være mættede; thi ellers vilde mere Vædske være fordampet. Er der ingen Stamvædske tilstede, maa Dampene nødvendig være tørre, og som Regel ville de være umættede, da det er lidet rimeligt, at der netop skulde være indbragt nøjagtig den Vædskemængde, der forvandlet til Damp vilde mætte Rummet.

50. I et lufttomt Rum har **mættet Damp for konstant Temperatur et konstant Tryk** *uafhængigt af Rumfangets Størrelse**, forudsat at der ved voxende Rum er Stamvædske nok at fordampe af. Grunden til at denne Lov gjælder er, at Dampens Tæthed forbliver uforandret, idet en Forøgelse eller Formindskelse af Rummet ikke bevirker andet end henholdsvis en Fordampning eller en Fortætning. Lovens Rigtighed kan bevises ved Forsøg med et kort og et langt Barometerrør, der staa i en med Kvægsølv fyldt Beholder med en dyb Grube i Bunden. I det lange Rør er der lidt Vædske ovenpaa Kvægsølvet; denne Vædske er oprindelig sprøjtet ind under Rørets Munding og steget op i Rummet over Kvægsølvet, hvilket Rum den ved sin Fordampning har fyldt med mættet Damp, hvis Tryk driver Kvægsølvet i det lange Rør lidt ned. Trykket maales ved Forskjellen *h* mellem de to Kvægsølvsøjler og bliver uforandret, naar Dampens Rumfang forandres ved at det lange Rør hæves eller sænkes langsomt.

Fig. 38.

Anm. Dersom Rummet *hurtigt* forøges eller formindskes vil mættet Damps Tryk henholdsvis aftage eller tiltage, da der ikke bliver Tid til at forplante den Varmemængde der behøves til henholdsvis Fordampningen eller Fortætningen. Efter nogen Henstand vil imidlertid Temperaturen og dermed Trykket blive som før.

51. Angaaende **mættet Damps Tryk i Forhold til dens Temperatur** vil der af det foregaaende fremgaa, at der *til en bestemt Temperatur svarer et bestemt Tryk* eller omvendt, samt at *Trykket voxer, naar Temperaturen voxer*, og endelig at der for stigende Temperatur maatte være Stamvædske tilstede for at danne nye Dampe. Trykket voxer i et langt stærkere Forhold end Temperaturen, men den

* Mættet Damp følger altsaa ikke Mariottes Lov.

Lov, der udtrykker disse to Størrelsers Sammenhæng, er endnu ikke opdaget.

I Praxis anvender man **Tabeller**, af hvilke én for *Vanddamp* findes bag i Bogen. Af den ses, at til en *Temperatur af 100° svarer et Tryk af 1 at.* Gaas der i Tabellen ud fra den nærmeste Værdi findes f. Ex. at der i en Kjedel med 75 Punds Tryk lig 75 lbs. pr. □ in. Ovtr. eller ca. 75 + 15 = 90 lbs. pr. □ in. abs. Tr. er der en Temperatur af ca. 160°. — Ønskes et nøjagtigere Resultat, interpoleres der i Tabellen, men herom henvises til «Hovedsætninger af Mathematikken» Side 168.

De ovennævnte Tabeller ere dannede efter Angivelser af Forsøg. Saadanne Forsøg kunne anstilles ved et højt Glasklar, hvis nedre Del er Beholder for to Barometre, af hvilke det ene har Vand over Kvægsølvet. Karrets øvre Del er fyldt med Vand, hvori der er anbragt et Thermometer. Efter Opvarmning af Apparatet kan Dampens Temperatur aflæses paa Thermometret, og dens Tryk er lig Forskjellen mellem Kvægsølvsøjlernes Højder. Er Temperaturen bragt til 100°, vil Vandet koge, og Kvægsølvhøjden i det dampfyldte Rør vil være Nul og Dampenes Tryk følgelig 1 at.

Fig. 39.

Forsøg ved Temperaturer over 100° kunde anstilles ved en Papin's Gryde (se 60), der var forsynet med et Thermometer og et Manometer.

52. I Tabellen bag i Physikken findes opført den til Trykket svarende **Tæthed** *af tør mættet Vanddamp* *, hvori man kan tage den til det opgivne Tryk svarende Tæthed enten den nærmeste Værdi eller ved fint Arbejde

* Ved fugtig Damp ser man i Reglen bort fra Fugtigheden, der kun fylder lidt og i Reglen er betydningsløs. Man regner altsaa med den i Rummet værende Dampmasse, som om denne var tør.

en interpoleret Værdi. Da Tætheden voxer med Trykket (de ere omtrent proportionale) vil en vis Vægt mættet Damps Rumfang aftage, naar dens Tryk voxer (Rumf. er omtr. omvendt prop. med Trykket).

En Dampkjedel frembringer for en vis Fyring en vis Vægt Damp, og Maskinen forbruger samtidig et vist Rumfang Damp. De to Tals Kvotient er lig Dampens Tæthed, og til denne svarer der et bestemt Tryk (det kan findes ved Tabellen). Dette Forhold er Aarsagen til, at Fyringen og dermed Dampudviklingen kan reguleres efter Trykangivelsen paa Manometret.

Ex. 1. En Dampmaskine har Cylindrens Rumfang lig 2000 cub in., «Fyldningen» lig 0,5, det «skadelige Rum» lig 5 % og Omdrejningstallet lig 100 pr. Min., hvormange Pund Damp af 80 Punds Overtryk bruger den?

I et Slag fyldes, da 5 % = 0,05, Brøkdelen 0,05 + 0,5 = 0,55 af Cylindren, og der bruges altsaa 0,55.2000 cub in. Damp.

I en Time er der 2.100.60 Slag, følgelig bruges der i Timen $\overline{0,55.2000.2.100.60}$ cub in. Damp.

Tætheden er ca. 0,000125 lb. pr. cub in. I Timen bruges altsaa

0,55.2000.2.100.60.0,000125 = ca. 1600 lbs. Damp.

Ex. 2. Hvormeget fylder 2 Pund Damp af 7 at. abs. Tr.

Tætheden er 0,000136 lb. pr. cub in.; Produktet af den og Rumfanget giver Dampens Vægt, altsaa

$$0,000136 . x = 2;$$

$$\text{Rumf. } x = \frac{2}{0,000136} = \text{ca. } 14700 \text{ cub in.} = 8,5 \text{ cub ft.}$$

53. Ved mættet Vanddamps **relative Rumfang** for et vist Tryk eller den dertil svarende Temperatur forstaas

det Rumfang tør Damp, der frembringes af ét Rumfang Vand af 4° C; dets Størrelse findes opført i Tabellen bag i Physikken. Ved Hjælp af det kan der findes, hvormegen Damp der kan faas af et vist Rumfang Vand eller omvendt; thi *Dampens Rumfang maa være lig Produktet af dens relative Rumfang og det Rumfang Vand, der har dannet den.*

Ex. 1. Hvormange cub ft. Damp af 6 at. abs. Tr. faas af 10 cub ft. Vand.

Det relative Rumfang er lig 305, altsaa er Dampens Rumfang = 305.10 = 3050 cub ft.

Ex. 2. Hvormange cub in. Vand dannes ved Fortætning af 6000 cub in. Damp af 50 lbs. pr. □ in. Ovtr.

Det rel. Rf. er 409. Kaldes Vandmassen x, faas

$$409 . x = 6000.$$

Der dannes $x = \frac{6000}{409} = 15$ cub. in.

Man ser let, at Damps relative Rumfang angiver, hvormange Gange en Dampmasses Rumfang er større end dens Stamvædskes, altsaa maa Dampens Tæthed være ligesaamange Gange mindre end Vands. Følgelig er *Damps Tæthed lig Vands Tæthed divideret med Dampens relative Rumfang*, saaledes vil 1 cub ft. Damp af 7 at. med det rel. Rf. 264 veje $\frac{62}{264} = 0{,}24$ lb. Ved denne Sætning kan Damps Tæthed findes, ved en Damptabel, der ikke indeholder den, men kun det relative Rumfang.

54. Da Vands Vægtfylde er 1, indses ved Slutningen af 53, at **Vanddamps Vægtfylde** *i Forhold til Vand er lig én divideret med det relative Rumfang* og altsaa foranderlig.

I *Forhold til atmosphærisk Luft af samme Tryk og Temperatur er Vanddamps Vægtfylde* meget nær konstant og lig $\frac{5}{8}$.

55. **Umættet Damp** *følger* temmelig nær *Mariottes Lov*; dette vises let ved at hæve det lange Rør i det i 50 omtalte og i Fig. 38 viste Apparat, indtil alt Vandet er fordampet og Dampen gaaet over til at blive umættet; thi hæves saa Røret yderligere, vil Dampens Tryk (angivet af Søjlen *h*) blive ligesaamange Gange mindre, som Rummet bliver større. Umættet Damp vil ligeledes meget nær *følge Gay-Lussac's Lov* (42) og altsaa ogsaa *Mariotte, Gay-Lussacs Lov* (43). Ved den sidste Lov indses, at naar umættet Damp opvarmes i et Kar, hvis Rumfang ikke forandres, saa vil dens Tryk voxe proportionalt med dens absolute Temperatur og altsaa ganske langsomt. Afkjøles Karret, vil ved en vis Temperatur («Dugpunktet») den umættede Damp gaa over til at blive tør mættet Damp, og ved en yderligere Afkjøling vil noget af denne mættede Damp fortættes.

Umættet Damp kaldes ogsaa *overhedet Damp*, da den kan dannes ved Overhedning, ɔ: yderligere Opvarmning af tør mættet Damp. Her maa dog bemærkes at Damp ikke behøver at være overhedet, fordi den har passeret en Skibskjedels Overheder (se 57).

56. I **Blandinger af Luft og Damp** vil Dampen optræde, som om den var alene i et tomt Rum (ifølge Daltons Lov; 23). I en Kondensator vil Dampen derfor altid være mættet, og Trykket vil være lig Summen af Dampens til Temperaturen svarende Tryk og den gjennem Utæthederne m. m. indslupne Lufts Tryk.

Atmosphærisk Luft er «fugtig», idet den paa Grund af Fordampningen af Jordens Vandmasser indeholder en Del Vanddamp, der sædvanlig er umættet. Luften kan imidlertid tørres ved vandsugende Midler (se 5).

57. Damps Forhold i Dampmaskiner ere meget urolige, og de skulle derfor særlig beskrives. Kjedlerne levere fugtig mættet Damp, og denne blev i ældre Tid (indtil ca. 3 at. absolut Tryk) ofte fuldstændig tørret og yderligere ophedet (til ca. 150°) i en «Overheder», saa at Maskinen forsynedes med umættet Damp. Men i den nyere Tid bliver den enten slet ikke eller kun delvis tørret, da Smørelsen i Cylindren ikke kan taale at paavirkes af umættet Damp af Temperaturer over ca. 180°; vore *Skibsmaskiner faa altsaa nu altid vaad mættet Damp* (alm. 5—7 at. abs. Tr.; højst ca. 12 at.*). Under Expansionen (ɔ: Udvidelsen efter Afskjæringen) vil tør eller noget vaad Damp gaa over til at blive vaadere og vaadere, idet noget af Dampen fortættes. *Under Expansionen* og Kompressionen *ere Tryk og Rumfang tilnærmelsesvis omvendt proportionale* og have altsaa omtrent *konstant Produkt*; denne Lov kaldes ofte men med Urette Mariottes Lov. Fyldes f. Ex. en Cylinder $\frac{2}{5}$ med Damp af 100 lbs. pr. □ in. abs. Tryk, vil der endes med 1 Rumfang og x Pund, altsaa haves

$$x.1 = 100.\tfrac{2}{5},$$

hvoraf $x = \frac{2}{5}.100 = 40$ lbs. pr. □ in. abs. Tr.

Da Dampens Tryk falder, vil dens *Temperatur* ogsaa *falde under Expansionen*; fyldes f. Ex. en Cylinder $\frac{1}{3}$ med Damp af 90 lbs. pr. □ in. abs. Tr. vil der endes med $\frac{1}{3}.90 = 30$ lbs., og Temperaturen vil ifølge Tabellen falde fra ca. 160° til ca. 120°. *Under Udstrømningen vil Dampens Temperatur falde yderligere* paa Grund af det lavere Tryk; Cylindrens Vægge ville følgelig antage en Middeltemperatur, der er lavere end den indstrømmende Damps. Følgelig vil der ske en Fortætning af noget af Dampen,

* Undertiden skjælnes mellem Lavtryks-, Mellemtryks- og Højtryksdamp. Mellemtryksdamp regnes af nogle fra 2—3 at. abs. Tr. af andre derimod fra 3—5 at.

medens dens Tryk er højest, og herved voldes der et Arbejdstab, der ikke opvejes, ved at der i Slutningen af Slaget fordampes lidt af Fugtigheden, da saa Cylindren er varmere end Dampen. Fortætningen vil virke kraftigt, da der ved Cylindervæggene vil stræbe at dannes et tomt Rum, som hurtigt fyldes med ny Damp. Gjenfordampningen vil være svag, da der ved Væggene vil dannes umættet Damp, som leder Varmen slet. Har Cylindren Damptrøje, saa have dens Vægge samme Temperatur som den indstrømmende Damp, og de ville følgelig ikke bevirke nogen Fortætning af Dampen i Cylindren. I selve Trøjen vil der selvfølgelig fortættes nogen Damp, men det bliver ikke ret meget, da den er godt beklædt, og da Gjenfordampningen af den under Expansionen fortættede Damp kun er meget ringe og derfor kun kræver ringe Varmetilførsel fra Trøjen. Det i Trøjen dannede Vand kan ikke bidrage til at holde Temperaturen konstant og maa aftappes for ikke at svække Trøjens Virkning.

Samme Vægt Damp vil noget nær udvikle ligemeget Arbejde ved at drive Stemplet frem under Indstrømningen, hvad enten den har højt eller lavt Tryk. *Damp af høj Spænding* kan afgive meget Arbejde under sin Expansion og *vil* altsaa *i Alt afgive langt mere Arbejde end Damp af lavt Tryk, naar man sørger for at expandere den stærkt.* Selvfølgelig maa Dampens Slutningstryk være større end Modtrykket, der bør gjøres lille ved Anvendelsen af Kondensator.

Kulforbruget bliver temmelig nær det samme (se 73 samt 58) for samme Vægt Damp, enten denne har lavt eller højt Tryk; det høje Tryk er følgelig det mest økonomiske, saafremt det forbindes med vidtdreven Expansion. Expanderes der ikke eller kun lidt, indvirker det derimod ikke videre paa Kulforbruget, om der bruges højt eller lavt Tryk; middelhøje Tryk ville da være mest passende; thi de kræve ikke som de lave Tryk en meget stor Damp-

cylinder og volde ikke som de meget høje Tryk Vanskeligheder med at holde Pakningerne og Kjedlerne tætte.

58. At der ved en Fordampning forbruges (bindes) Varme (se 48 og 47) kan ses, af at en Vædskes Kogetemperatur er konstant, uagtet der tilføres Varme, samt af at der frembringes en Afkjøling ved en Fordampning med utilstrækkelig Varmetilførsel; saaledes vil f. Ex. en befugtet Haand afkjøles, naar den svinges i Luften. At der omvendt ved en Fortætning udvikles Varme (frigjøres bunden Varme) kan ses, af at Damp opvarmer det Vand, hvormed den fortættes i en Kondensator. *Den Varmemængde, der forbruges* (bindes) *ved Fordampning af ét Pund Vædske, kaldes* **Fordampningsvarmen** eller Dampens bundne Varme [latent heat of steam] og er *for Vand, der koger ved 100° i et aabent Kar, lig 537 V. E.* Forandres Kogetemperaturen, forandres den bundne Varme ogsaa, men den Mængde Varme, **Totalvarmen** (eller Summen af fri og bunden Varme), *der behøves til at forvandle ét Pund Vand af Nul Grader til tør mættet Damp*, er *næsten konstant og lig ca.* **640** *V. E.* (Watt's Udtryk). Totalvarmen voxer lidt, naar Temp. voxer; for den nu alm. Kjedeltemp. 160° er den saaledes 655 V. E. *Fordampningsvarmen* (den bundne Varme) *ved en Kogning af Vand er lig Totalvarmen Minus ligesaamange Varmeénheder, som Kogetemperaturen har Grader*; thi saa megen Varme (fri Varme) behøves der, da Vands Varmefylde er 1, til at opvarme Vandet fra Nul til Kogetemperaturen. Koges der f. Ex. ved 110° bliver Fordampningsvarmen lig 640—1.110 = 530 V. E. Et raat Forsøg til Bestemmelse af Totalvarmen kan anstilles, ved at lede Vanddamp gjennem et Rør ned i et cylindrisk Kar, der indeholder 5,4 Pund Vand af 0°; Dampen vil saa fortættes og afgive Varme til Vandet, der opvarmes til sit Kogepunkt 100°, og det viser sig da, at Karret indeholder 1 Pund Vand mere end oprindelig; Totalvarmen har altsaa været nok til at bringe

5,4 + 1 = 6,4 Pund Vand op fra 0° til 100°, og den maa følgelig være lig 1.100.6,4 = 640 V. E.

Anbringes en Skaal med Vand samt en Skaal med stærk Svovlsyre under en Luftpumpes Klokke, og fortyndes Luften, saa vil Vandet koge voldsomt op og afkjøles stærkt, idet det selv maa afgive Fordampningsvarmen; tilsidst vil Vandet endog fryse. Svovlsyren indsuger Dampene og hindrer derved, at Rummet mættes; den vil opvarmes, idet Dampene ved Fortætningen afgive deres Fordampningsvarme til den. — Meget «flygtige» Vædsker f. Ex. fortættet Ammoniak (Salmiakspiritus er en Opløsning af Luftarten Ammoniak i Vand) fordampe saa livligt, at Temperaturen kan synke under 0°, og Vand, der er i Nærheden deraf, vil altsaa fryse. Dette Forhold benyttes til Isfabrikation. — Smør kan stivnes, og Øl kan afkjøles, ved at Krukken eller Flasken omvikles med en vaad Klud og sættes paa et Sted, hvor der er Træk; Vandet vil da fordampe livligt og følgelig virke stærkt afkjølende.

Ex. 1. Hvormegen Varme behøves der for at fordampe 10 Pund Vand af 40°.

Da Vandet har 40°, har det allerede modtaget 1.40 V. E. pr. Pund og behøver følgelig kun 640 — 1.40 = 600 V. E. pr. Pund.

De 10 Pund Vand behøve altsaa 600.10 = 6000 V. E. for at forvandles til tør mættet Damp.

Ex. 2. Hvormange Pund Vand af 10° behøves der til at forvandle (fortætte) 3 Pund Damp til Vand af 40°.

Dampen afgiver (640 — 1.40).3.

x Pund Vand modtage, idet de opvarmes fra 10° til 40°, 1.(40 — 10).x V. E.

Da de to Varmemængder maa være ligestore, haves

$$(640 - 1.40).3 = 1.(40 - 10).x;$$
$$(640 - 40).3 = 30x;$$
$$600.3 = 30x;$$

Vandmængden er

$$x = \frac{600.3}{30} = 60 \text{ Pund.}$$

59. Ved **Overfladefordampning** henstaar en Vædske uden Bevægelse, men dens Rumfang aftager efterhaanden. Dampudviklingen forøges, naar: (1) Temperaturen stiger, (2) Overfladen forøges, (3) Lufttrykket formindskes, og (4) Dampen føres rask bort f. Ex. ved at medrives af en Luftstrøm. Ophører Dampens Bortledning, f. Ex. ved at Karret lukkes, vil Rummet mættes, og Dampudviklingen ophøre.

60. Ved **Kogning** [ebullition] udvikles Dampen som Bobler inde i Vædskemassen, der ved disses Undvigen opad bringes i stærk Uro. Betingelsen for Kogning er, at Vædskens Temperatur er saa høj, at Dampen i en Boble kan faa Spænding nok til at overvinde Trykket paa Vædskens Overflade og Trykket af den overliggende Vædskemasse samt Sammenhængskraften mellem Vædskedelene og Karrets Sider. Dampboblerne dannes ved Karrets Sider (paa Hedefladen), da al Varmen bruges til Dampdannelsen og derfor ikke kan trænge ind i det Indre af Vædsken, der følgelig maa bevare en konstant Temperatur. Af Ovenstaaende ses at *Kogetemperaturen er konstant, naar Trykket er konstant, og stiger, naar dette stiger*, eller naar Vædskehøjden stiger. Indflydelsen af Karrets Sidefladers Beskaffenhed er kun af ringe Betydning. Heraf ses at *Kogetemperaturen af en Vædske kun vil blive en Ubetydelighed højere end dens mættede Dampes Temperatur for det paa Overfladen hvilende Tryk.* Den til én Atmosphæres Tryk (760^{mm} Barometerstand) svarende Temperatur kaldes Vædskens *Kogepunkt*; for nogle Vædsker findes dette angivet i omstaaende Tabel.

Destilleret (el. færsk) Vand	. . .	100° C	(212° F)
Kogsaltopløsning med $\frac{1}{32}$ Salt	. .	100,7° C	(213,2° F)
— — $\frac{2}{32}$ —	. .	101,3° C	(214,4° F)
— — $\frac{3}{32}$ —	. .	101,9° C	(215,5° F)
— mættet	. . . . .	108° C	

Kvægsølv	357° C
Linolie	316° C
Vinaand (vandfri)	78° C
Svovlsyrling	÷ 10° C

Ved Kogning i *aabent Kar* vil Kogetemperaturen være omtrent lig Kogepunktet altsaa *for Vand 100°*. Paa Bjærge kan Kogetemperaturen imidlertid paa Grund af det ringere Lufttryk være ikke saa lidt lavere.

Kogning af Vand ved lavere Temperaturer end 100° (Tryk under Atm.) kan vises ved at tage en *Vandhammer* i Haanden. Dette Apparat er et Glaskar, som er tilsmeltet, efter at al Luft er uddreven ved Kogning af noget i Bunden deraf værende Vand. Ved de almindelige Stuetemperaturer vil der ikke være nogen videre Spænding af de over Vandet værende Dampe, og Haandens Temperatur vil derfor være høj nok, til at faa Vandet til at koge. Navnet kommer, fra at Vandet udøver et skarpt Slag, naar Karret vendes, da der ikke er nogen Luft til at mildne det.

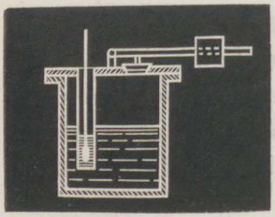

Fig. 40.

Kogning af Vand ved en højere Temperatur end 100° (Tryk over Atm.) kan vises ved *Papin's Gryde*, der er en damptæt lukket Jerngryde med en Sikkerhedsventil i Dækslet. I dette kan der ogsaa anbringes et i Bunden lukket Rør, inden i

hvilket et Thermometer kan anbringes nedsænket i Olie. Opvarmes Vandet, vil Temperaturen stige over 100°, da Dampene ikke kunne slippe bort. Damptrykket vil samtidig stige og tilsidst aabne Sikkerhedsventilen; Dampene kunne saa gaa bort, og Kogningen vil strax begynde og Temperaturen holde sig konstant. Belastes Sikkerhedsventilen stærkere, standser Kogningen øjeblikkelig for senere at begynde ved en højere Temperatur. — Kogning ved højere Temperatur end 100° ses ligeledes i Dampkjedler.

Opvarmes *koldt Vand* for at *bringes i Kog*, vil den opløste Luft undvige som Bobler; senere ville Dampbobler stige op fra Hedefladen og under en snurrende Lyd fortættes oppe i det koldere Vand foroven, og endelig ville Dampene gjennembryde Overfladen og Kogningen begynde. Kogningen vedbliver, saalænge Varmetilførslen (Fyringen) er tilstrækkelig; en Forøgelse af denne vil bevirke en Forøgelse af den udviklede Dampmængde men selvfølgelig ikke virke paa Temperaturen.

Falder Trykket paa en kogende Vædskes Overflade, maa dens Temperatur ogsaa falde. Der maa altsaa bortføres en vis Varmemængde fra Vædsken, hvilket sker, ved at der overalt i Vædskens Indre udvikles Damp, som forbruger den. Bliver en saadan Kogning med Dannelse af Bobler i Vædskens Indre stærk, ved at Trykket falder voldsomt, kan der let faas en Overkogning, det er en stærk Medrivning af Vand med Dampen. Under en kortvarig Forstærkning af Gangen af en Maskine ville disse Forhold bevirke, at man kan lade Maskinen bruge mere Damp end der i den Tid udvikles ved Fyringen alene, naar man blot passer paa, at Trykket falder saa langsomt, at man ikke fremkalder en Overkogning.

Bliver koldt *Vand*, der ved en tidligere Kogning er blevet *lufttomt*, opvarmet forsigtigt, kan det *overhedes*, det er opvarmes til en højere Temperatur end Kogetempera-

turen. Faar saa Karret et Stød, eller bringes der Luft ned i Vædsken, indtræder Kogningen pludselig, og med det samme vil Temperaturen synke ned til Kogetemperaturen, saa at den overskydende Varmemængde frembringer en voldsom Dampudvikling. Man har ment, men sikkert med Urette, at Dampkjedelexplosioner kunne have overhedet Vand til Aarsag.

Opløste Stoffer indvirke paa en Vædskes Kogetemperatur, saaledes vil f. Ex. en Kogsaltopløsnings Kogetemp. stige med dens Styrke. De undvigende Dampe indeholde intet af det opløste Stof (undtagen som Del af medrevne Draaber), saa at Opløsningens Styrke tiltager, indtil den mættes, hvorpaa der vil begynde en Bundfældning af det opløste Stof (Kjedelstens Dannelse). Kogsalt, der er let opløseligt i Vand ved alle Temperaturer, bundfældes ikke let. Gibs (hvoraf Havvand indeholder 0,15 %) er tungtopløselig, og Opløseligheden aftager, naar Temperaturen voxer for helt at ophøre ved 140—150° (hvortil svarer 4—5 at. abs. Tr.). Følgen af disse Forhold er, at Hovedbestanddelen af Skibskjedlers Sten (80—86 %) er Gibs, der danner en fast Kjedelsten. I Fødevand, særlig fra Brønde, kan der være Kalk og Magnesiaforbindelser, som kun ere opløselige, saalænge Vandet endnu indeholder Kulsyre, og derfor bundfældes, naar Kulsyren uddrives ved Kogningen; de danne en løs Sten eller kun Slam. — For at forhindre Mængden af de opløste Stoffer i Kjedelvandet i at blive for stor maa det jævnlig fortyndes ved at der «skummes» noget af det ud og «fødes» noget nyt ind i Stedet for det udblæste. Ved lavere Tryk er dette tilstrækkeligt, da Gibsen endnu er opløselig; men ved højere Tryk, hvor den er uopløselig, maa der fødes med gibsfrit Vand, hvilket tilvejebringes ved Anvendelsen af Overfladekondensator. I dette Tilfælde kommer der imidlertid meget Fidt ind i Kjedlen, og Fidtet kan lægge sig paa Hedefladen ligesom Stenen samt give Tilbøjelighed til

Overkogning; man maa derfor dog af og til skumme for at undgaa Ulemper deraf. Paa Grund af sin store Opløselighed vil selve Kogsaltet ingen Bryderier volde, naar man passer at skumme; men skulde dette engang blive forsømt, vilde Saltet bundfældes i overvældende Mængder.

61. Leidenfrost's Forsøg er Navnet paa det Forhold, at Vædskedraaber, der kastes i en stærkt ophedet og helst glødende Metalskaal, ikke komme til at koge men antage Form af en flad Draabe, der løber livligt rundt under en stærk Overfladefordampning, og som, naar Skaalen afkjøles til en vis Temperatur, pludselig breder sig ud i den og koger saa stærkt op, at Dampene slynge Vædsken bort. Draaben holdes ved de højere Temperaturer af Skaalen svævende af Damp, der udvikles livligt under den, og da Dampen leder Varmen slet, forhindrer den, at der kan forplantes mere Varme til Draaben end Overfladefordampningen forbruger. Grunden, til at man kan berøre glødende Legemer uden strax at brænde sig, er, at det leidenfrostske Forsøg indtræder med Hudens Fugtighed, saa at der ikke ledes synderlig Varme til Haanden.

62. Vanddampe fortættes i Praxis ved at sprøjte Vand ind i dem, eller ved at de bringes i Berøring med en Flade, hvis anden Side afkjøles med Vand. Den theoretiske Vandmængde beregnes som i 58 Ex. 2; i Praxis vil der imidlertid bruges en Del mere Svalevand, da Forudsætningen, om at dette opvarmes til den fortættede Damps Temperatur, ikke er fuldstændig rigtig.

Fjernes Luften af et Kar, ved at Vand koges deri (Vandhammer), eller ved at en Dampstrøm blæses derigjennem (Indsprøjtningskondensators Gjennemblæsning), og *lukkes Karret*, og *afkjøles det*, vil der *dannes et «luft-tomt Rum»* (Vakuum) deri. Der vil kun blive det svage Tryk tilbage i Rummet, som de mættede Dampe have for den lave Temperatur f. Ex. kun 0,07 at. for den alm. Kondensatortemperatur 40°. — For at bevare det lave Tryk

(«tomme Rum») i en Dampmaskines Kondensator kan man ikke nøjes med Fortætningen alene; thi tillige maa stadig den Luft udpumpes, der kommer ind gjennem Utæthederne m. m. — Gaar en Dampstrøm ud i Vand, dannes der store Dampbobler, men disse fortættes pludselig, og de derved dannede tomme Rum fyldes voldsomt af Vand under Frembringelse af stærke Knald og Rystelser.

Da Dampe ikke medføre de i Vand opløste Stoffer, kan man skaffe sig færsk Vand ved at koge Søvand og fortætte Dampene ved at lade dem røre ved en kold Overflade (i et Slangerør i Vand eller i en Art Overfladekondensator). Processen kaldes *Destillation*. — En Dampmaskines Overfladekondensator er paa én Gang et Apparat til Dannelsen af et Vakuum (tomt Rum) og et Destillerapparat; den skaffer altsaa baade et ringe Modtryk for Stemplet og færskt Fødevand til Kjedlen.

63. *Varme* kan *forplantes* ved **Straaling** [radiation] ud fra et Legeme i alle Retninger med en umaadelig Hastighed. Varmestraalerne ere retliniede og kunne gaa gjennem tomme Rum samt gjennemsigtige Legemer f. Ex. Luft og Glas, der ikke opvarmes synderlig. Træffe Straalerne et koldere uigjennemstraaleligt Legeme f. Ex. Metal eller Træ, standses de, og en Del af dem *indsuges* og opvarme Legemet, medens Resten *tilbagekastes*. Kun Overfladen indvirker paa disse Forhold; er den ru, mat eller mørk, indsuger den de fleste Straaler; er den glat, blank eller lys, indsuger den de færreste; en Undtagelse er Blyhvidt, der indsuger ligesaagodt som Kjønrøg. Evnen til at udstraale Varme afhænger ligeledes af Overfladen; de Overflader, der indsuge godt (el. slet) udstraale ogsaa godt (el. henhv. slet). Den Varmemængde, der forplantes ved Straaling mellem to Legemer, afhænger af de mod hinanden vendende Overfladers Beskaffenhed (se ovenfor); den voxer med deres Størrelse og Temperaturforskjel, og den er omvendt proportional med deres Afstands Kvadrat.

Skal et Legeme forhindres i at miste Varme ved Udstraaling, maa dets Overflade gjøres blank, glat og lys f. Ex. dannes af pudset Metal eller males hvid, dog ikke med Blyhvidt. Skal omvendt den størst mulige Varmemængde udstraales, gjøres Overfladen ru, mat og mørk f. Ex. ved at males med Kjønrøg.

Et Legeme kan beskyttes mod Straalevarme ved en Skjærm, ɔ: en uigjennemstraalelig Plade. Skjærmen standser Straalerne og vil ikke udstraale ret meget selv, da den tilbagekaster en Del Varme og afkjøles af Luften. Kakkelovnsskjærme og Brændplader ere Exempler paa Skjærme. Skal Lufts Temperatur maales, maa Thermometret beskyttes mod Varmestraaler f. Ex. ved at stikkes ned i et Stykke Rør.

64. Ved **Ledning** [conduction] kan *Varme forplantes* fra den ene af et Legemes Smaadele til den anden, naar et Sted af det opvarmes f. Ex. af Varmestraaler eller ved at berøre et varmere Legeme. Smaadelenes Temperatur er lavere jo større deres Afstand fra det opvarmede Sted er. I samme Afstand fra dette vil Temperaturen afhænge af Legemets *Varmeledningsevne*; man kan f. Ex. holde paa en brændende Tændstik men ikke paa en kort Metalstang, hvis ene Ende holdes i en Ild. Alle Metaller lede godt; Kobber leder bedre end Metal (Messing, Bronze) og dette atter bedre end Jern. Træ, Fidtstoffer, Jord og Stenarter lede slet. Draabeflydende og luftformige Legemer, særlig de sidste, ere meget slette Varmeledere, naar de ere i Hvile. Den i Porerne værende Luft bevirker, at porøse og pulverformede Legemer f. Ex. Beklædningstoffer og Aske ere slette Varmeledere. Berører man forskjellige Stoffer af samme Temperatur, ville de, der lede godt, hurtig tilføre eller berøve Legemet Varme, saa at man tror at gode Ledere ere varmere end slette, naar man føler «Varme», og koldere, naar man føler «Kulde».

Ved et tredie Legeme, en *Leder* kan Varmen ledes

fra et Legeme til et andet, og have Ledernes Smaadele antaget konstante Temperaturer, gaar der en regelmæssig Varmestrøm gjennem den. Den strømmende Varmemængde afhænger af Lederens Ledningsevne og er ligefrem proportional med dens Tværsnitsareal samt med dens Enders Temperaturforskjel og omvendt med dens Længde. Forplantes Varme gjennem et draabeflydende eller luftformigt Legeme, spille Strømningsforholdene en stor Rolle (herom i 65), og i sidste Tilfælde have af Hensyn til Straalingen ogsaa de tilstødende Overfladers Beskaffenhed Betydning.

Skal et *Legeme beskyttes mod Afkjøling*, omgives det med slette Varmeledere i tilstrækkelig tykke Lag (lang Leder). Exempler herpaa ere Menneskers Klæder og Beklædningerne af Dampkjedler m. m. Porøse Beklædningsstoffer maa beskyttes, mod at Luften i Porerne sættes i Strømninger; hertil tjener f. Ex. en Gummifrakke i Blæst eller Træet udenom en Dampkjedels Filtbeklædning. Luftlag tjene ofte til Beskyttelse f. Ex. Laget mellem dobbelte Vinduer.

Skal *Varme afledes fra et Legeme*, omgives det med gode Varmeledere i tynde Lag (kort Leder). Dette er f. Ex. Tilfældet med Flammen og Røgen i en Dampkjedel, hvis Hedeflade netop er af tynde Jernplader og jævnlig renses for de slette Ledere (Sod, Fidt og Kjedelsten), der sætte sig paa den. Pladerne i Fyret passeres af den største Varmemængde, da der er Straalevarme og høj Temperatur (ca. 1100°); jo længere Røgen fjærner sig derfra, desto lavere bliver dens Temperatur, og desto mindre den gjennem Hedefladen passerende Varmemængde. For at faa saameget af Varmen som muligt forplantet fra Røgen til Vandet gjøres Hedefladen stor; den gjøres sædvanlig saa stor (ca. 30 Gange Ristefladen i Skibskjedler), at Røgen gaar gaar bort med ca. 350°, idet en yderligere Forøgelse ikke kan betale den Varmemængde, der endnu kunde udvindes af Røgen. Ved forceret Fyring eller for lille Hedeflade

kan Røgen gaa bort med en langt højere Temperatur, saa at der spildes megen Varme.

Tynde Plader af gode Ledere, der forplante Varme mellem et luftformigt og et draabeflydende Legeme, antage dettes Temperatur. Af denne Grund kunne Pladerne i Hedeflader staa sig mod Varmen, naar de ikke ere for tykke (nødigt over $\frac{1}{2}$ in.) eller dækkede af for tykt et Lag Kjedelsten.

65. Et **flydende Legeme opvarmes** langt bedre **ved Strømninger** [convection] end ved Ledning alene, idet de fjærnere Smaadele saa kunne komme i Berøring enten med selve Hedefladen eller med stærkt opvarmede Smaadele. Jo livligere Strømningerne blive, desto hurtigere foregaar Opvarmningen. Strømningerne kunne tilvejebringes ved mekaniske Midler f. Ex. ved at en Donkeypumpe cirkulerer en Kjedels Vand under Opfyringen (for at faa Bundvandet varmt). Men sædvanlig fremkaldes Strømningerne imidlertid, ved at det flydende Legemes Tæthed forandres med Temperaturen, saa at de koldere Dele synke tilbunds, og de varmere Dele (de mindst tætte) stige op. Opvarmes Karret forneden, ville de kolde Dele atter opvarmes og stige op, medens de varme atter afkjøles og synke ned; er der sørget for fri Passage, ville Strømningerne gaa af sig selv. Et Forsøg kan anstilles ved at opvarme et Glaskar med Vand midt under Bunden; Vandet vil da strømme op i Midten, brede sig foroven og gaa ned langs Siderne for paany at stige op i Midten o. s. v. For at faa Strømningerne at se kan man udrøre noget Grums af samme Vægtfylde som Vandet i dette f. Ex. stødt Rav. Fyres der i en Kakkelovn, vil Luften stige op langs dens Sider gaa op til Loftet og udbrede sig og derpaa søge ned langs Vægge og Vinduer (navnlig ved disse, da

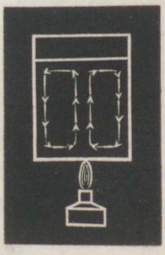

Fig. 41.

de ere koldest) for atter at søge hen langs Gulvet til Ovnen; idet der her paa Grund af den varme Lufts ringere Tæthed er et mindre Tryk end alle andre Steder paa Gulvet. Strømningerne kunne iagttages, ved at Røgelse paa Kakkelovnen lugtes ved Vinduerne før midt i Stuen, samt ved at der er varmere ved Loftet end ved Gulvet. — Opvarmes fra oven ville de varme Smaadele blive, hvor de ere; der kommer følgelig ingen Strømninger, og Varmen forplantes overmaade langsomt nedad ved Ledning alene. Temperaturmaalinger i Vand, hvorpaa der er hældt varm Olie, bekræfte dette. — Afkjøles der fra oven f. Ex. ved at kaste et Stykke Is i Vand, fremkommer der Strømninger; derimod faas der ingen Strømninger og følgelig langsom Afkjøling, naar der afkjøles fra neden. — Færsk Vand mellem 0° og 4° viser de modsatte Forhold af det ovenfor udviklede; dette bevirker f. Ex. at Temperaturen ved Bunden af dybe Færskvandssøer altid er 4°, da Vandet dernede ikke kan komme i Strømninger.

I Dampkjedler maa man sørge for, at der er uhindret Passage for Strømningerne, samt for, at der opvarmes langt nede, ved at Ildstederne lægges saa dybt som muligt. Skibskjedlers Bundvand ligger nedenfor Hedefladen og kan derfor kun vanskelig opvarmes; herfra hidrøre de mange Lækager i Bundene, da disse ikke ville kunne udvide sig saameget som den øvre Del af Kjedlen, navnlig ikke under en hurtig Opfyring.

Trækken [draught] eller Strømningen opad i en *Skorsten* [chimney] hidrører, fra at den af Spildevarmen opvarmede Luft, Røgen inden i Skorstenen har en mindre Tæthed end den ydre Luft og derfor udøver et mindre Tryk end denne, der følgelig suges ind forneden. Luftstrømmens Hastighed voxer, naar Trykforskjellen forøges, ved at Skorstenshøjden bliver stor og den indre Temperatur høj og den ydre lav. Tværsnittet maa rette sig efter Strømningsmængden. Stiger Skorstenstemperaturen,

vil der strømme et større Rumfang Luft igjennem Skorstenen, men samtidig formindskes denne Lufts Tæthed, saa at dens Vægt ikke voxer i samme Forhold som dens Rumfang. Vægten voxer (Trækken forøges) indtil 300°, der er en meget almindelig Skorstenstemperatur, og derpaa aftager den.

66. Fra Jorden udstraales stadig Varme til Verdensrummet; denne Varme erstattes af *Solstraalerne*, saa at Jordens Middeltemperatur ikke forandres. For at opvarme et Legeme kan man bringe det i Berøring med et *varmt Legeme* eller udsætte det for Straaler derfra. Man kan imidlertid ogsaa som **Varmekilde** [source of heat] benytte visse Virksomheder, hvorved der kan *frembringes Varme*, nemlig mekaniske og kemiske Virkninger samt Elektricitet.

Ved *mekaniske Virkninger* kan der frembringes Varme, idet Arbejde og levende Kraft kunne forvandles dertil (45). «Varme» i Pander er et bekjendt Exempel. Ved Gnidningsvarme antændes Tændstikker og faas Gnister (glødende Spaaner) af Fyrstaal. Jern bliver varmt ved Filing (Gnidning) eller Hamring (Stød). Ved Compressionsfyrtøjet benyttedes Sammenpresning af Luft i en Cylinder til at antænde et deri anbragt Stykke Fyrsvamp.

Ved de fleste *kemiske Virkninger* frembringes der Varme f. Ex. ved at hælde Svovlsyre paa Kridt (hvorved der dannes Kulsyre og Gibs). Udvikles der foruden Varme ogsaa Lys, kaldes den kemiske Virkning en *Forbrænding*. Det lysende Stof kaldes *brændbart*, og det, hvormed det forbinder sig (hvori det brænder), kaldes *ildnærende*. Træ, Kul og Svovl brænde saaledes i atmosphærisk Luft, hvis Ilt nærer Forbrændingen.

Dyrisk Varme frembringes, ved at Dele af Blodet forbinde sig med Luftens Ilt, som optages i Lungerne. *Gjæringsvarme*, der f. Ex. kan frembringe Selvantændelse

af Kul, frembringes ved Livsvirksomheden af overordentlig smaa Svampe.

67. Førend selve Forbrændingen beskrives, skulle de for **en Forbrænding** [combustion] **vigtigste Stoffer** omtales.

Brændmaterialers [fuel] vigtigste Bestanddele ere *Kulstof* (ca. 84 % i Stenkul) og *Brint* (ca. 5 % i Stenkul). Under Forbrændingen danne Brændslets Kulstof og Luftens Ilt *Kulsyre* ved fuldstændig Forbrænding og *Kulilte* (Røgs giftige Bestanddel) ved ufuldstændig Forbrænding. Kulilte kan brænde og i Forbindelse med mere Ilt give Kulsyre; Kulsyre kan, naar den strømmer hen over glødende Kul, nære deres Forbrænding ved at afgive det halve af sin Ilt; der dannes da Kulilte. Ved almindelige Forbrændinger af Kulstof faas Kulsyre med en Indblanding af Kulilte. Under Forbrændingen forbinder Brændslets Brint sig med Luftens Ilt til *Vanddamp*.

I Stenkul forekommer Brinten kun i Forbindelse med Kulstof — dannende «Kulbrinter» [carburetted hydrogen] — som et begagtigt Stof, *Bitumen* [bitumen], der meddeler Kullene deres Sammenhængskraft. Eftersom der er lidt eller meget deraf kaldes Kullene magre eller fede; under Forbrændingen springe de magre itu, og de fede «bage» sammen. Man foretrækker derfor middelfede Kul f. Ex. Newcastle Kul, men kunne de ikke faas, blandes magre og fede Kul sammen.

Ophedes Stenkul forvandles de til *Kokes* [coke] under Udvikling af *luftformige Kulbrinter*. Kulbrinterne, der ere dannede af Bitumenen, ere meget brændbare, og ved Opvarmning udskille nogle af dem *Kulstøv*. Brænde Kulbrinterne fuldstændig, give de Kulsyre og Vanddamp; men sædvanlig bliver der noget af dem tilbage, og Røgen faar da sin bekjendte Lugt af Kulbrinterne og sit sorte Udseende af Kulstøvet.

Ved Askebestanddelene i et Brændsel forstaas dets uforbrændelige Dele, som bestaa af Ler, Kalk, Jernforbin-

delser m. m. Nogle af dem blive tilbage som Pulver og danne *Asken* [ash], andre bage sammen til Kager, og danne *Slaggerne* [clinker; slag].

68. Gode **Stenkul** [coal] til Dampkjedelbrug have et blankt sort Udseende og ere haarde og faste (ikke skjøre) samt uden kjendelig Planteform. Deres Brud er uregelmæssigt (ikke lagdelt), og de give ved Knusning blankt Støv. Kullene maa ikke indeholde ret megen Svovlkis (Svovljern), der sædvanlig viser sig som gule, skinnende Korn, da dens Forbrændingsprodukt angriber Kjedelpladerne, og da den giver Kullene Tilbøjelighed til Selvantænding. Gamle Kul eller de øvre Kul i Kuldynger have tabt i Varmeevne. Friskbrudte Kul udvikle Kulbrinter og kunne derved give Anledning til en Gasexplosion. Fugtige Kul og Smaakul have ringe Varmeevne og Tilbøjelighed til Selvantænding.

Stenkul forhandles i *Tønder* paa $5\frac{1}{2}$ cub Fod dansk (Vægt ca. 300 ℔ dansk) eller *engelske Tons* (1 Ton = 2240 lbs. = 2032 ℔ dansk). I en Kulkasse fylder 1 Ton ca. 44 cub ft.

69. For at en Forbrænding kan finde Sted, kræves der, at Brændslet mindst er opvarmet til en vis Temperatur, *Antændelsestemperaturen.* Denne er høj for Kul og lav for Træ, som derfor kan bruges til at indlede Kuls Forbrænding. Er Forbrændingen i Gang, vil Temperaturen stige langt op over Antændelsestemperaturen, og Forbrændingen vil saa vedblive, naar der stadig tilføres passende Mængder Brændsel og Luft. Forbrændingen vil først ophøre, naar Tilførslen ophører, eller naar der afkjøles under Antændelsestemperaturen. Det sidste kan ske ved for stærk Lufttilførsel, eller ved at der afkjøles med Vand.

70. *Luftmængden* retter sig efter Brændselsmængden. 1 Pund Stenkul kræver til fuldstændig Forbrænding al den Ilt, der findes i 11 Pund atmosphærisk Luft. Hele

Iltmængden i den tilførte Luft bliver imidlertid langtfra brugt; dygtige Fyrbødere bruge omtrent 22 Pund Luft pr. Pund Kul. Lufttilførslen maa indskrænkes til det mindst mulige, for at «Spildevarmen» kan blive lille.

71. Under Forbrændingen i en Dampkjedel suges Luften af Skorstenen ind i Askegraven og derfra gjennem Risten op i det glødende Kullag. Af de ældre Kul, der ligge forneden, ere Kulbrinterne uddrevne, her dannes altsaa kun Kulsyre og Kulilte; højere oppe dannes der tillige Kulbrinter, der udvikles af de nyere Kul i større eller mindre Mængde, eftersom der er hengaaet henholdsvis kortere eller længere Tid siden Indfyringen. Der vil altsaa op af Kullaget slaa en Strøm af brændbare Luftarter, der brænde i den medfølgende atmosphæriske Luft og danne Flammen [flame]. Forbrændingen af Kulilten, Kulbrinterne og det af disse udskilte Kulstøv foregaar i Flammen dels over Kullaget i Fyret dels, efter at de ved Hvirvlingen over Fyrbroen ere blevne bedre blandede med den medfølgende Luft, i Ildkanalernes nærmeste Del (i Forbrændingskamret), hvilken maa være saa rummelig, at dens Overflade ikke afkjøler Flammen for stærkt. Er Forbrændingen ikke fuldendt her, og sædvanlig er den det ikke ganske, slukkes Flammen snart paa Grund af Afkjølingen fra Ildkanalernes (Rørenes) Overflader. Forbrændingsprodukterne gaa saa videre som Røg og afgive det meste af deres Varme gjennem Hedefladen; Resten af Varmen gaar bort som Spildevarme gjennem Skorstenen.

Kullaget maa være saa tykt, at det kan holde sig glødende, men ikke tykkere, end at Luften kan passere frit igjennem (4—6 in., sjældent over 8 in. for Stenkul med naturlig Træk, ɔ: Skorsten). Kulmængden i Fyret maa ikke forandre sig ret meget, da den ellers ikke svarer til Lufttilførslen, samt fordi en stor indfyret Kulmængde afkjøler formeget. Der maa følgelig indfyres jævnlig, omtrent hver 10—15 Minut (dog heller ikke altfor tidt,

da Luften, der slipper ind gjennem Døren, virker afkjølende paa Flammen). Den indfyrede Mængde maa afpasses saaledes, at Trykket i Kjedlen holdes konstant. Kullaget maa holdes af samme Tykkelse overalt, for at det kan bevare samme Temperatur overalt, og for at Luften kan passere regelmæssigt derigjennem; Kullene maa altsaa kastes ensformigt ind, og af og til maa Overfladen jævnes med en Rager. Da Forbrændingen kun foregaar paa Overfladen, maa Kullene ikke være for store, højst som 1 til 2 knyttede Hænder. Smaakul hindre Luftens frie Gang og maa derfor kun indfyres blandede med større Kul. Bagende Kul maa for Lufttilførslens Skyld af og til brækkes fra hinanden, ellers skal der nødig kradses ret meget i Fyret, da der slipper kold Luft ind under Arbejdet dermed, og falder Smaakul ned i Askegraven; herfra undtages selvfølgelig forceret Dampudvikling, hvor det ikke drejer sig om Kulbesparelse. For Lufttilførslens Skyld maa Askegraven og Spalterne mellem Ristestængerne holdes fri for Aske; ligesaa maa Slaggerne af og til brækkes op, og naar der er for mange, maa Fyret renses for dem. Lufttilførslen maa reguleres (ved Dæmperen) efter Kullagets Udseende, og saaledes at Trykket i Kjedlen holdes konstant.

Befugtning af Kullene er skadelig, da Vandet forbruger Varme til sin Fordampning. En Undtagelse haves dog, naar man kun har Smaakul, idet Befugtning da vil faa Kullene til at bage noget sammen, saa at de give saamegen Passage for Luften, at de over Hovedet kunne bruges.

72. Røgen indeholder Kulsyre (dannet ved Kulstoffets Forbr.), Vanddamp (dannet ved Brintens Forbr. og Brændslets Fugtigheds Fordampning), den ubrugte Ilt, alt Luftens Kvælstof, samt da Forbrændingen sjælden er fuldstændig, nogle Kulbrinter, Kulilte og Kulstøv. Ved livlig Træk rives der lidt Aske med Røgen.

73. Ved et Brændsels **Brændeværdi** *forstaas den Mængde Varme, som ét Pund deraf vilde kunne udvikle ved fuldstændig Forbrænding*; den er for Stenkul 6—8000 V. E. (for Newcastlekul ca. 6600 V. E.). I Praxis faas ca. 65 % «Nyttevirkning» af Kullene til Dampudvikling; af Resten er ca. 25 % Spildevarme, og ca. 10 % er tabt ved ufuldstændig Forbrænding.

Ved et Brændsels **Fordampningsevne** forstaas *den Mængde tør mættet Vanddamp, som ét Pund kunde frembringe ved fuldstændig Forbrænding*, saafremt al Varmen brugtes til Dampdannelse. Fødevandet har ca. 40°, 1 Pund Damp behøver altsaa ifølge 58 ca. 640 — 1.40 = 600 V. E.; Newcastlekuls Fordampningsevne er altsaa 6600 : 600 = 11 Pund. Selvfølgelig bliver den virkelige *nyttige Fordampningsevne* mindre; der faas nu i Praxis ca. $7^1/_2$ *Pund* (tidligere kun 6 Pund) Damp pr. Pund Kul i gode og vel betjente Skibskjedler.

74. **Kulforbruget** kan benyttes **som Bedømmelsesmiddel** for en Kjedels Godhed eller en vis Kularts Godhed, idet der bør faas ca. $7^1/_2$ Pund Damp pr. Pund Kul. Sammenholdes Kulforbruget med en Maskines indicerede Hestekraft, kan det benyttes til at bedømme Kjedel og Maskine under ét. For Øjeblikket bruges henad 2 lbs. Kul i Timen pr. indiceret Hestekraft, men Kulforbruget kan bringes ned til $1^1/_2$ lbs. eller endog noget lavere. De ældre Høj- og Lavtryksmaskiner brugte omtrent $2^1/_2$ lbs.

Kulforbruget bestemmes ved direkte Vejning (ved Fjedervægt) eller ved at føre Kullene ind paa Fyrpladen i Sække eller Spande, der rumme en vis Vægt (fundet som Middeltal af flere Vejninger). Der maa paases, at Fyrene ere i god Stand og ens ved et Forsøgs Begyndelse og ved dets Ende; det samme gjælder om Vandstanden og Damptrykket.

Engelsk Maal og Vægt.

Engelsk Maal.

1 ft. (foot* = Fod) = 12 in. (inches** = Tommer).
Tommen deles ved Halveringer ($\frac{1}{2}$ in., $\frac{1}{4}$ in., o. s. v.).
1 Yard = 3 ft. 1 mile = 5280 ft.
1 Admirality knot (1 Søkvartmil) = 6080 ft.
1 gallon = 8 pints = $277\frac{1}{4}$ cub in. (lig Rumfanget af 10 lbs. destilleret Vand af 62° F).
1 bushel = 8 gallons.

Engelsk Vægt (Handelsvægt; avoir du poids).

1 lb.*** (pound = Pund) = 16 oz. (ounzes = Unzer) = 256 drachms (Drachmer).
1 cwt. (hundred weight = Centner) = 4 quarters = 8 stones = 112 lbs.
1 ton = 20 cwt. = 2240 lbs.

Sammenligning mellem *engelsk* og *dansk* Maal og Vægt.

1 ft. (el. in.) = 0,971 Fod (el. Tom.).
1 Fod (el. Tom.) = 1,030 ft. (el. in.).
1 □ ft† (el. in.) = 0,943 □ Fod (el. Tom.).
1 □ Fod (el. Tom.) = 1,060 □ ft. (el. in.).
1 cub ft. (el. in.) = 0,916 cub Fod (el. Tom.)
1 cub Fod (el. Tom.) = 1,092 cub ft. (el. in.).
1 lb. pr. □ in. = 0,962 ℔ pr. □ Tom.
1 ℔ pr. □ Tom. = 1,040 lbs. pr. □ in.
1 lb. pr. cub ft. (el. in.) = 0,991 ℔ pr. cub Fod (el. Tom.).
1 ℔ pr. cub Fod (el. Tom.) = 1,010 lbs. pr. cub ft. (el. in.).
1 lb. = 0,907 ℔.
1 ℔ = 1,102 lbs.
1 ton = 2032 ℔.

---

* Flertal feet. ** Enkelttal inch. *** Flertal lbs.; 1 lb. men 4 lbs.
† Englænderne skrive selv sq. (square) istedetfor □.

Tabel over mættede Vanddampe.

Tildels efter Zeuner.

Absolut Tryk.		Tryk over 1 at. (à 760mm)	Temperatur Grad C.	Relativt Rumfang.	Vægt af Rumenheden.		
at. (à 760mm).	lbs. pr □ in.	lbs. pr □ in.			lb. pr cub in.	℔ pr cub" dansk.	kg pr cub m.
0,05	0,735	— 13,96	33,8	27 500	0,000 001 316	0,000 001 303	0,036 4
0,1	1,470	— 13,23	46,2	14 550	0,000 002 48	0,000 002 46	0,068 7
0,2	2,94	— 11,76	60,4	7 540	0,000 004 79	0,000 004 75	0,132 6
0,3	4,41	— 10,29	69,5	5 140	0,000 007 03	0,000 006 96	0,194
0,4	5,88	— 8,82	76,2	3 920	0,000 009 22	0,000 009 13	0,255
0,5	7,35	— 7,35	81,7	3 170	0,000 011 38	0,000 011 27	0,315
0,6	8,82	— 5,88	86,3	2 670	0,000 013 51	0,000 013 39	0,374
0,7	10,29	— 4,41	90,3	2 310	0,000 015 6	0,000 015 5	0,433
0,8	11,76	— 2,94	93,9	2 040	0,000 017 7	0,000 017 6	0,491
0,9	13,23	— 1,47	97,1	1 820	0,000 019 8	0,000 019 6	0,549
1,0	14,70	0,00	100,0	1 650	0,000 021 9	0,000 021 7	0,606
1,2	17,6	2,94	105,2	1 390	0,000 026 0	0,000 025 8	0,719
1,4	20,6	5,88	109,7	1 201	0,000 030 1	0,000 029 8	0,832
1,6	23,5	8,82	113,7	1 126	0,000 034 1	0,000 033 7	0,887
1,8	26,5	11,76	117,3	948	0,000 038 0	0,000 037 7	1,053
2,0	29,4	14,70	120,6	859	0,000 042 0	0,000 041 6	1,163
2,2	32,3	17,6	123,6	785	0,000 046 0	0,000 045 5	1,272
2,4	35,3	20,6	126,5	723	0,000 049 9	0,000 049 4	1,380
2,6	38,2	23,5	129,1	671	0,000 053 8	0,000 053 3	1,488
2,8	41,1	26,5	131,6	626	0,000 057 7	0,000 057 1	1,60

3,0	44,1	29,4	133,9	586	0,000 061 5	0,000 060 9	1,70
3,2	47,0	32,3	136,1	552	0,000 065 3	0,000 064 7	1,81
3,4	50,0	35,3	138,2	521	0,000 069 2	0,000 068 5	1,92
3,6	52,9	38,2	140,2	494	0,000 073 0	0,000 072 3	2,02
3,8	55,8	41,1	142,1	469	0,000 076 8	0,000 076 0	2,13
4,0	58,8	44,1	144,0	447	0,000 080 6	0,000 079 8	2,23
4,2	61,7	47,0	145,8	427	0,000 084 4	0,000 083 6	2,34
4,4	64,7	50,0	147,5	409	0,000 088 1	0,000 087 3	2,44
4,6	67,6	52,9	149,1	392	0,000 091 9	0,000 091 0	2,54
4,8	70,5	55,8	150,7	377	0,000 095 6	0,000 094 7	2,65
5,0	73,5	58,8	152,2	363	0,000 099 3	0,000 098 4	2,75
5,2	76,4	61,7	153,7	349	0,000 103 0	0,000 102 1	2,85
5,4	79,4	64,7	155,1	337	0,000 106 8	0,000 105 8	2,96
5,6	82,3	67,6	156,5	326	0,000 110 5	0,000 109 5	3,06
5,8	85,2	70,5	157,9	315	0,000 114 2	0,000 113 1	3,16
6,0	88,2	73,5	159,2	305	0,000 117 9	0,000 116 7	3,26
6,2	91,1	76,4	160,5	296	0,000 121 5	0,000 120 4	3,37
6,4	94,1	79,3	161,8	287	0,000 125 2	0,000 124 1	3,47
6,6	97,0	82,3	163,0	279	0,000 128 9	0,000 127 7	3,57
6,8	99,9	85,2	164,2	271	0,000 132 5	0,000 131 3	3,67
7,0	102,9	88,2	165,3	264	0,000 136 1	0,000 134 9	3,77
7,5	110,2	95,5	168,1	247	0,000 145 2	0,000 143 9	4,02
8,0	117,6	102,9	170,8	233	0,000 155	0,000 153	4,27
8,5	124,9	110,2	173,3	220	0,000 164	0,000 162	4,53
9,0	132,3	117,6	175,8	208	0,000 172	0,000 171	4,77
10,0	147,0	132,3	180,3	189	0,000 190	0,000 189	5,27
11,0	161,7	147,0	184,5	172	0,000 208	0,000 206	5,76
12,0	176,4	161,7	188,4	159	0,000 226	0,000 224	6,25
13,0	191,0	176,4	192,1	147	0,000 243	0,000 241	6,74
14,0	205,7	191,0	195,5	137	0,000 261	0,000 259	7,23

Indhold.

Mekanisk Physik.

		Side
1— 5.	Legemernes almindelige Egenskaber	5.
6— 7.	Hvile og Bevægelse	8.
8—10.	Kræfter	10.
11—13.	Arbejde og levende Kraft	13.
14.	Friktion	15.
15—17.	Simple Maskiner	16.
18—22.	Vædskers Ligevægt	20.
23.	Luftformige Legemers Ligevægt	25.
24.	Barometre	25.
25—26.	Tryk og Trykmaalere	28.
27.	Mariottes Lov	32.
28—29.	Flydende Legemers Bevægelse	34.
30—32.	Pumper	36.
33—34.	Tæthed og Vægtfylde	40.
35—36.	Saltmaalere	43.

Varmelære.

37.	Varmens almindelige Egenskaber	45.
38—40.	Thermometre	46.
41—42.	Udvidelse ved Varme	50.
43.	Mariotte Gay Lussac's Lov	52.
44—45.	Varmemængder	53.
46—47.	Smeltning	55.
48—62.	Dampes Dannelse og Egenskaber	58.
63—65.	Varmes Forplantning	74.
66—74.	Varmes Frembringelse	66.
	Engelsk Maal og Vægt	85.
	Tabel over mættede Vanddampe	86.

Skibsmaskinlære.

Udarbejdet til Brug ved Forberedelse

til

Maskinistexamens første Afdeling

af

Theodor Nielsen,
cand. polyt.

Hermed et Atlas.

Kjøbenhavn 1886.

Kgl. Hof-Instrumentmager samt Uhr- og Chronometerfabrikant
H. E. Holsts Efterfølger,
Hans Liisberg,
Østergade 24.

Kjøbenhavn. — Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).

Fortale.

I denne Lærebog har jeg søgt at give en Fremstilling af Skibsmaskinernes Hovedtyper og deres Enkeltheder samt af deres Virkemaade og Betjening. Da den almindelige Maskinistexamen efter Oprettelsen af Flaadens Skole for Skibsbygning og Maskinvæsen udelukkende har faaet Betydning som en Examen for Maskinmestre i Koffardiskibe, har jeg hovedsagelig taget Hensyn til Koffardimaskinerne og til den Fordannelse, som findes hos en Maskinarbejder, der har arbejdet i et privat Værksted eller sejlet med et Koffardiskib. Som Følge heraf har jeg først behandlet Receiver-Hammermaskinerne i Koffardiskibe, saa at den Maskintype, Eleven kjender bedst fra Praxis, og som staar for ham som vor Tids normale Skibsmaskine, ogsaa bliver den, til hvis Dele han knytter sine theoretiske Begreber. Hvad de øvrige Maskiner angaar, har jeg for hver enkelt Maskintype beskrevet dens Særegenheder og Hovedanordning, saa at den, som skulde faa med en af dem at gjøre i Praxis eller til Examen, vil vide, hvilke Ejendommeligheder, den vil frembyde for ham, selv om det skulde være en af de i Almindelighed lidet tilgjængelige Orlogsmaskiner. De til Forstaaelsen nødvendige physiske Kundskaber findes i en samtidig med denne Skibsmaskinlære udkommende

Physik, til hvilken der vil findes at være mange Henvisninger. Ligesom i Physiken ere her de engelske Betegnelser vedføjede, uagtet de ikke fordres til Examen.

Stofmængden har jeg rettet efter Examens Regulativ og Praxis, saaledes at den efter mit Skjøn vil være tilstrækkelig, ja det er endog rimeligt, at nogle af de nyeste af de behandlede Ting endnu ikke ville blive fordrede, samt at der ikke mere vil blive examineret i nogle af de ældste af de medtagne Ting. Ved Ting, som forekomme i mange forskjellige Konstruktioner, har jeg gjort et Udvalg af disse. I Reglen har jeg angivet eller antydet, at et saadant Udvalg er gjort, saa at den tænksomme Elev vil kunne se Grændsen for sine Kundskaber og tillige vil opfordres til at rette Spørgsmaal, hvilke ville være kjærkomne og lette nok at besvare for enhver Lærer, der er i Besiddelse af fornøden og tilbørlig Kyndighed. Under Tegningernes Udarbejdelse har jeg mere bestræbt mig for at faa det typiske frem end for at fremstille, hvad der er udført i rent bestemte Tilfælde, om end saadanne have dannet Grundlaget. I Atlassets Indholdsfortegnelse er der for hver Tegning angivet, hvor i Texten dens Hovedbeskrivelse findes, men derimod ikke, hvor der kun findes Henvisninger til den.

En Del af Stoffet har jeg samlet rent praktisk under mange Besøg i Skibe og Fabriker samt paa Udstillinger baade her og i Udlandet, hvortil jeg har foretaget Rejser med Understøttelse af Indenrigsministeriet og det Reiersenske Fond. Det øvrige af Stoffet er samlet i Tidsskrifter — særlig The Engineer og Engineering — samt i forskjellige Bøger, af hvilke jeg skal fremhæve:

N. P. Burgh: Marine Engineering.
— Marine Compound Engines.

C. Busley: Die Schiffsmaschine.

I. Fassel: Anleitung zum Betriebe und Instandhaltung der Schiffsdampfkessel und Schiffsdampfmaschinen.

I. L. Frykholm: Ångmaskinlära.

A. Ledieu: Appareils à vapeur de navigation.

— Les nouvelles machines marines.

Leitfaden für Heizer und Oberheizer.

W. Müller: Die Schiffsmaschinen.

H. v. Reiche: Der Dampfmaschinen-Constructeur.

A. E. Seaton: Manual of Marine Engineering.

Kjøbenhavn i August 1886.

Theodor Nielsen.

Indhold.

Maskiner.

Indledning.

		Side
1.	Arbejdes Udvikling af Varme	1.
2.	Principet i Dampmaskinen	1.
3.	Krumtapsmekanismen	3.
4.	Bevægelsens Forplantelse	5.
5.	Dampens Arbejdsmaade (enkelt og dobbelt Expansion m. m.)	7.
6.	Hovedanordningerne af Maskinerne	9.
7.	Receivermaskiner	10.
8.	Tredobbelt Expansionsmaskiner	13.
9—10.	Gliderens Theori	13.
11—12.	Haner og Ventiler	17.

Receiver-Hammermaskiner i Koffardiskibe.

13.	Almindelige Bemærkninger	19.
14—18.	Dampcylinder med Foring, Damptrøje, Receiver og Beklædning	20.
19.	Pakdaaser	23.
20—21.	Cylinder Aftapningshaner og Sikkerhedsventiler	24.
22.	Cylinder Smøreapparater	24.
23.	Cylindrens Tilbehør	27.
24—25.	Dampstempel og Stempelstang	27.
26.	Krydshoved; Styreklodser; Kuliser; Smørekopper; Slikkekopper	29.
27.	Plejlstangen	32.
28—30.	Krumtapper; Hovedaxel; Drejemekanisme; Hovedlejer	34.
31.	Almindelige og dobbeltportede Glidere; Gliderstænger	36.

Side

32. Kompenseret Glider . . . . . 38.
33. Stempelglider; Gangskiftning ved Firegangshane . . . 38.
34. Igangsætningsapparater i Alm. (Løs Excentrik). . . . 39.
35. Gliderkvadranten . . . . . 40.
36. Excentrik med Bøjle og Stang . . . . . 42.
37. Damp-Igangsætningsapparater . . . . . 43.
38. Igangsætningsapparater med én fast Excentrik . . . . 45.
39. Hjælpeglider . . . . . 46.
40–42. Expansion og Expansionsglidere . . . . . 46.
43. Dampspjæld . . . . . 51.
44. Rørledninger; Ventilanordning; Mudderkasse. . . . . 51.
45. Søforbindelserne; Kingstonsventiler; Spildevandsventiler . . . . . 53.
46. Kondensatorens Betydning . . . . . 55.
47. Indsprøjtningskondensatoren. . . . . 55.
48—49. Overfladekondensatoren . . . . . 57.
50—54. Luft- og Cirkulationspumper . . . . . 62.
55. Føde- og Lastpumper . . . . . 67.
56. Fundament og Stativer . . . . . 70.
57. Hovedanordningen af Receiver-Hammermaskiner . . . 71.
58. Maskinrummet . . . . . 72.
59. Trecylindermaskinernes Hovedanordning . . . . . 72.
60. Tredobbelt Expansionsmaskinernes Hovedanordning. . 73.
61. Regulatorer . . . . . 73.
62—63. Tælleapparat; Talerør; Telegraf . . . . . 76.

Høj- og Lavtryksmaskiner med »samtidige Dødpunkter« i Koffardiskibe.

64. Cylindrene ved Enden af hinanden. . . . . 77.
65. Koncentriske Cylindre . . . . . 78.
66. Diametrale Krumtapper . . . . . 79.

Høj- og Lavtryks Orlogsmaskiner.

67. Almindelige Bemærkninger . . . . . 80.
68. Hammermaskiner . . . . . 81.
69–71. Liggende Maskiner . . . . . 82.
72. Maskiner til Tvillingskruer . . . . . 85.
73. Franske Trecylindermaskiner; D-Glidere . . . . . 85.

Højtryks Skruemaskiner.

74. Almindelig Anordning . . . . . 87.

Lavtryksmaskiner.

Side
75— 77. Alm. Bemærkn.; Koffardimaskiner; Orlogsmaskiner. 87.

Skrueskibes Axelledninger.

78. Hovedanordningen for enkelt Skrue. . . . . 89.
79. Stopleje (Trykleje); Tunnellejer . . . . . 90.
80. Stævnrør; Skrueaxel . . . . . 91.
81. Anordningen for Tvillingskrue. . . . . 92.

Skibsskruer.

82. Skrueflader; Skruelinier. . . . . 92.
83— 85. Skibsskruens Form, Virkemaade og Anbringelse . . 94.
86. Stigningens Bestemmelse . . . . . 97.
87. Skruers Slip . . . . . 98.

Høj- og Lavtryks Hjulmaskiner.

88. Hjulmaskiners Særegenheder. . . . . 100.
89. Skraastillede Receivermaskiner med direkte Forbindelsesstang. . . . . 101.
90— 92. Oscillerende Maskiner . . . . . 102.

Lavtryks Hjulmaskiner.

93. Almindelige Bemærkninger; Særegenheder. . . . . 104.
94. Oscillerende Maskiner . . . . . 106.
95— 96. Balancemaskiner . . . . . 107.

Skovlhjul.

97— 98. Hjul med bevægelige og faste Skovler . . . . . 108.
99. Hjuls Slip . . . . . 110.
100. Sammenligning mellem Skrueskibe og Hjulskibe . . 111.

Sjældnere Fremdrivningsmidler.

101—103. Hækhjul; Kjæde; Vandstraaler . . . . . 111.

Hjælpemaskinerne.

104. Almindelige Bemærkninger. . . . . 112.
105—106. Donkey- og Ballastpumper . . . . . 113.

Side
107. Dampstraalepumper (Injector; Ejector) . . . . . 114.
108. Pulsometret . . . . . 115.
109. Dampspil; Dampkraner . . . . . 116.
110. Dampstyreapparater . . . . . 117.

Dampmaskinens Oprindelse.

111—113. Opfindelser af Papin, Newcomen og Watt m. fl. . . 118.

Indikatoren.

114. Grafisk Fremstilling af Trykforholdene i en Dampcylinder . . . . . 120.
115—116. Selve Indikatoren og dens Brug . . . . . 122.
117—118. Indikatordiagrammer. . . . . 124.

Hestekraft.

119—121. Indiceret, effectiv og nominel Hestekraft. . . . . 127.

Kjedler.

122. Indledning . . . . . 131.
123. Kjedelprøve . . . . . 133.
124. Ildsted . . . . . 134.
125—126. Højtrykskjedler med tilbagegaaende Træk . . . . . 135.
127—128. Højtrykskjedler med direkte Træk . . . . . 137.
129—130. Lavtrykskjedler . . . . . 139.
131—132. Kjedelpladers Samling og Afstivning . . . . . 140.
133. Kjedelrørene. . . . . 142.
134. Mandehuller og Rensehuller . . . . . 143.
135. Skorstenen . . . . . 143.
136. Kunstig Træk; Blæserør; Blæser . . . . . 145.
137—138. Damprør og Damphat. . . . . 146.
139. Tørring af Damp; Overheder; Separator. . . . . 146.
140—141. Fyring; Redskaber til Fyringen; Kulkasser . . . . . 148.
142. Fødning; Rør og Ventiler dertil . . . . . 149.
143. Vandstandsmaalere. . . . . 150.
144. Kjedel Sikkerhedsventil med Tilbehør; Beregning af Belastningen . . . . . 144.
145. Luftventil . . . . . 156.
146. Dampfløjte. . . . . 156.
147. Skumning, Tømning og Fyldning; Apparater dertil 157.
148. Kjedlers Tilbehør. . . . . 158.

Side

149—150. Kjedelsten og Kjedelfortæring . . . . . 158.
151. Opvarmning af Kjedlers Bundvand . . . . . 160.
152. Kjedlers Befæstelse til Skibet. . . . . 160.
153. Kjedlers Beklædning. . . . . 161.
154. Kjedlernes Anbringelse; Kjedelrummet . . . . . 161.
155. Dampvarmeapparater. . . . . 162.

Praktiske Arbejder.

Pasning af Kjedler og Maskiner.

156. En Kjedels Forberedelse til Brug. . . . . 164.
157. Kjedelfyldning. . . . . 164.
158. Lægning af Fyrene. . . . . 165.
159. Sætte Damp op. . . . . 165.
160. Fyring . . . . . 166.
161. Ligge under Damp (Bakke Fyrene) . . . . . 167.
162. Rense Fyr. . . . . 168.
163. Udstøde (rense) Rør . . . . . 169.
164. Forberede en Kjedel til Stopning . . . . . 169.
165. Afslukning (trække Fyrene) . . . . . 169.
166. Fødning . . . . . 170.
167. Maaling af Saltholdigheden af Kjedelvandet; Fremgangsmaade, naar Saltmaaleren er ødelagt. . . . . 170.
168. Skumning . . . . . 171.
169. Kjedeltømning. . . . . 171.
170. Overkogning. . . . . 172.
171. Forberede en Maskine til Gang . . . . . 172.
172. Varme og røre en Maskine. . . . . 173.
173. Maskin Manøvrer . . . . . 174.
174. Gang i rum Sø; herunder Smøring. . . . . 176.
175. Ildebrand. . . . . 179.
176. Arbejder, naar et Skib stopper. . . . . 179.

Vedligeholdelse af Kjedler og Maskine.

177—181. Forskjellige Smaaarbejder . . . . . 180.
182. Stille Gliderne . . . . . 181.
183. Lækt Rør . . . . . 182.
184. Utæt Kondensator . . . . . 182.
185. Pumpeventiler . . . . . 183.
186. Læk Kjedel . . . . . 184.
187. Kjedelrør i Uorden; proppe Rør; skifte Rør. . . . . 184.
188. Sprunget Vandstandsglas . . . . . 185.

Side

189. Kjedelrensning . . . . . 185.
190. Skib i Dok . . . . . 186.
191. Oplagt Skib . . . . . 186.

Havarier.

192. Almindelige Bemærkninger . . . . . 187.
193. Støbte Gjenstande . . . . . 188.
194. Smedede Gjenstande . . . . . 189.
195. Gang med ufuldstændig Maskine . . . . . 190.
196. Haner eller Ventiler . . . . . 192.
197. Dampkjedler . . . . . 193.
198. Instrumenter . . . . . 194.
199—200. Skruer og Hjul . . . . . 195.

Dampkjedel-Explosioner.

201—206. Aarsager; Midler derimod . . . . . 195.

Maskiner.

Indledning.

1. Skal der *udvikles* **Arbejde af Varme**, sker det, *ved at Varmen bringer et Legeme til at udvide sig og drive en bevægelig Maskindel frem.* I Dampmaskinen er dette Legeme Vand, der forvandles til Damp, som ved sit Tryk driver et Stempel fremad i en Cylinder under Udvikling af et Arbejde. Den til dette Arbejde svarende Varmemængde (1 V. E. = 1400 ft. lbs.; Ph. 45) er kun en ringe Del af den Varmemængde, som Kullene kunne udvikle ved fuldstændig Forbrænding (i Middel 7000 V. E. pr. lb.; Ph. 73). En indiceret Hestekraft (om H. Kr. se Ph. 11) giver i Timen 33000 . 60 = 1980000 ft. lbs. svarende til $\frac{1980000}{1400}$ = ca. 1400 V. E. Det dertil svarende Kulforbrug er henad 2 lbs. (Ph. 74), der kunde have givet ca. 2 . 7000 = 14000 V. E. Der bliver altsaa kun godt $\frac{1400}{14000}$ = 0,10 = 10 % af Varmen gjort nyttig.

2. Principet i en Dampmaskine [steam engine] vises i Fig. 1; Dampen tænkes fordelt ved Haner. Aabnes Hanerne *a* og *d*, strømmer Spildedampen [exhaust steam] ud under Stemplet, der drives nedad af den friske Damp [steam], som strømmer ind foroven i Dampcylindren [steam cylinder]. Lukkes *a* og *d*, efter at Stemplet er kommet helt ned, og aabnes derpaa *b* og *c*, drives Stemplet

paa lignende Maade opad; Maskinen er altsaa dobbeltvirkende. Trykket paa Stemplet forplantes videre af Stempelstangen, og den frem- og tilbagegaaende Bevægelse forvandles til en roterende ved Krumtapsmekanismen (se 3).

Naar Stemplet kommer til sin Yderstilling, *Dødpunktet* [dead centre] og skal forandre sin Bevægelses Retning, vil Stempelstangen m. m. sammentrykkes istedetfor strækkes eller omvendt, og Trykket paa Panderne vil overføres paa disses modsatte Sider. For at undgaa Stød hidrørende fra disse indre Bevægelser maa den i Stemplet m. m. værende levende Kraft (Ph. 13) forbruges, inden Dødpunktet naas. Krumtapsmekanismen bidrager sit hertil, idet den formindsker de bevægede Massers Hastigheder, men yderligere maa Drivtrykkket formindskes for at undgaa Tilvæxt i den levende Kraft, og Modtrykket maa forøges for at faa den forbrugt. Drivtrykket formindskes: (1) ved at lukke for *Indstrømningen* [admission] i en passende Afstand fra Dødpunktet, idet Dampen saa expanderer (udvider sig) og under Expansionen [expansion] faar et mindre Tryk, (2) ved noget før Enden af Slaget at aabne for Udstrømningen; under dette *Forspring for Udstrømningen* [lead for the exhaust] falder Drivtrykket stærkt. Modtrykket forøges: (1) ved at lukke for *Udstrømningen* [exhaust] i nogen Afstand fra Dødpunktet; Dampen vil saa komprimeres (sammenpresses) og under *Kompressionen* [cushioning] udøve et større Modtryk, (2) ved at aabne for Indstrømningen kort før Slagets Ende; under dette *Forspring for Indstrømningen* [lead for the admission] vil Modtrykket stige op til at være lig det fulde Damptryk, og er dette Forspring rigtig afpasset, faas intet Stød, naar Stemplet kommer til Dødpunktet. Ved lodrette (vertikale) Cylindre gjøres Forspringet for Indstrømningen større forneden end foroven, da Vægten af Stempel m. m. er Drivtryk under Nedgangen og Modtryk under Opgangen. —

Ved Forspringene opnaas tillige, at Stemplet kan begynde det nye Slag med fuld Kraft.

Den Del af Stemplets Vandring [travel] eller *Slag* [stroke], der beskrives før den indstrømmende Damps *Afskjæring* [cut off], kaldes *Fyldning*; er denne lille, bliver Expansionen stærk eller omvendt. Ved Enderne af Cylindren er der en *Frigang* [clearance], for at Stemplet ikke skal slaa mod Endebundene, selv ikke naar Panderne ere blevne spændte mere sammen paa Grund af Slid (herfor mere Frigang ved den ene Ende end ved den anden); endvidere bliver der Plads, til at Dampen kan brede sig over Stemplet samt til det Vand, der udskilles af den. Det af Stemplet beskrevne Rum (Slag Gange Areal) kaldes det *nyttige Rum*. Ved det *skadelige Rum* forstaas Rumfanget mellem Stemplet paa Dødpunkt og Cylindrens Endebund tilligemed den tilstødende Dampkanals Rumfang; den deri værende Damp spildes, naar der aabnes for Udstrømningen, og det gjøres derfor mindst muligt. Er Dampen stærkt expanderet, er den mindre tæt og Tabet derfor mindre end, naar den kun er lidt expanderet.

3. Krumtapsmekanismen, der tjener til at forvandle en frem- og tilbagegaaende Bevægelse til en omdrejende, vises i Fig. 2. Trykket paa Krydshovedet A forplantes af Plejlstangen (Forbindelsesstangen) AB til Krumtapspinden B og trykker Krumtappen BC nedad, saa at Axlen C drejes rundt «med Uhrviserne». Under Stemplets Tilbagegang (vist med Punkt og Streg) trækkes Krumtappen opad, saa at Axlens Omdrejning fortsættes. Af Figuren ses, at der vil udøves et Sidetryk tilvenstre paa Krydshovedet, saalænge Krumtappen drejer rundt med Uhret; drejes den derimod mod Uhret, vil Sidetrykket gaa tilhøjre. Dette Sidetryk, som optages af to med Stempelstangen parallele Skinner, Kuliserne, er størst, naar Krumtappen er nærved sin Midtstilling ($\perp GH$), og det kan formindskes ved at gjøre Plejlstangen lang. Den

Kraft, hvormed Plejlstangen virker til at dreje Krumtappen, er størst nærved Krumtappens Midtstilling, og den aftager henimod Dødpunkterne G og H, for hvilke den er Nul. Trykket fra Plejlstangen formaar altsaa ikke at drive Krumtappen over dens Dødpunkter, men er Maskinen i Gang, vil dette imidlertid besørges af den levende Kraft i Axlen, og hvad derpaa sidder, og Gangen kunde faas jævn, dersom der sattes et Svinghjul paa Axlen (Ph. 13); til dette er der imidlertid daarlig Plads i Skibe, og det vanskeliggjør Omskiftningen af Gangen. I Smaaskibe finder man sig i Ujævnhederne, i større Skibe anvendes derimod for at jævne Gangen «Tvillingmaskine» [double-engine], det er to parallele Maskiner med Krumtapperne under en ret Vinkel eller undtagelsesvis to Maskiner, der danne en ret Vinkel og virke paa samme Krumtap. Er der kun én Maskine, maa den med Haandkraft drejes bort fra Dødpunktet, naar den er standset der; er der derimod Tvillingmaskine, kan den ene af de to Maskiner trække den anden af Dødpunktet.

Tænkes Plejlstangen anbragt lige fra Axlen (C) og opad, vil dens øvre Ende staa lige midt imellem Krydshovedets Dødpunkter E og F. Tænkes derpaa Krumtappen stillet vandret ($\perp GH$) og Plejlstangens nedre Ende skudt ud langs ad den hen til Krumtapspinden, saa synker Plejlstangens øvre Ende ned under Midtpunktet af EF. Følgelig vil Stemplet gaa mere end sit halve Slag, naar Krumtappen gaar sin første kvart Omdrejning nedad, og mindre end det, naar den gaar sin første kvart Omdrejning opad. Denne Uregelmæssighed, der er en Fejl ved Krumtapsmekanismen, formindskes, naar Plejlstangen gjøres lang. — Betragtes en Figur, ses let at Stemplet bevæger sig hurtigt, naar Krumtappen er nærved Midtstillingen og langsomt, naar den er nærved Dødpunkterne. Det heldige, ved at Stemplet saaledes nødes til at gaa langsomt henimod sine Dødpunkter, er paavist i 2.

Ved Krumtapsmekanismen kan omvendt en omdrejende Bevægelse forvandles til en frem- og tilbagegaaende Bevægelse. Her erstattes imidlertid i Reglen Krumtappen af en *Excentrik*, det er en stor Skive, som er anbragt excentrisk paa Axlen; den er i Virkeligheden ikke andet end en overmaade stor Krumtapspind og Excentriciteten (Centerlinien) ikke andet end Krumtapsarmen. Til smaa og lette Bevægelser er Excentriken at foretrække, da den er saa simpel; til store Bevægelser er den ubekvem eller paa Grund af den store Friktion (stor Diameter; se Ph. 14) helt ubrugelig.

Krumtapsarmen er selvfølgelig lig det halve af Stempelslaget. Plejlstangen gjøres et vist Antal Gange længere end Krumtapsarmen; i Koffardiskibe gjøres den helst 5 og mindst 4 Gange saa lang, i Orlogsskibe helst 4 og mindst $3\frac{1}{2}$ eller 3 Gange saa lang. For at faa jævn Gang og smaa Sidetryk gjøres den i det Hele taget saa lang, som Pladsen tillader det, og denne er størst i Koffardiskibe.

4. Sker **Forplantelsen af Bevægelsen** *fra Stemplet til Krumtappen* paa den i 3 omtalte og i Fig. 2 viste Methode, siges Maskinen at have *direkte Forbindelsesstang* [direct acting]. Kniber det paa Plads, anvendes Maskiner med *tilbagegaaende Forbindelsesstang* [return connecting-rod], ved hvilke (Fig. 3) Plejlstangen er flyttet over paa Axlens anden Side og gaar tilbage henimod Cylindren; for at komme klar af Axlen og Krumtappen maa der være to Stempelstænger (Fig. 3, b), der sidde i en skraa Plan. Maskinen kan forkortes ved at udelade Stempelstangen; Plejlstangen griber saa direkte fat paa Stemplet (Fig. 4), og der skaffes Plads til dens Svingninger ved at anbringe en hul Cylinder, Trunken paa Stemplet. Ved disse saakaldte *Trunkmaskiner* [trunk engine] anbringes oftest tillige en Trunk paa den anden Side (dobbelt Trunk eller Héltrunk modsat enkelt Trunk eller Halvtrunk), dels for bedre

at optage Plejlstangens Sidetryk, dels for at Dampen kan komme til at trykke paa ligestore Arealer paa begge Stemplets Sider. Forkortning af Maskinen kan ogsaa opnaas, ved at lade Stempelstangen tage direkte fat paa Krumtappen (Fig. 5), men for at Stempelstangen saa kan følge dennes Bevægelse, maa Cylindren anbringes vuggende paa to Tappe, Trunnierne, der for Ligevægts Skyld anbringes omtrent midt paa dens Sider. Virkemaaden af disse saakaldte *oscillerende Maskiner* [oscillating engine] er i det væsentlige den samme som for Maskinerne med hele Krumtapsmekanismen. — Er der paa nogen Maade Plads, anvendes Maskiner med direkte Forbindelsesstang, da deres Bygning er simplere end alle de andres.

Skruemaskiner [screw engine] anbringes hyppigst lodret over Axlen, da der er bedst Plads; de kaldes saa *Hammermaskiner* [inverted engine]. I lavtgaaende Orlogsskibe kan denne Anordning ikke anvendes; Maskinen lægges da *skraat nedad* [inclined] i skarptbyggede og *vandret* [horizontal] i nogenlunde fladbundede Skibe. Er Pladsen kun ringe, anvendes i Orlogsskibene horizontale Maskiner med tilbagegaaende Forbindelsesstang, tidligere benyttes ogsaa hyppigt Trunkmaskiner *.

Hjulmaskinerne [paddle engine] kunne have direkte Forbindelsesstang og ligge *skraat opad* [diagonal] eller være oscillerende og staa *lodret opad* [vertikal]; de oscillerende Maskiner kunne dog ogsaa staa skraat opad hver fra sin Side mod samme Krumtap og danne 90° med hinanden og 45° med en vandret Linie.

---

* Disse Maskiner ere korte og bestaa kun af faa Stykker, men ere desuagtet nu forladte, da (1) Friktionen i Trunkenes Pakdaaser er stærk, (2) Plejlstangens indre Ende er utilgjængelig og kan løbe stærkt varm, inden det opdages (sveden Lugt; Gnister ud af Trunken), samt fordi (3) Trunken ikke kan beklædes udvendig og derfor giver Anledning til Varmetab.

5. Dampens Arbejde *i en Dampmaskine* er delvis behandlet i 1 og 2 samt i Physiken (i 57). Som der omtalt er det mere økonomisk at lade Dampen strømme ind i en Kondensator (ca. 4 Punds Modtryk paa Stemplet) end ud i Luften (ca. 18 Punds Modtr.); det første anvendes derfor mest og ved Fortidens lave Damptryk var det absolut nødvendigt. Maskinen siges henholdsvis at være en *Maskine med Kondensation* [condensing engine] eller en *Maskine uden Kondensation* [non-condensing engine]. I Physiken er ligeledes omtalt, at økonomisk Drift af en Maskine kræver stærk Expansion* og højt Damptryk; dette er derfor stadig steget, eftersom man har lært at bygge Kjedlerne stærkere. Nu er Trykket i Alm. 70—90 lbs. pr. □ in. Overtryk, 100 lbs. trænger imidlertid stærkt ind; ved tredobbelt Expansion (se nedenfor) anvendes ca. 150 lbs. (130—170). For en halv Snes Aar siden var Trykket ca. 60 Pund og for tyve til tredive Aar siden henad 30 Pund.

Dampens Expansion kan fuldføres i én eller i to Cylindre, hvilket henholdsvis kaldes *enkelt* eller *dobbelt Expansion* [single expansion; double exp.]. I sidste Tilfælde strømmer Dampen først ind i en lille Cylinder, hvori den afskjæres og begynder sin Expansion, og derefter strømmer den over i en stor Cylinder, hvori den fuldender sin Expansion. I begge Tilfælde faas i det væsentlige samme Virkning af samme Dampmængde, naar den expanderes lige mange Gange**, men i Enkelthederne bliver der en

---

* Sammenholdes dette med 2, ses at Expansionen har et dobbelt Øjemed, nemlig: (1) at jævne Gangen over Dødpunkterne, og (2) at skaffe en større Arbejdsmængde udviklet af samme Dampmængde og dermed af samme Kulmængde.

** Der forudsættes altsaa samme Rumfang Damp af samme Tryk fyldt i begge Maskiner, og den store Cylinder i dobbelt Expansionsmaskinen forudsættes lig Cylindren i enkelt Expansionsmaskinen.

Del Forskjel. Ved den dobbelte Expansion bliver der en mindre Forskjel i Tryk ved Enderne af Stempelslagene* og derfor en jævnere Gang end ved den enkelte. Den mindre Trykforskjel bevirker ogsaa en mindre Temperaturforskjel i Cylindrene (Ph. 57) og derfor mindre Kondensation af Dampen ved Cylindervæggene. Paa det lille Stempel i dobbelt Expansionsmaskinen bliver der et stort Modtryk; dels af denne Grund dels paa Grund af den lille Omkreds af Stemplet slipper der mindre Damp gjennem Utæthederne ved Stemplet her end i enkelt Expansionsmaskinen, og denne Damp spildes endda ikke helt, da den gaar over og arbejder i den store Cylinder. Dobbelt Expansionsmaskiner faa spinklere Stempelstænger og Krumtapsmekanismer end enkelt Expansionsmaskiner; thi i en af de første virker det store Tryk paa et lille Stempel, der har et stort Modtryk, og det store Stempel har der kun et lille Drivtryk. Det skadelige Rum, der ved Begyndelsen af et nyt Slag skal fyldes med Damp, er mindre ved dobbelt Expansion (lille Cylinder) end ved enkelt. Ved dobbelt Expansion tabes der noget Tryk ved Dampens Gang mellem Cylindrene, og idet Rummene mellem de to Cylindre fyldes, faas der nogen Expansion uden Afgivelse af Arbejde. Ved dobbelt Expansion er der en større Overflade udsat for Afkjøling end ved enkelt, og der lides et noget større Arbejdstab ved Friktion.

Sammendrages ovenstaaende, ses at *dobbelt Expansionsmaskiner* faa *jævnere Gang*, *mindre Damptab og spinklere*

---

* Skal f. Ex. Damp af 90 lbs. pr. □ in. absolut Tryk expanderes 10 Gange i en enkelt Cylinder, saa maa denne fyldes $\frac{1}{10} = 0{,}1$, og der vil endes med $0{,}1 \,.\, 90 = 9$ lbs. (se Ph. 57). Skal Dampen expanderes i to Cylindre, af hvilke den lille er $\frac{1}{4}$ af den store, saa maa den lille fyldes $\frac{1}{10} : \frac{1}{4} = \frac{4}{10} = 0{,}4$, og der vil i den endes med $0{,}4 \,.\, 90 = 36$ lbs. I den store Cylinder begyndes der altsaa med 36 lbs., og der vil endes med $\frac{1}{4} \,.\, 36 = 9$ lbs. som ovenfor.

Stempelstænger og Krumtapsmekanismer end enkelt Expansionsmaskiner. Disse Fordele blive betydelige for høje Damptryk forbundne med stærk Expansion, men betydningsløse for svag Expansion eller lavere Damptryk saaledes som de anvendtes tidligere i egentlige Skibsmaskiner eller endnu i Hjælpemaskinerne (smlgn. Slutn. af 57 i Physikken).

Nu anvendes mest højt Damptryk, Kondensator og stærk Expansion i dobbelt Expansionsmaskiner, der i daglig Tale kaldes *Høj- og Lavtryksmaskiner* [compound engine; high- and low-pressure engine], og Cylindrene kaldes *Højtrykscylindren* eller Højtrykken [high-pressure cylinder] og *Lavtrykscylindren* eller Lavtrykken [low-press. cyl.]. I ældre Tid anvendtes lavere Tryk og Kondensation i enkelt Expansionsmaskiner, der i daglig Tale kaldes *Lavtryksmaskiner* [low pressure engine]. Maskiner uden Kondensation og med enkelt Expansion kaldes *Højtryksmaskiner* [high-pressure engine], og de arbejde med jævnt høje Tryk.

Ved meget høje Damptryk er det nødvendigt at anvende *tredobbelt Expansionsmaskiner* [triple expansion engine], idet der mellem den lille og den store Cylinder indskydes en middelstor Cylinder, *Mellemtrykscylindren* eller Mellemtrykken [medium pressure cylinder]. — Nogle firdobbelt Expansionsmaskiner ere forøvrigt allerede byggede eller under Arbejde.

6. Hovedanordningen af Maskinerne bliver for Lavtryksmaskinernes Vedkommende saaledes som omtalt i 4. Høj- og Lavtryksmaskinerne frembyde derimod visse Særegenheder; de falde i to Hovedklasser, nemlig dem, hvori Stemplerne i de to Cylindre samtidig ere paa Dødpunkt, og dem, hvori de ikke ere det; de sidste skulle imidlertid behandles for sig.

Høj- og Lavtryksmaskiner med det lille og det store Stempel samtidig paa Dødpunkt kunne have den lille Cylinder ved Enden af, inden i eller ved Siden af den

store. Staa *Cylindrene ved Enden af hinanden* [tandem engine], ere Stemplerne sædvanlig forbundne med en fælles Stang (Fig. 6), og i Reglen forplantes Bevægelsen videre fra Lavtryksstemplet, hvilket kan ske ved direkte Forbindelsesstang, tilbagegaaende Forbst. eller enkelt Trunk. Af disse Maskiner er der en stor Mængde i Brug hos os. Ere *Cylindrene koncentriske* (Fig. 7), har det lille Stempel én Stang, men det store har for Balancens Skyld to Stænger; de tre Stænger samles ved et fælles Krydshovede. Maskinerne kunne have direkte Forbindelsesstang eller være oscillerede; af de første have vi et Par Stykker og af de sidste ikke saa faa. Staa Cylindrene *Side om Side* kunne Stempelstængerne gribe i et *fælles Krydshovede*, hvorfra Bevægelsen forplantes ved en direkte Forbindelsesstang (Fig. 8). Da Krydshovedet paavirkes skjævt, ere disse Maskiner ikke meget udbredte; vi have et Par Stykker (Hammermsk., skraa Hjulmsk.). Langt mere anvendt er at give hver Cylinder sin Stempelstang m. m. (Fig. 9) og stille Krumtapperne under en Vinkel paa 180°. De kaldes da Maskiner med *diametrale Krumtappe* og have, anvendte som Hammermaskiner, indtil for kort Tid siden været Hovedtypen i Sverrige; en Del af dem ere komne over til os. Stemplerne gaa her altid modsat Vej, og de paa Axlen virkende Vægte ere udmærket balancerede. De fleste ovenfor omtalte Maskiner findes som Tvillingmaskiner — de sidste dog aldrig —, man faar altsaa en samlet «Høj- og Lavtryksmaskine med fire Cylindre». I de sidste Aar bygges ingen eller saa at sige ingen af dem.

7. Høj- og Lavtryksmaskiner, *hvis lille og store Stempel* **ikke samtidig** *ere paa Dødpunkt*, have i Reglen Cylindrene anbragte ved Siden af hinanden og Bevægelsen forplantet bort fra hvert Stempel til Krumtappe, der danne en Vinkel paa 90° (Fig. 10). Naar Skibet gaar fremad, gaar sædvanlig Højtrykskrumtappen forud for Lavtrykskrumtappen, da det giver lidt jævnere Gang end omvendt.

Cylindrenes Størrelseforhold og deres Fyldninger vælges saaledes, at der *ved normal Gang udvikles omtrent lige mange Hestekræfter i begge Cylindre.* Ved disse Maskiner opnaas altsaa baade Fordelene ved dobbelt Expansion og ved Tvillingmaskiner, uden at der behøver at anvendes mere end to Cylindre. Høj- og Lavtryksmaskiner med *to Cylindre og Krumtapperne under 90°* blive altsaa *simplere* at passe og *billigere* at bygge end alle andre Høj- og Lavtryksmaskiner *uden derfor at arbejde kjendelig mindre økonomisk* (dog undt. tredobb. Exp.); de ere som Følge heraf *Nutidens mest anvendte Skibsmaskintype** [paa engelsk hedde de derfor common compound engines].

Da Stemplerne ikke samtidig ere paa Dødpunkt, kan Dampen paa Grund af Expansionen i den store Cylinder ikke hele Tiden (f. Ex. ikke for den i Fig. 10 viste Stilling) strømme over til denne Cylinder fra den lille. For at undgaa en altfor kjendelig Tilvæxt i Modtrykket for den lille Cylinder medens dennes Stempel gaar fra Yderstillingen til Midtstillingen, ved hvilket Punkt der først aabnes for den store Cylinder, anbringes der en Beholder, *Receiveren* [receiver], i Ledningen for Dampen mellem de to Cylindre. Receiveren, hvis Form er ligegyldig, virker ved at give Dampen et stort Rum og derved en forholdsvis mindre Sammenpresning. Efter den kaldes disse Maskiner **Receivermaskiner.**

Formindskes Fyldningen i den store Cylinder, vil Trykket i Receiveren stige; thi den Dampmasse, Cylinderen modtager, er stadig den samme, og Dampen maa for at kunne komme ind i et mindre Rum antage en større Tæthed og derfor et større Tryk. Det stigende Receivertryk

---

* De trænge forøvrigt ogsaa godt ind paa Landjorden, særlig paa Grund af den jævne Gang (smaa Svinghjul). De kunne med Lethed bygges uden Kondensation og bruges paa Steder, hvor der ikke er Vand nok dertil.

bevirker, at den lille Cylinder afgiver et mindre Arbejde (større Modtryk), og at den store Cylinder afgiver mere Arbejde (samme Dampmasse, men større Begyndelsestryk og Expansion; se Physik 57). Maskinens samlede Arbejde bliver omtrent uforandret derved, man har altsaa her et Middel til at udjævne dens Gang. *Vil man*, f. Ex. for at spare Kul, *formindske Fyldningen i den lille Cylinder, behøver man blot samtidig at formindske den store Cylinders Fyldning passende for atter at dele Arbejdet ligeligt* (ellers vilde den store Cylinder afgive mindst). Den nye Fyldning i den store Cylinder eller det dertil svarende Receivertryk kan bestemmes ved Indikatorforsøg paa en Prøvefart.

I *Skrueskibe* kan man anvende Receivermaskiner med direkte Forbindelsesstang lodret eller skraat over Axen samt vandret. Receivermaskiner med tilbagegaaende Forbindelsesstang ligge vandret; det kniber her ofte at faa de to Stænger anbragte paa det lille Stempel. Trunk Receivermaskiner ere meget sjældne. Da Kjedlerne lægges foran Maskinen, anbringes den lille Cylinder foran den store.

I *Hjulskibe* have Receivermaskiner direkte Forbindelsesstang og ligge skraat opad, eller ogsaa have de oscillerende Cylindre og staa lodret eller skraat opad. I sidste Tilfælde virke de paa samme Krumtap og danne en ret Vinkel med hinanden.

Store Receivermaskiner vilde faa en urimelig stor Lavtrykscylinder, den erstattes da hellere af to Lavtrykscylindre, hver af det halve Rum. I disse *Trecylindermaskiner* [three cylinder engine] stilles den lille Cylinder midt imellem de to store, og disses Krumtappe sættes hver til sin Side af den lilles Krumtap, sædvanlig under Vinkler med den af 120° ($\frac{1}{3}$ Omdrejn.) eller 135° ($1\frac{1}{2}$ Ret); de danne altsaa indbyrdes henholdsvis 120° eller 90°. Trecylindermaskinerne faa en jævnere Gang end Tocylindermaskinerne. — I Hjulskibe vilde der ikke blive Brede nok til en Tre-

cylindermaskine, man hjælper sig saa med en Tvillingreceivermaskine, hvis Cylindre ligge skraat op mod den samme Axel, saaledes at den lille Cylinder i den ene Maskine har fælles Krumtap med den store i den anden.

I Koffardi Receivermaskiner er den store Cylinders Rumfang 3—4 Gange den lilles, og dens Diameter derfor $1\frac{3}{4}$—2 Gange den lilles. I Reglen er Fyldningen i den lille Cylinder 0,25—0,65 og i den store 0,5—0,7. Den ligestore Slæglængde er ca. $1\frac{1}{4}$ Gange den lille Cylinders Diameter. For Skruemaskiner er Omdrejningstallet sædvanlig fra 60—120 pr. Minut, mindst for store Maskiner; for Hjulmaskiner er det 25—40. Receiverens Rumfang er mindst lig den lille Cylinders og aldrig større end den stores.

Beslægtede med Receivermaskinerne ere Maskiner, hvis Krumtappe danne en større Vinkel end 90°, sædvanlig ca. 135°; de gaa ikke saa jævnt, men Receiveren kan udelades. Nu bygges de ikke mere.

8. Maskinerne med **tredobbelt Expansion** ere grundigt prøvede og anvendes stadig mere i Koffardiskibe. De ere alle Hammermaskiner, og de kunne have Cylindrene staaende Side om Side (tre Krumtappe under 120°), eller ogsaa have de Højtrykscylindren ovenpaa den ene af de to andre, sædvanlig Mellemtrykscylindren (to Krumtappe under 90°). Blive de meget store, faa de to Lavtrykscylindre, Højtrykscylindren sættes saa ovenpaa den forreste af disse og Mellemtrykscylindren ovenpaa den agterste.

9. Dampen fordeles sædvanlig ikke ved Haner, som antaget i 2, men ved Hjælp af en **Glider** [slide; slide valve]. Af Gliderne er *Kassegliderен* (den korte Glider eller Skuffegliderен) [common slide; locomotive slide; three ported slide] den almindeligste; den ligner en firkantet Kasse med brede udadgaaende Lapper langs to af Randene (Fig. 11). Den aabne Side, *Gliderfæset* [slide face] er plan og glider langs en ligeledes plan Flade, *Gliderspejlet*

[cylinder face], hvori der udmunder en *Dampkanal* [steam passage; Hullet i Spejlet hedder steam port] for hver Ende af Cylindren samt den dobbelt saa store *Spildedampskanal* [exhaust passage]. Kanalernes Tværsnit ere Rektangler af ringe Højde men stor Brede (60—80 % af Cylindrens Diameter), saa at de kunne faa et stort Tværsnit, samtidig med at Glideren kan faa en kort Vandring og de skadelige Rum blive smaa; Kanalerne trækkes af den sidste Grund stærkt op i Cylindrens Endebunde. Samtlige Kanaler ere Hulheder i en paa Cylindren fasstøbt Klods, *Kanalpartiet*, fra hvis Side Spildedampen føres bort gjennem *Spildedampsrøret* [exhaust pipe]. Til Kanalpartiet slutter sig *Gliderkassen* [valve box], hvortil den friske Damp føres gjennem *Dampprøret* [steam pipe].

De Partier af Gliderfæset, der, naar Glideren staar i sin Midtstilling (Fig. 11), springe udenfor eller indenfor Dampkanalernes Rande, kaldes henholdsvis *ydre Dækning* eller Yderlap [outside lap] og *indre Dækning* eller Inderlap [inside lap]; den første er altid stor; den sidste er altid lille, og den kan endog være Nul eller negativ, ɔ: Kanalen staar lidt aaben forinden. Den ved Dækningerne frembragte større Højde af Fæset end af Kanalerne bevirker, at Kanalerne holdes lukkede i nogen Tid; Dækningerne sætte altsaa Glideren istand til at frembringe baade Expansion og Kompression (se 2).

For at faa en kortere Vandring kan man dele hver Dampkanal i to Grene ude ved Spejlet (Fig. 49,a). Glideren, der saa faar en forandret Indretning (hvorom senere), kaldes *dobbeltportet* [double ported slide] og anvendes paa omtrent alle Cylindre med kort Slag og stor Diameter, særlig paa de store Cylindre i Høj- og Lavtryksmaskiner, medens de smaa Cylindre kun faa almindelige Glidere.

Naar Stemplet er paa sit Dødpunkt, maa Kanalen være lidt aaben (se 2); Højden af denne Aabning kaldes Forspringet eller det *liniære Forspring* [lead].

Ved Begyndelsen af Slaget (Fig. 12,a) maa Glideren gaa samme Vej som Stemplet for at kunne aabne Kanalen, følgelig maa *en Excentrik, der bevæger Glideren, gaa forud for Krumtappen.* Tænkes Stemplet i sin nederste Stilling, og tænkes Glideren samtidig i sin Midtstilling, saa maatte Excentriciteten danne 90° med Krumtappen, men i Virkeligheden maa Glideren staa som vist i Fig. 12,a, idet den maa være bevæget et Stykke opad, der er lig den ydre Dækning Plus det liniære Forspring. Følgelig maa Excentriken indstilles under en af denne Sum afhængig Vinkel *v*, *Forspringsvinklen* [angle of lead] *forud for den Vinkelrette paa Krumtappen*; *v* er 30—40° el. *ca. 35°*. Den *Vinkel, Excentriken staar forud for Krumtappen*, kaldes *Indstillingsvinklen* og er *ca. 90° + 35° = 125°*. Den Kanal, hvorigjennem Dampen strømmer ud, aabnes altid helt; Excentriciteten maa altsaa mindst være lig Kanalaabningens Højde Plus den indre Dækning. — Den Kanal, hvorigjennem Dampen strømmer ind, aabnes sjældent helt (ca. 60—80 %), dels fordi man her bedre kan taale at miste lidt Tryk, dels fordi den indstrømmende Damp ikke skal udfylde Cylindren helt.

10. Gliderens Virkemaade. Staar Stemplet paa sit *nedre Dødpunkt* (Fig. 12,a), er der aabnet lidt for Indstrømningen forneden og mere for Udstrømningen foroven (den indre Dækning er saa lille). Forneden strømmer der altsaa frisk Damp ind «bag Stemplet» og driver det opad, medens Spildedampen gaar ud «foran Stemplet» foroven og af Gliderens Hulhed føres ind i Spildedampskanalen. Stemplet og Glideren vandre begge opad, indtil *Glideren har naaet sin Yderstilling* (Fig. 12,b). Kanalerne ere da det mest mulige aabne (den nedre kun tildels og den øvre helt; se 9), og Stemplet har gjennemløbet en Snes Procent af sin Bane. Glideren gaar fra nu af nedad (modsat Stemplet) og indsnævrer Kanalerne og tillukker først den nedre og saa den øvre Kanal, da den ydre Dækning er

større end den indre. Naar den nedre Kanal tillukkes, afskjæres Dampen, og *Expansionen begynder* (Fig. 12,c), og Stemplet har da gjennemløbet ca. 50—80 % af sit Slag (i Alm. henad $\frac{2}{3}$). Udstrømningen vedvarer imidlertid, indtil ogsaa den øvre Kanal lukkes, og *Kompressionen begynder* (Fig. 12,d); Stemplet mangler nu en halv Snes Procent af sit Slag. Kort efter vil Glideren paa Grund af Inderlappens ringe Størrelse aabne den nedre Kanal for Udstrømning og senere ogsaa den øvre Kanal for Indstrømning. Naar den nedre Kanal aabnes indvendig, begynder *Forspringet for Udstrømningen* (Fig. 12,e) under Stemplet. Kompressionen fortsættes imidlertid indtil den øvre Kanal aabnes udvendig, saa at *Forspringet for Indstrømningen begynder* (Fig. 12,f) over Stemplet, der nu kun mangler ca. 1 % af sit Slag. Forspringene vedvare, indtil Stemplet har naaet sit *øvre Dødpunkt* (Fig. 12,g), og det er nu klart til at begynde et nyt Slag nedad.

Under hver Tegning af Stempel- og Gliderstillinger staar den tilsvarende Stilling af Krumtap og Excentrik. Betragtes disse Figurer, ses at Exentriken bevæger sig nærved sin Midtstilling, naar Dampen omskiftes; dette besørges altsaa, som det ogsaa burde, hurtigt. Endvidere ses at Exentriken bevæger sig ved sit Dødpunkt, naar Kanalernes Aabning er den størst mulige; denne Aabning bevares altsaa stor saa længe som muligt.

Det, at den ydre Dækning er større end den indre, ses at have bevirket: (1) at Expansionen, der kan være nyttig paa dobbelt Maade (se 5, første Anm.), begynder før og varer længere end Kompressionen, (2) at Forspringet for Udstrømningen begynder før Forspringet for Indstrømningen og har en større Højde af Kanal aaben, hvilket passer godt, da næsten hele Cylinderen skal tømmes men kun en ringe Del af den fyldes under Forspringene.

Er den indre Dækning Nul eller negativ, bliver der den Afvigelse fra det ovenfor udviklede, at Kompressionen

begynder henholdsvis samtidig med eller senere end Forspringet for Udstrømningen.

11. **Haner** [cock] laves næsten altid af Metal (Bronze). Ved simplere Haner er Husets Bund aaben (Fig. 13), og Tollen [plug] fastholdes forneden ved en Møttrik [nut], som spænder mod en Skive, der omslutter en urund Del af en Skrue [screw], som er støbt i ét med Tollen. Ved finere Haner er Bunden lukket, og Tollen holdes nede ved et Dæksel. Dette kan selv være Stoppebøsning i en Pakdaase om Spindelen (Fig. 14), eller ogsaa kan det blot forhindre Tollen i at flyve ud; det kaldes da en Sikkerhedsflange og bærer en Pakdaase, hvis Bund er et Bryst paa Spindelen af Hanen (Fig. 15). Hanens Tol trykkes i begge Tilfælde fast mod Huset ved Hjælp af Pakningen; ved den sidstnævnte Anordning er det lettere at pakke om, og der opstaar ingen Fare, hvis en Bolt i Pakdaasen skulde vrides over. Hanerne kunne enten være Ligeløbshaner (Fig. 13 og 14) eller Vinkelhaner (Fig. 15) eftersom Vand- eller Dampstrømmen gaar tværs gjennem Tollen eller ind i dennes Side og ud af dens Spids eller omv. Flergangs- (togangs o. s. v.) Haner kunne skiftevis sætte forskjellige Rørledninger i Forbindelse; det kan være Haner med et vinkelformet Hul i Tollen (Fig. 16) eller Vinkelhaner med flere Tude paa Huset (Fig. 50). Vigtige Haner faa Topnøgle med en Knast, der kan drejes rundt i en Rille i Stoppebøsningen men kun slippe ud gjennem et Indhak foroven, naar Hanen er lukket (Fig. 14).

12. Den vigtigste Art **Ventiler** [valve] er Talerkenventilerne [disc valve], hvor selve Ventilen er en rund Skive, som slutter til et fladt eller konisk Sæde [seat, beat]; i sidste Tilfælde kaldes de *Kegleventiler* [conical valve]. Ventilhuset [valve box], der er cylindrisk forneden, er foroven udvidet for at give fri Passage for Strømmen uden om Ventilen (Fig. 17). Ventilen styres ved fire (eller tre) Vinger, der gaa i Husets cylindriske Del (Fig. 17)

eller ved en Spindel, der gaar gjennem Midten af et fast Kryds (Fig. 19); en Spindel styrer mindre godt og kan knække af eller bukkes. Ved *Afspærrings-* eller *Stopventiler* [stop valve] er der paa Ventilen en hesteskoformet Knast, hvori et Hovede paa Ventilens Spindel [spindle] er skudt ind (Fig. 17); de aabnes eller lukkes ved at dreje Spindelen, der er forsynet med Gevind [thread] og et Haandhjul eller et Sving. Ved *Kontraventiler* [non-return valve] maa Spindelen ikke sidde fast paa Ventilen men kun være en Stopper og maaske tillige et Styr for den (se Fig. 18); disse Ventiler tillade kun en Strøm at gaa den ene Vej, idet de forhindre dens Tilbagegang. Ved begge Arter Ventiler tjener Spindelen til enten at regulere eller at afbryde Strømmen, og dens Gevind kan gaa i en Møttrik i en udvendig Buk (Fig. 17) eller i en indvendig Knast paa Dækslet (Fig. 18); den sidste Maade forlades nu mere og mere, da man ved den ikke kan smøre Gevindet eller se, om det er i Orden. For hurtigt at kunne regulere en Ventils Aabning mærker man sig, hvormange Hele og Brøkdele Gevind Spindelen sædvanlig maa bevæges. Ventiler og ligesaa Haner bør lukkes langsomt for at undgaa Stød i Rørledningerne. Ved *Sikkerhedsventiler* holdes Ventilen kun til ved en Belastning, saa at den løfter sig, naar der er naaet en vis Grændse for Trykket af Vand i Pumper eller Dampcylindre [relief valve; escape v.] eller af Damp i Dampkjedler [safety valve]. Belastningen kan f. Ex. være en Skruefjeder [spiral spring], der virker mod et Bryst paa Ventilspindelen (Fig. 19) og holdes nede af et Spændestykke og et Par lange Bolte. Skal man anbringe en *Kegleventil i en lige Rørledning*, gjør man Huset omtrent kugleformet og deler det indvendig med et skraat Skillerum, hvori Ventilsædet anbringes (Fig. 20). Alle Ventiler og deres Spindler ere for ikke at fortæres lavede af Metal; Husene ere enten af Metal (Fig. 18) eller af Jern foret med Metal (Fig. 17); det sidste er billigst, men

den uensartede Varmeudvidelse (Ph. 41) kan undertiden bevirke, at Ventilen klemmes fast. Er en Ventils Løftning lig $\frac{1}{4}$ af dens Diameter, er dens Aabning theoretisk lig Tværsnitsarealet af den Aabning, hvorfor den kan lukke.

Hvor det drejer sig om at kunne løfte en Ventil med en ringe Kraft, anvendes en *Dobbeltsædeventil* [double-beat valve], det er en Ventil, som hviler paa to omtrent ligestore Sæder og paavirkes af Damp baade foroven og forneden, saa at den omtrent er i Ligevægt. Fig. 21 viser én af dem, nemlig *Differensventilen* [equilibrium valve].

Undertiden anvendes en *Skydeventil* [sluise valve], der er en flad Plade, der anbringes i et ligeledes fladt Hus (Fig. 22) og spændes ind mod sit Sæde af kileformede Knaster paa begge Sider. *Vandtætte Døre* i Skodter [bulkhead] ere af omtrent samme Indretning; Afvigelsen bestaar kun i, at Hullet er firkantet, og i at Husets øvre Del er erstattet af en Ramme.

Receiver-Hammermaskiner i Koffardiskibe.

13. Almindelige Bemærkninger. For at lette Oversigten over Maskinerne skal ovennævnte Maskintype, der er den mest udbredte af alle, behandles særskilt tilligemed alle dens Detailler. Disse ere i det væsentlige de samme for alle Maskiner; ved de senere beskrevne Maskintyper skal derfor kun de Enkeltheder omtales, der ere særlige for hver af dem.

Materialet i en Maskines faste Dele er i Reglen Støbejern [cast iron]. Til de arbejdende Dele kan dette Materiale kun bruges, naar de ikke udsættes for Træk eller for Rystelser og Stød. De arbejdende Dele blive derfor hovedsagelig lavede af Smedejern [wrought iron] eller af blødt Staal [mild steel], der baade ere stærke og sejge.

Staal trænger mere og mere ind; Siemens-Martin Staal foretrækkes for Bessemer Staal. Til Stænger eller Tapper, der ere udsatte for Slid, foretrækkes Staal ubetinget for Smedejern, da det er mere ensartet og haardt. Hver Staalgjenstand er i Reglen smedet ud af en eneste støbt Barre, da Svejning af Staal er upaalidelig. Staal Støbegods [steel casting] begynder at trænge ind, men er endnu ikke saa paalideligt, navnlig er det ikke saa tæt, som det smedede er; — herfra undtages dog Whitworth's ellers Krupp's komprimerede Staal [compressed steel], hvilket Staal er støbt i lukkede Forme under højt Tryk; men paa Grund af dets høje Pris har det ikke fundet nogen videre Indgang i Koffardiskibe.

14. Dampcylindren (Fig. 23) er af Støbejern og omhyggelig udboret. Ved Enderne er Diametren gjort lidt større end ellers, for at Stemplet kan slide sig frit og for at lette en senere Udboring. Den nedre Endebund er støbt i ét med Cylindren; den øvre er et *Dæksel* [cover], som fastholdes ved Tapper [stud], der ere fastskruede i en Flange [flange] paa Cylindren*. For at faa disse eller andre Dæksler af er der i Flangerne nogle skrueskaarne Huller til Anbringelse af *Sprængskruer*. I større Cylindre er der i begge Ender *Mandehuller* [man hole] med Dæksler af lignende Indretning som Cylinderdækslerne. For Borestangens Skyld er der i Midten af den faste Bund et ligeledes med Dæksel forsynet Hul [boring hole]. *Gliderspejlet* er høvlet, og bagefter skrabes det og Gliderens sammen, eller ogsaa høvles Gliderens paatværs deraf, og saa overlades de til at slide sig sammen. *Kanalpartiet* er støbt i ét med Cylindren, og *Gliderkassen* er enten støbt

* Flanger kunne pakkes med Rødkit (med Seglgarn, Lærred eller Metaltvist), med Asbestpap eller Kautschuk (med Blyant, slemmet Kridt eller Papir paa den ene Side for at slippe). Ved Cylindre og Gliderkasser pakkes ogsaa med Bly- eller Kobbertraad samt med Lampevæger, der ere dyppede i Talg eller Fernis.

sammen dermed (Fig. 23) eller boltet dertil (Fig. 24); Adgangen til den faas gjennem et Dæksel. Cylindren samt alle Dækslerne ere styrkede ved faststøbte Ribber; ligesaa have vide Dampkanaler Ribber tværsover (Fig. 49,b). Store Dæksler og Bunde støbes for Styrkens Skyld hule med indvendige Ribber (som i Fig. 24). For Udseendets Skyld anbringes der i Reglen en riflet Smedejernsplade ovenpaa hvert Cylinderdæksel. Forneden ere Cylindrene forsynede med *Fødder* (Fig. 94 og 95) for at kunne boltes til Maskinstativerne, og paa lignende Maade samles de indbyrdes eller ogsaa støbes de i ét Stykke. — Højtryksgliderkassen eller Hoveddamprøret forsynes med et Manometer (Ph. 26).

15. I de fleste større nyere Maskiner er Højtrykscylindren eller ogsaa begge Cylindre forsynede med **Foring** [liner], og ligesaa fores Gliderspejlene [false face]. En Foring kan paa Grund af sin simple Form leveres godt støbt og af haardt Jern, saa at Varigheden af Cylindren bliver større. Er en Foring opslidt, kan en ny anbringes, uden at Cylindren behøver at kasseres. Foringen (Fig. 24) paa et Spejl fæstes ved forsænkede Skruer; i en Cylinder kan den fæstes forneden ved forsænkede Skruer i forsænkede, indvendige Flanger, og foroven kan den holdes tæt ved en Pakning, der fastholdes i en Rille ved en fastskruet Smedejernsring.

16. For at forhindre at noget af den indstrømmende Damp fortættes mod Cylindrens Vægge (Ph. 57), forsynes hyppigt Højtrykscylindren og ofte tillige Lavtrykscylindren med **Damptrøje** [steam jacket], det er et hult Rum udenom Cylindren, samt med hult Dæksel og hul Bund (Fig. 24). Disse hule Rum fyldes med Damp gjennem Stikrør (med Haner) fra Hoveddamprøret, og det ved Fortætning dannede Vand aftappes til Varmvandskassen (herom senere) ved Hjælp af Haner (eller selvvirkende Ventiler). For at Vandstanden kan ses, forsynes Trøjens nedre Del undertiden med Vandstandsglas. Ved de nyere

Maskiner dannes Damptrøjerne af Rummene udenom Foringerne, ved de ældre støbtes Cylindrene med hule Vægge.

17. Ved de fleste Maskiner vende begge Cylindres Kanalpartier og Glidere for efter henimod Kjedlerne, og **Receiveren** er saa en Beholder udenom Højtrykscylindren (Fig. 94,b og c), med hvilken den er støbt i ét Stykke. Receiveren er boltet sammen med Lavtrykscylindrens Gliderkasse, der i Grunden kun er en Del af den, og dens Vægge afstives ved Ribber. Dækslet for Lavtryksgliderkassen ligger foroven (Fig. 94, a); Glideren bliver paa denne Maade mindre let tilgjængelig, men det er dog ikke værre, end at mange Fabriker ogsaa anbringe Højtryksgliderkassens Dæksel foroven. Skal en saadan indelukket Glider stilles, maa man betjene sig af Lærer af Gliderfæs og Gliderspejl.

Ønsker man let tilgængelige Glidere, anbringes de for og agter i Maskinen, og Receiveren er da enten en støbt Beholder udenom begge Cylindre eller ogsaa et stort «Mellemdamprør» (Fig. 95,c), der gaar fra den lille Cylinders Spildedampskanal til den stores Gliderkasse.

Ved nogle Maskiner ligge begge Gliderne mellem Cylindrene; Højtrykscylindrens Gliderkasse er da paa alle Sider omgivet af Receiveren. — Ved Trecylindermaskinerne er der sædvanlig ingen anden Receiver end de store Cylindres Gliderkasser.

Receiveren forsynes med en Trykmaaler (Ph. 26).

18. For at forhindre Varmetab forsynes Cylindre, Gliderkasser og undertiden tillige Cylinderdæksler med en **Beklædning** [clothing] af slette Varmeledere. Sædvanlig anvendes Filt (Fæhaar), der er indesluttet af smalle, sammenpløjede Trælister, der kunne fastholdes ved Holdskruer til fastskruede Trælister eller ligge i støbte False og fastholdes ved Metalbaand. Et Gliderkassedæksels Beklædning kan befæstes til det selv eller fæstes i en Kasse, der for let at kunne fjærnes fastholdes ved Kroge til Kanalpartiets

Beklædning. — Undertiden beklædes med Kork, der omsluttes af tynde Jernplader.

19. For Tætheds Skyld gaa Stempelstængerne ud gjennem **Pakdaaser** [stuffing-box], der tidligere altid pakkedes med Hampeplatting men nu sædvanlig med Tuck's Pakning. Denne er dannet af sammenrullet Sejldug, der er gjennemtrukket med Kautschuk og undertiden indeholder en Kautschukkjærne. Pakningen [packing] ligger indeni en cylindrisk Udboring i en Tud paa Dækslet (Fig. 23), og den spændes til ved Hjælp af en *Stoppebøsning* [gland], der holdes til ved Tapper, som gaa igjennem en Flange paa den og ere fastskruede i en Flange paa Pakdaasen. Pakningens Leje skraaner indad mod Stempelstangen, saa at Pakningen spændes stærkest derhen, hvor den slides mest. For at Stempelstangen ikke skal blive ridset, anbringes der i Bunden af Pakdaasen en Metalbøsning, der støtter mod et Bryst; af samme Grund anbringes der ligeledes en Metalforing i Stoppebøsningen, der sædvanlig er af Støbejern. Pakdaaser om Stempelstængers øvre Forlængelser (Fig. 94,b) forsynes med en lodret Krave langs Flangens Rand, for at forhindre at Smørelsen løber ned paa Cylinderdækslet. Paa disse Pakdaaser er der en Krave, der danner Smørekop (som i Fig. 83). De nedre Pakdaaser forsynes med Smørelse, ved at Stempelstangen baskes med en Art Svaber, der er dyppet i Olie. Af og til benyttes *Smørepakning* (Fig. 25), der er en løs Pakning, som er indlagt i en lille Pakdaase i Stoppebøsningen og forsynes med Olie fra en Rille i denne, til hvilken Olien kan føres ved et Rør fra en Smørekop. For at lette *Tilspændingen* af Pakningen og sikre at den foregaar lige, kunne Møttrikernes indre Dele forsynes med Tænder, der ved runde Flanger (Fig. 26) gribe i et Tandhjul, saa at alle drejes, naar én drejes; ved ovale Flanger (Fig. 27) bevæges Møttrikerne derimod

ved Snækker, der sidde paa en fælles Spindel, som drejes ved en Topnøgle.

Ved *Skruepakdaaser* (Fig. 28) tilspændes Stoppebøsningen af en indvendig Krave paa en Møttrik, der kan skrues ned paa Gevind udenpaa Pakdaasen. Det er gode Pakdaaser, men de blive dyre ved store Stænger og anvendes derfor ikke ret meget ved Stempelstænger.

20. Paa Cylindrenes nedre Endebunde samt forneden i Gliderkasserne anbringes der **Aftapningshaner** [draincock], der ved Trækstænger [rod] og mulig tillige Vægtstænger kunne aabnes og lukkes fra Manøvrepladsen. De tjene til at aftappe det Vand, der kommer i Cylindren ved Fortætninger eller Overkogninger, og de manøvreres af og til, samt naar Vandet støder i Cylindren (det er ikke elastisk). Vandet føres ved Rør ned i Lasten eller Kondensatoren; undertiden er der Rør, som ved Togangshaner forgrenes til begge Steder. Af og til sættes der en lille Kontraventil, der er belastet ved en svag Fjeder, i Røret, for at forhindre at Luft suges ind i Cylindren.

21. I Cylindrenes skadelige Rum anbringes der **Sikkerhedsventiler** for at forhindre Sprængning, naar der kommer formeget Vand i dem. Belastningen maa svare til et Tryk, der er lidt højere end det højeste, der kan faas i Cylindren. Ventilerne kunne være indrettede som den i 12 omtalte og i Fig. 19 viste Ventil, men i Almindelighed ere de indrettede som vist i Fig. 29. Huset er her en Støbejerns Klokke, der er boltet til Cylindren, og det er i Siden forsynet med et Hul til Afløb. Fjedren spændes til ved en Skrue, der gaar gjennem Klokkens Top og virker paa en Skive ovenpaa Fjedren.

For at forhindre at Receivere sprænges af Damptryk, forsynes de ofte med Sikkerhedsventiler, der ere af samme Konstruktion, men kun belastede til 20—30 Punds Tryk.

22. Smørelsen* kan tilføres en Dampcylinder enten stadig og draabevis ved en **Lubrikator** [lubricator], der fører Smørelsen ind i Dampen i Damprøret, eller af og til i større Mængder ved en **Smørehane** [grease-cock], der fører Olien ind i Cylindren eller Gliderkassen. Ved de første besørges Smøringen bedst og billigst, og de bruges derfor nu i den daglige Drift, men de sidste kunne dog ikke undværes til Nødhjælp.

De *mekaniske Lubrikatorer* ere en Art Pumper, som drives af Dampmaskinen, men kunne reguleres uafhængigt af dens Gang. Det kan være smaa Pumper med jævnt hurtig Gang eller store Pumper med meget langsom Gang. Hos os bruges *Mollerup's Lubrikator* (Fig. 30), der hører til den sidste Klasse. Topventilen er her erstattet af en Hane og Bundventilen af en Art Skrueprop, der sidder i Bunden af en Paafyldningskop. Stemplet er en Plunge (ɔ: en i Bunden lukket Cylinder), som Friktionen i Pakdaasen hindrer i at løbe rundt, og som en Skrue trykker langsomt ned. Skruen støtter med et Bryst mod et Stativ og bærer over dette et Snækkehjul [worm wheel], som bevæges ved en vandret Snække [worm]. Snækken drejes af en Skralle [ratchet], som ved en Stang eller en Staaltraad sættes i Gang af en langsomt gaaende Maskindél f. Ex. en Pumpebalance eller en Expansionskvadrant (om disse senere). Oliemængden reguleres ved

---

* *Smørelsen* [lubrikant] er nu i Reglen *mineralsk Olie* [mineral oil], der er lavet af Petroleum og bestaar af forskjellige Kulbrinter (Ph. 67), som ikke ødelægges af Dampens Varme og ikke fortære Jern; i daglig Tale kaldes den her grøn Olie [i Engl. cylinder oil]. *Talg* [suet; tallow] *Maskinolie* [engine oil], der er Roe-, Raps- eller Olivenolie, samt andre Olier fra Dyre- eller Planteriget ere Forbindelser af fede Syrer (Stearinsyre o. fl.) og Glycerin, hvilke Stoffer skilles ad ved de nuværende høje Damptemperaturer, og Syrerne kunne saa fortære Jernet i Maskiner og Kjedler. *Fugtigheden i Dampen* spiller forøvrigt en ikke uvæsentlig Rolle ved Dampcylindres Smøring.

at indstille Skrallens Vægtstangsarm passende. Skal Lubrikatoren fyldes, skydes Snækken ud til Siden, ved at en Bolt, der bærer dens ene Leje, forskydes langs en Slidse, efter at en Møttrik, der ellers fastholder den, er spændt løs. Hanen i Damprøret lukkes nu, Skrueproppen i Koppen skrues op, og Olie fyldes i Koppen, medens samtidig Plungen skrues op ved Hjælp af et lille Sving; efter Fyldningen sættes Apparatet let i Gang igjen. Plungens Stilling angiver Oliemængden i Apparatet. For at forhindre at Plungen gaar nedenud, sidder der en Skive paa Skruens nedre Ende, mod denne standser saa Plungen, og derpaa begynder den at dreje rundt.

Ved de *ældre Kondensations-Lubrikatorer* staar der to snævre Rør fra neden op i en cylindrisk Oliebeholder. Gjennem det ene, der er lidt højere end det andet, gaar Dampen frit ind i Beholderen, hvor den fortættes og synker ned under Olien, som derved bringes til at flyde over det andet Rørs Rand. Smøringen afhænger af Kondensationen altsaa af de tilfældige ydre Forhold, og den kan kun delvis reguleres ved en Ventil eller en Hane; disse Lubrikatorer ere derfor upaalidelige og nu forladte. Ved de *nyere Kondensations-Lubrikatorer* sørger man for, at der altid findes en Beholdning af Vand, der er dannet ved Fortætning af Damp og ganske langsomt tappes ind under Olien, saa at man bliver fuldstændig Herre over Smøringen. Olien føres op i et Rør, der rager lidt op i et Vandstandsglas, hvori den stiger op Draabe for Draabe [sight feed lubricator], og Vandtilførslen reguleres, saa at der faas et passende Antal Oliedraaber i Minuten. I Enkelthederne afvige disse Lubrikatorer overmaade meget fra hverandre; Principet i dem er vist i Fig. 31; i selve Lubrikatoren vises det i Fig. 31,a og i dens Rørledning i Fig. 31,b. Dampen gaar fra Damprøret *D* opad gjennem et Stikrør og fortættes i Slangerøret *s*, der tjener som Vandbeholder. Derfra føres Vandet gjennem *p* og Regule-

ringsventilen *a* ind under Olien, der stiger op gjennem Vandstandsglasset (Draabetælleren) *g* og Røret *q* til Damprøret. Skulle *g* og *q* fyldes med Vand fra først af, eller er Vandet i Glasset blevet uklart, lukkes Ventilerne *a* og *b*, og derpaa aabnes *c*; skal Lubrikatoren i Gang, lukkes *c*, og derpaa aabnes *a* og *b*. Er Beholderen tom for Olie, udeblive Draaberne, og saa lukkes *a* og *b*, og Vandet tappes ud gjennem Ventilen *e*, og endelig fyldes Beholderen gjennem *d*. Hanerne *m* og *n* tjene til at aflukke Lubrikatoren fra Damprøret. — De nyere Kondensations-Lubrikatorer ere meget udbredte i Udlandet men ikke hos os, vel nærmest fordi vi i Mollerups Lubrikator fik en god mekanisk Lubrikator samtidig med eller maaske endog før de opstode.

Ønsker man, at en *Lubrikator* skal give en *større Oliemængde paa en Gang*, drejes Pahlhjulet med Haanden ved Mollerups Lubrikator, og ved de sidst omtalte Lubrikatorer aabnes der i kort Tid helt for Vandet.

Ved *Smørehaner* (Fig. 32) findes Olien i en Beholder, der ved to Haner er forbundet med Maskinen og en Paafyldningskop. Lukkes den nedre Hane, og aabnes den øvre, kan Beholderen fyldes, efter at Dampen er blæst ud af den. Derpaa lukkes den øvre Hane, og naar der skal smøres, aabnes den nedre.

23. Af det Foregaaende ses, at en **Dampcylinders Tilbehør** bestaar af Beklædning, Dæksel, Pakdaase, Aftapningshane, Sikkerhedsventiler og Smøreapparater, samt at den endvidere kan have Mandehuller og Foring. Senere skal endvidere omtales Rør til Indikatoren.

24. **Dampstemplet** [steam piston] er en Støbejerns Skive, der for at formindske Massen er støbt hul (Fig. 33), og Hulheden er lukket for ikke at forøge det skadelige Rum*. Indvendig i Hulheden er der Styrkeribber og et

* Staalstempler anvendes undertiden, men ved dem er Hulheden aaben (som i Pumpestemplet i Fig. 83), og Cylinderdækslet har saa et tilsvarende Fremspring; der findes ingen Styrkeribber.

Nav til Stempelstangen. I Midten ere Stempler sædvanlig tykkest for bedre at styres af Stangen. I Randen er der anbragt en «metallisk» Pakning, da Hamp anbragt i en Slags Pakdaase ikke kunde taale højere Damptemperaturer og vilde give stærk Friktion og kræve ideligt Tilsyn. Pakningen kan bestaa af en Støbejerns *Stempelring* [piston ring], der er gjort lidt større i Diameter end Cylindren og overskaaret, saa at den lægger sig tæt ind mod Cylindren, naar den er anbragt paa sin Plads i en firkantet Rille, med hvis Sider den er skrabet sammen. For yderligere at spænde Ringen ud, er der mellem den og Stempellegemet anbragt en Del *Fjedre*, sædvanlig Vognfjedre [coach spring]. I Overskjæringen er der for Tætheds Skyld anbragt en *Laas* (Fig. 34), der sædvanlig bestaar af en Plade, hvorpaa der er fastskruet en Metalklods, som passer i Slidser i Ringens Ender. Pladen kan fastholdes ved en Fjeder eller ved Skruer, for hvilke der maa være aflange Huller i Pladens ene Ende. I den seneste Tid er der opstaaet mange nye Stempelpakninger, blandt hvilke *Buckley's* skal fremhæves; den bestaar af to Stempelringe (Fig. 35), der have koniske Kraver indad og spændes udad samt op og ned af en flad Skruefjeder [spiral coil], hvis Ender støde sammen. Stempelpakningens Rille er foroven begrændset af et ringformigt Dæksel, *Junkringen* [junk ring], der kan fastholdes med Tapper med Metalmøttriker og Split udenfor (Fig. 33) eller med Skruer, der gribe i indlagte Metalmøttriker (Fig. 35) og fastholdes ved Stopskruer [set screw]. Møttrikerne eller Skruehovederne kunne ogsaa fastholdes, ved at en af deres Flader ligger an mod en Stangjerns Ring (Fig. 36), der fastholdes ved Splitter gjennem flade firkantede Skruehoveder. Er der fremspringende Møttriker m. m., dannes der en ringformet Grube i Cylinderdækslet.

Ved *svenske Stempler* eller Ramsbottom's Stempler (Fig. 37) er der drejet et Par Riller ind i Stemplet, og i

hver af disse Riller ligger der en Stempelring, der oprindelig er smøget udenom Stemplet. Disse Stempler ere billige, men ikke meget anvendte i andet end Hjælpemaskiner (om disse senere), da de ikke holde saa godt tæt som de andre.

25. **Stempelstangen** [piston-rod] gjøres for Sliddets Skyld hellere af Staal end af Smedejern. Stangen har ved de fleste nyere Maskiner en Forlængelse [tail rod] ovenud, for at Stemplet kan styres bedre; i Forlængelsens Overende er der et Hul, hvori der kan skrues en Øjebolt ned, naar Stemplet skal løftes op. Stangen kan gaa konisk igjennem Stemplet (Fig. 33, a) eller være cylindrisk og forsynet med et Bryst (Fig. 37). De koniske Stænger ere lettest at passe til, de cylindriske lettest at tage ud; Fordelene ved begge kunne tildels forenes ved Anvendelse af en stump Kegle paa en cylindrisk Stang, saaledes som vist i Krydshovedet Fig. 38. Møttriken, der for Tilgjængeligheds Skyld sidder foroven, kan sikres ved en Stopskrue (Fig. 33, a) eller ved en paa Stemplet fastskruet Plade, der slutter til et Par af dens Flader (Fig. 37). Møttriken sidder enten helt eller halvt ovenpaa Stemplet; at fræse den helt ned anvendes nu sjældent. I Cylinderdækslet maa der for Møttrikens Skyld være en Grube (Fig. 23).

26. Et **Krydshovede** [crosshead] er en firkantet Klods af Smedejern eller Staal, der kan være fæstet til Stempelstangen paa samme Maade som Stemplet (Fig. 38) eller være smedet i ét med den (Fig. 39), kun undtagelsesvis kiles Stempelstangen fast (Fig. 40). I Fig. 38 er Møttriken vist fastholdt ved en Stopskrue, der gaar gjennem en Stopring, som er hindret i at dreje sig rundt ved Hjælp af en Stift; Ringen omslutter et cylindrisk Inderparti af Møttriken. At have gjennemgaaende Stempelstang letter Maskinens Adskillelse, men det nødvendiggjør Tapper [pin] paa Krydshovedet og to Sæt Pander i Plejlstangen, medens man ved

fastsmedet Stang kan nøjes med et Sæt Pander i Krydshovedet og en Bolt [gudgeon] i Plejlstangens Gaffel. Er der *Tapper paa Krydshovedet* (Fig. 38), ere de smedede i ét med det og have deres Slidesteder [journal] lige ved det. I Regelen ere de forlængede og forsynede med smaa Tapper med inddrejede Søler til Pumpebalancernes Led (herom senere). Er der *Pander i Krydshovedet* (Fig. 39 og 40), er den ydre Pande [brass] altid firkantet og den indre Pande nu oftere firkantet end rund; Panderne fastholdes ved et Spændestykke og to Bolte, hvis Møttriker sikres ved Stopskruer.

Plejlstangens Sidetryk (se 3) optages af Støbejerns **Kuliser*** [guide], der ere fastboltede til Maskinstativerne (Fig. 38, b og Fig. 94, b) og undertiden forsynede med Kraver for at forhindre Sidebevægelser af Krydshovedet. Trykket forplantes fra Krydshovedet til Kuliserne ved Hjælp af **Styreklodser** [guide-block] af Støbejern, som ere fastholdte ved Skruer og Fremspring paa Krydshovedet (Fig. 38). Hvert Fremspring maa dannes af en indlagt Klods (Fig. 39), dersom der er Kraver paa Kuliserne, da Styreklodsen saa kun kan faas nedenud. Styreklodserne ere i Reglen forede med hvidt Metal, der nu oftest indlægges i Lister tværs paa Bevægelsesretningen (Fig. 38) men tidligere altid i firkantede Feldter (Fig. 39). Fordelene ved hvidt Metal ere ringe Gnidningsmodstand og let Fornyelse, samt at det kan optage Sandskorn m. m. i sig og forme sig efter en ringe Forskydning af Maskindelene; dets Ulempe er, at det let smelter, naar det løber varmt. Slid kan afhjælpes ved at lægge Mellemstykker [liner] af tyndt Blik bag Styreklodser eller Kuliser samt ved Kiler

---

* Da Kuliserne skulle være parallele med Stempelstangen, naar Maskinen gaar og Cylindren er varm, ere de ved Maskiner af Typen Fig. 94 lidt nærmere ved hinanden foroven end forneden, naar Cylindren er kold.

bag Styreklodserne (Fig. 39). — Har Maskinen kun ét støbt Stativ under hver Cylinder (Fig. 95, b), kan den kun faa en *enkelt Kulise* [slipper guide], der da indrettes som en underskaaren Rende, der omslutter Kraver, som springe frem fra Krydshovedet (Fig. 40) og afgive Sidetrykket, naar Maskinen gaar bak. Gaas der bak i længere Tid, kan Kulisen paa Grund af Kravernes ringe Sideflade let løbe varm. For at man kan udbedre Slid ved at lægge Blik imellem, forsynes Krydshovedet oftest, saaledes som vist i Fig. 40, a, med en Metalsko.

Smørelsen til Kuliserne anbringes i en firkantet Metal **Smørekop** [oil box], der har et med Hængsel forsynet Laag (Fig. 41) og er fastskruet til Siden af Dampcylindren. Smøringens Regulering opnaas ved at lade Olien opsuge af en af sammenlagte Uldtraade dannet Væge af passende Størrelse, hvis ene Ende hænger ned i Olien, og hvis anden Ende er stukket ned i et Rør, som rager op over Olien. Ved en Metaltraad hindres Vægen i at glide ned i Røret. Olien føres videre ved Kobberrør, der afgiver den i et Hul foroven paa Kulisen, paa hvilken den fordeles ved Smøregange. Kulisen for Fremadgang [head guide] har sædvanlig to Smørekopper. For at holde paa Olien forsynes Kuliserne nu ofte med Fordybninger i Form af Tværstriber eller Ringe. Forneden bærer hver Kulise en aflang Metalkop, der samler Olien, og hvorfra denne atter trækkes op af en Metalkam, der sidder paa Styreklodsen og glider mod Kulisen.

Panderne i et Krydshovede smøres i Reglen ved Hjælp af en eller to **Slikkekopper**. En saadan Kop (Fig. 42) er foroven forsynet med en gjennemhullet Plade, der, naar Krydshovedet er i dets øverste Stilling, slikker Olien af en «Slikkevæge». Denne hænger ned fra et Rør, som udgaar fra en Smørekop, der sidder fast paa Dampcylindren. Fra Slikkekoppen føres Olien gjennem et Hul ned til Pandens Smøregange.

Kulisen for Fremadgang er hyppigt *hul* (Fig. 40, b) og gjennemstrømmet af Vand for stadig at holdes kold. Vandet kan faas gjennem et Stikrør fra Cirkulationspumpen (om denne senere). Varmer et Krydshovede, afkjøles det ved at sprøjte Vand derpaa f. Ex. med Donkeypumpen (herom senere).

27. Plejlstangen [connecting-rod] er langt hyppigere af Smedejern end af Staal, og den er nu hyppigst konisk med den tykke Ende ned mod Krumtappen; tidligere var den i Reglen tykkest paa Midten (Fig. 103, b). Ved Krydshovedet ender Plejlstangen i en Gaffel [fork] med Pander i begge Grene (Fig. 43), naar Krydshovedet har Tapper, og med en Bolt igjennem dem (Fig. 44), dersom Krydshovedet har Pander (se 26). I sidste Tilfælde ere Grenene satte varmt paa Bolten, der ofte har Forlængelser udenfor dem for at kunne trække Pumperne. Den Ende af Stangen, der griber om Krumtapspinden, har selvfølgelig altid Pander.

Panderne kunne være *runde* (Fig. 43; nedre Ende) og ligge i tilsvarende Fordybninger i et Hovede paa Plejlstangen samt i et Smedejerns Dæksel, der fastholdes ved to Bolte med Stopskruer for Møttrikerne. Panderne have Kraver for at holdes paa Plads samt for at faa en større Slideflade; de hindres i at dreje rundt, ved at Boltene strejfe dem. Billigere men lidt mindre solidt er at anvende *flade Pander* (Fig. 43; øvre Ende), der ved to Bolte fastholdes mellem et Spændestykke og et T paa Enden af Plejlstangen. Disse Pander have Kraver for at faa en bredere Slideflade. Mellem flade men ikke mellem runde Pander lægges der Mellemstykker [liner], der ere hesteskoformede for lettere at faas ud. Ere Panderne slidte, affiles Mellemstykkerne mellem flade Pander eller Randene af runde Pander. Man kan dog ogsaa have et tykkere Mellemstykke, der afhøvles ved grove Forandringer, samt flere tynde Stykker, der efterhaanden tages ud (som i Excen-

triken Fig. 57), saa at man slipper fri for at file; dersom det udtagne Mellemstykke skulde være for tykt, lægges et tyndere ind istedetfor det. — I enkelte Tilfælde anvendes endnu en firkantet og en rund Pande, der ved en *Strop* [strap] fastholdes til en firkantet Ende af Plejlstangen (Fig. 45). Stroppen fastholdes ved en Hagekile [gib], der sammenholder dens Ender, og en rigtig Kile [cutter], der spænder den fast. Kilen kan fastholdes ved Møttrik og Kontramøttrik paa en skrueskaaren Forlængelse, og Møttriken kan hvile paa en Metalkapsel. — Panderne om Krumtapspinden, der har en omdrejende Bevægelse, ere sædvanlig forede med hvidt Metal; Panderne ved eller i Krydshovedet fores sjældnere, da det hvide Metal ikke saa godt modstaar det temmelig ensrettede Tryk i dem. Det hvide Metal bliver nu hyppigst indlagt som Lister (Fig. 43, forneden), men undertiden dækker det hele Pandens Inderflade; tidligere var det altid indlagt i firkantede Feldter. Panderne bære kun paa Midten; Randene skrabes bort for ikke at komme til at klemme sammen om Tappen og varme.

Naar Panderne i Krumtapsmekanismen spændes sammen, synker Stemplet nedad; for imidlertid atter at kunne løfte det, indskydes der nu i Regelen, saafremt der er runde Pander om Krumtapspinden, flade Pander ved eller i Krydshovedet (Fig. 43 og Fig. 39), saa at der kan indlægges Mellemstykker af tyndt Metalblik.

Smøringen besørges i Reglen ved Slikkekopper (se 26), der sidde paa Plejlstangens øvre Ende. Til Krumtapspinden føres Olien ned ved Rør fra to Slikkekopper. Undtagelsesvis fastgjøres almindelige Smørekopper til Plejlstangens øvre Ende.

Til Afkjøling af varme Pander i Krydshovedet anvendes Vand, der kan sprøjtes derop. Til Panderne om Krumtapspinden samt om Axlen føres Kjølevandet ind udefra Søen gjennem en Rørledning, der sædvanlig udgaar

fra Stævnrøret (herom senere) og afsætter et eller to Stikrør med Haner til hvert Sæt Pander.

28. Krumtapperne [crank] og **Hovedaxlen** [main shaft] eller *Krumtapsaxlen* [crank shaft] ere af Smedejern eller Staal. Sædvanlig ere *Krumtapsarmene* [crank web] og *Krumtapspinden* [crank pin] smedede i ét Stykke (Fig. 46, a og b) med Axlen; store Krumtapper ere dog «byggede» [built up], idet Sidestykkerne (Armene) ere satte varme paa Pinden og Axlen, til hvilken de tillige ere fæstede ved en Kile [key]. Hovedaxlen samles med den nærmeste Mellemaxel ved Hjælp af en *Kobling* [coupling] bestaaende af Flanger, der ere smedede i ét med Axlerne og boltede fast sammen. I mange Maskiner er Krumtapsaxlen delt i to aldeles ens Dele, der ere boltede sammen (vist punkteret i Fig. 46, b); det der da muligt, naar det agterste Stykke bliver ødelagt, at ombytte det med det forreste Stykke og gaa med Lavtrykscylindren alene; det er tillige lettere muligt at have en Reservekrumtapsaxel med. Intet af Slidestederne har Bryster, der støde mod Panderne, da Axlen holdes paa sin Plads ved Stoplejet (herom senere). I ældre Maskiner var der dog Spillerum mellem Hoved- og Mellemaxlen, og da var det nødvendigt at have Kraver [collar] ved med mindst ét af Hovedlejerne.

Nogle Krumtapper ere forsynede med *Kontravægte* [counterbalance], der fastholdes til Armene ved Bøjler (Fig. 47); men i Reglen findes der en fælles Kontravægt, der en støbt i ét med Snækkehjulet (se nedenfor og Fig. 46, b og c). Kontravægten modvirker i Forbindelse med Vægten af Pumpernes bevægelige Dele (Fig. 94) Vægten af Dampstemplerne med deres Stempelstænger og Krumtapsmekanismer, saa at det bliver muligt at faa Maskinen til at blive staaende i enhver Stilling.

Anm. Naar en Krumtap gaar den ene Vej, gaar dens Kontravægt den modsatte Vej, og derved ophæves en Del af de Tryk, som Massernes Bevægelse frembringer paalangs i Maskinen; men der vil

til Gjengjæld faas Tryk paatværs. Som Følge af Maskinernes Befæstelsesmaade vil dette Forhold være uheldigt for Hammermaskiner, men særdeles heldigt for liggende Maskiner.

29. For under Arbejder i en Maskine at kunne dreje («tørne» af engl. turn) den rundt anvendes en **Drejemekanisme** [turning gear] bestaaende af en *Snække* og et *Snækkehjul* (Fig. 46, b og c). Hjulet er kilet fast paa en Kobling paa Hovedaxlen, og Snækken er anbragt i Lejer. Snækken kan drejes rundt med Haandkraft, idet der sættes en Skralle paa en Firkant paa dens øvre Ende; de nyere Maskiner drejes imidlertid under sædvanlige Forhold rundt ved Dampkraft. Sædvanlig anbringes en Rem- eller Snorskive paa Donkeypumpens Axel og en anden paa en Forlagsaxel, der f. Ex. kan bære en lille Snække, som indgriber i et lille Snækkehjul paa den store Snækkes Ende (Fig. 46, c). Naar Donkeypumpens Rørledninger aflukkes, og Vandet tappes ud af den, kan den altsaa, efter at Remmen eller Tovet er lagt om, dreje den store Maskine. Visse Damp-Igangsætningsapparater (herom senere) kunne bruges istedetfor Donkeypumpen. Store Maskiner have en særlig Maskine [steam turning gear] til at bevæge den lille Snække direkte. — Naar Maskinen skal gaa, maa Snækken udløses; dette kan ske ved at slaa en Kile ovenover den (Fig. 46, c) ud og skrue Snækken op og derpaa sætte Kilen ind under den. Udløsningen kan ogsaa ske ved at indrette Lejerne, saaledes at Snækken kan drejes ud i en skraa Stilling og derved komme ud af Indgribning.

Mindre Maskiner have intet Snækkehjul men kun en Skive med Huller til Anbringelse af en Dorn eller en Haandspage.

30. **Hovedlejerne** [main bearing] ere anbragte i selve Maskinfundamentet; deres Antal er fire (Fig. 94) eller tre (Fig. 95); det første er nødvendigt, naar Krumtapsaxlen er delt, eller naar der sidder Excentriker midt paa den.

Panderne ere i Reglen runde (Fig. 48), men man træffer ogsaa den øvre eller begge firkantede. De fores med hvidt Metal og fastholdes ved et Dæksel [cap] og to Bolte, der kunne fastholdes ved et Bryst og en Møttrik, som sidder i et Hul i Fundamentet. Runde Pander hindres i at løbe rundt ved en Knast, der er stukket gjennem den underste eller griber ind i dennes Krave (se Fig. 48). I sidste Tilfælde kan den let fjernes, og Underpanden kan saa tages op ved at drejes om Axlen, efter at denne er lettet lidt. Runde Pander kunne forøvrigt her ligesom ved Plejlstænger strejfes af Boltene, men disse fæstes saa ved Tværkiler og fjernes, før Panderne tages op. Alle hidtil omtalte Pander ere af Bronze. Panderne i Hovedlejerne kunne forøvrigt godt laves af Støbejern, da Sliddet kun rammer det hvide Metal. Undertiden ere Panderne hule og gjennemstrømmede af Vand.

Paa Dækslet sidder der en Smørekop med tre Rum, et i Midten til Kjølevand og et ved hver Ende til Olie. Koppen kan som de tidligere omtalte være af Messingblik og have Dækslet fastholdt ved Hængsler; den kan imidlertid ogsaa være støbt i ét med Dækslet. I sidste Tilfælde er Laaget i Reglen løst og maa aftages under Maskinens Gang, for at det ikke skal springe af og foraarsage et Havari ved at komme ind i Maskinens arbejdende Dele.

31. Den **almindelige Kasseglider** er omtalt i 9 og 10, og den sammesteds antydede **dobbeltportede Glider** [double-ported slide valve] er vist i Fig. 49. Hver af dennes Dampkanaler er som tidligere omtalt delt i to Kanaler ved Gliderspejlet, saa at Gliderens Vandring bliver det Halve af, hvad den ellers vilde have været. Ved de ydre Kanalaabninger er denne Glider indrettet som den almindelige; ved de indre Aabninger maa der være Lapper, der aldeles svare til de ydre Lapper baade i Udseende og i Stilling i Forhold til Aabningen. Da disse indre Lapper skulle have den friske Damp spillende udenom sig, maa de

hver for sig omgives af en Slags Rør med en Spalte langs Lappen. Disse to Rør ere støbte i ét med Glideren og aabne i begge Ender, der udmunde i Gliderens Sider (Fig. 49, b). Spildedampen fra hver af de ydre Kanalaabninger gaar bort mellem det nærmeste Rør og Gliderens Ryg.

Glidere laves af Støbejern og *styres* mod Sidebevægelser ved at gaa mellem to langs Spejlets Rande værende Lister (Fig. 49, b). En Glider kan forhindres i at slaa fra Spejlet, ved at en høvlet Flade paa dens Ryg gaar mod en faststaaende høvlet Liste (Fig. 94, b), men den kan ogsaa holdes til af en Fjeder, der sædvanlig sidder fast paa Gliderkassedækslet (Fig. 23) og ikke som til Lands paa Gliderен selv.

Gliderstangen [slide-rod; valve-rod], der er af Smedejern eller Staal, gaar i Reglen gjennem et Rør, der er støbt i ét med Gliderен og af ovalt Tværsnit (Fig. 23), for at Gliderен, efterhaanden som den og Spejlet slides, kan synke frit ind mod dette. Under Gliderен er der sædvanlig et Bryst paa Stangen; det kan være smedet i et med denne (Fig. 23), men sædvanlig fremstilles det af en Skive, der hviler paa et koniskt Parti paa Stangen (Fig. 50). Over Gliderен er der sædvanlig Møttrik og Kontramøttrik med eller uden Underlagsskive [washer]. Forneden ender Gliderstangen i et Hovede (ved Stangkvadrant, Fig. 56), der ofte er kilet fast, eller i en Gaffel (ved Slidsekvadrant, Fig. 55), og den styres i Reglen i en Metalbøsning, der sidder i en Støbejerns Buk (Fig. 94, a og Fig. 95, b), da Pakdaasen ikke er Styr nok. Foroven styres Gliderstangen i en Metalbøsning, ovenover hvilken der for Tætheds Skyld er anbragt en lukket Kapsel (Fig. 23, a). Meget store Glideres Vægt modvirkes ved at befæste Gliderstangens øvre Ende i et Stempel [balance piston] i en Cylinder, hvis Bund er aaben mod Glider-

kassen, og hvis Top er forbunden med Kondensatoren ved Hjælp af et Rør med Hane.

Anm. Ved Hjælpemaskinerne er Gliderstangen hyppigt skruet ind i en firkantet Møttrik, der sidder mellem et Par Kjæber paa Glideren.

32. Under almindelige Forhold udkræve Gliderne en betydelig bevægende Kraft, da Dampen trykker dem haardt imod Spejlet. Dette kan imidlertid modvirkes ved at anvende **kompenserede Glidere** [equilibrated slide], det er Glidere med en *Pakning paa Bagsiden* [relief frame], hvorved der dannes et indelukket Rum, der sættes i Forbindelse med Kondensatoren (eller Receiveren), saa at Dampen ikke kommer til at trykke paa hele Gliderens Ryg. Kompenseringen kan f. Ex. tilvejebringes ved en Metalring, der spændes op mod en plan Flade paa Gliderkassedækslet ved Hjælp af en stjærneformet Fjeder (Fig. 50). Ringen kan holdes tæt ved at omgives med en Pakdaase. Tætheden kan ogsaa tilvejebringes ved en tynd, riflet Kobberplade, der er skruet fast baade paa Glideren og paa Ringen (Fig. 51), der forøvrigt i dette Tilfælde godt kan erstattes af en firkantet Ramme. Ved andre Kompenseringer spændes en Ring fra Gliderkassedækslet ind mod en plan Flade paa Gliderens Bagside. Det Rør, som forbinder det indelukkede Rum med Kondensatoren, forsynes med en Togangshane, hvis Hus ogsaa har en Aabning ud til Luften (Fig. 50), saa at man kan faa at se, hvorvidt Pakningen er tæt, eller hvorvidt Dampen blæser igjennem den.

Kompenseringer ere kun lidet anvendte i Koffardiskibe, da de kræve meget Tilsyn og dog ere vanskelige at holde tætte.

33. Ved Damptryk fra omtrent 100 Pund og opad anvendes for større Koffardiskibes Højtrykscylindre de næsten friktionsfrie **Stempelglidere** [piston valve]. En saadan Glider kan bestaa af et Støbejernslegeme, der er

rørformet (Fig. 52) og udvidet ved begge Ender, som omsluttes af Dampkanalerne. Dampen føres til Gliderkassens ene Ende og gaar gjennem Glideren til den anden Ende. Gliderens Ender forsynes med Pakningsringe ligesom Dampstempler og vandre i Foringer, der ere indsatte i Kanalerne (ikke vist paa Fig.). — Lavtrykscylindren faar som sædvanlig dobbeltportet Glider, eller ogsaa forsynes den for Ligheds Skyld med to Stempelglidere, hvis Stænger samles ved et fælles Krydshovede.

Dersom Dampen føres ind om Midten af en Stempelglider istedetfor ved dens Ender, medens samtidig Spildedampen føres ud her, saa vil Maskinen, som let ses, gaa den modsatte Vej, hvis Excentriken bliver staaende. Dette Forhold har man ofte benyttet til at *omskifte Gangen af Hjælpemaskiner*, idet man giver en saadan Maskine en *simpel Stempelglider* uden Pakningsringe samt uden Dækninger og Forspring, saa at Excentriken danner 90° med Krumtappen. Endvidere samles her Damp- og Spildedampledningerne ved en *Firegangshane* (Fig. 53), saa at man ved at indstille denne kan føre Dampen (D.) til Gliderens Yderside (Gl. Ys.) og samtidig føre Spildedampen (Spd.) bort fra dens Inderside (Gl. Is.) eller omvendt, naar Maskinen skal bakke (Hanen drejes $\frac{1}{4}$ Omdr.). Stilles Hanen i Midtstilling (drejes $\frac{1}{8}$ Omdr.), lukkes Rørene, og saa standser Maskinen. — Undertiden erstattes Hanen af en Glider.

34. *Gangskiftningsapparater* [reversing gear], eller som de i Reglen kaldes **Igangsætningsapparater** [starting gear], tjene til at omskifte Maskinens Gang. Ifølge 9 skulde Excentriken staa ca. 125° forud for Krumtappen (Fig. 54), og dersom Maskinen skulde gaa bak, maatte den altsaa staa de 125° til den modsatte Side (vist punkteret). Dette kunde opnaas ved at have en *løs Excentrik*, der var forsynet med en *Stopper* og kunde bevæges hen til enten den ene eller den anden af to Knaster paa Axlen,

som kunde trække den (Fig. 54). Dette er imidlertid vanskeligt at udføre ved større hurtigtgaaende Maskiner, og det anvendes derfor nu kun ved Hjælpemaskinerne, ved hvilke man, efter at man har lukket for Dampen, enten bevæger Skiven (ved en Donkeypumpe, der skal dreje Snækken og dermed Maskinen modsat Vej) eller Maskinaxlen (ved visse Damp-Igangsætningsapparater) med Haanden, indtil Excentriken har den rigtige Stilling. Naar Drejningen er endt, aabnes der atter for Dampen, og Maskinen gaar saa modsat Vej.

Man anvender nu helst *to Excentriker*, der blive fastkilede i de rigtige Stillinger, den ene for Fremadgang [head excentric], den anden for Tilbagegang [back excentric]. Den ene af disse to bringes lettest til at være uden Virkning paa Glideren ved Hjælp af en *Gliderkvadrant*. Af Gliderkvadranterne er Stephenson's den simpleste og den eneste, der bruges til Søs.

35. Ved **Gliderkvadranten** [link motion] tage de to Excentrikstænger hver fat i sin Ende af en Smedejerns- eller Staalbue, hvis Radius er lig Excentrikstangens Længde maalt fra Skivens Centrum. Ved den i Fig. 55 viste *Slidsekvadrant* [slot link] samles Excentrikstængernes Gafler med Lapper paa Buens Ender ved Hjælp af Bolte. Boltenes ene Ende har et Hovede og den anden en Skive med en Stift igjennem. I Kvadranten er der en Slidse [slot], hvori der er anbragt en Metalklods, Kvadrantklodsen [link block], der omsluttes af en Gaffel paa Gliderstangen og samles med denne ved en Bolt. Fra Gliderkvadrantens ene Ende eller fra dens Midtpunkt gaar der en Trækstang [drag link], der sædvanlig bestaar af en Skinne paa hver Side af Kvadranten, hen til en Arm paa «Kvadrantaxlen» [weigh shaft]. Denne Axel hviler i Lejer (uden Pander) paa Maskinstativerne, og den bevæges ved smaa Maskiner ved en Stang, der kan fastspændes under Maskinens Gang f. Ex. mod en Bue ved Hjælp af en med

en Slags Fløjmøttrik forsynet Klemskrue, der gaar gjennem en Slidse i Buen og et Hul i Stangen. Betragtes Fig. 55, ses at Excentriken *b* ikke udretter andet end at faa Gliderkvadranten til at svinge, uden at det virker paa Glideren. Denne vil altsaa bevæges af Excentriken *a*, som om *a* var ganske alene. Skal Gangen skiftes, bevæges Gliderkvadranten over til den modsatte Side; *a* bliver derved uden Virkning paa Glideren, som nu kun bevæges af *b*; Maskinen gaar altsaa modsat Vej rundt. Stilles Gliderkvadranten mere og mere bort fra sin ene Yderstilling [bort fra «full gear»], vil Gliderens Vandring blive kortere og kortere; Maskinen vil vedblive at gaa samme Vej rundt, men Fyldningen vil formindskes (Expansionen forøges), og følgelig vil Maskinen udvikle mindre Arbejde i Alt (men mere i Forhold til den forbrugte Damp- og Kulmængde), og Skibet vil gaa langsommere. Samtidig vil der aabnes en mindre Højde af Kanalen og faas en noget snigende Afskjæring af Dampen, hvilket bevirker et Fald af Damptrykket under Indstrømningen. Endvidere vil Kompressionen forøges, og Forspringene ville blive formindskede, saa at Maskinens Gang tilsidst kan blive meget ujævn; denne Formindskelse er den væsentligste Fejl ved Stephenson's Gliderkvadrant. Stilles Gliderkvadranten helt hen i sin Midtstilling, vil Glideren omtrent staa stille, og Maskinen vil standse. Naar man skal være klar til at manøvrere, stiller man Kvadranten i Midtstilling, dels fordi det er en Stoppestilling, dels fordi der lige hurtigt kan gaas frem eller tilbage. Den Stilling af Gliderkvadranten, der svarer til Fremadgang, maa være Maskinmestren bekjendt; sædvanlig er Kvadranten saa skudt bort fra ham. Kvadrantaxlen er fælles for de til samme Maskine hørende Gliderkvadranter, der altsaa kunne bevæges samtidig af én Mand.

Ved større Maskiner tager Maskinmestren ikke fat paa en Stang men paa et *Rat* [wheel], der sædvanlig er

forsynet med Knager. Det kan fastspændes (f. Ex. ved en Bakke, der presses ind mod dets Axel ved en Skrue). Rattets Axel kan bære en Snække (Fig. 94, a og b), der indgriber i et Snækkehjul paa Kvadrantaxlen, eller en Skrue (Fig. 95, a og b), hvis Møttrik bevæger en Arm paa Kvadrantaxlen f. Ex. ved Hjælp af et Led. Denne Møttrik maa forhindres i at dreje sig, f. Ex. ved at den omslutter en Stang, der er parallel med Skruen. Rattets Axel er enten lodret eller vandret.

Alle ovenfor beskrevne Dele smøres enten direkte eller gjennem Smørehuller, og intet er indrettet til Efterspænding. For Varigheds Skyld ere alle Øjer udforede med Staalbøsninger, og de deri slidende Bolte ere «indsatte». Er Kvadrantklodsen slidt, loddes der paa den; kun undtagelsesvis er den skoet, saa at der kan lægges imellem.

For at undgaa Slør har man nu næsten forladt Slidsekvadranten og indført *Stangkvadranten* [bar link], ved hvilken Alt kan indrettes til at spændes efter. En hyppigt forekommende Form af den er vist i Fig. 56; den bestaar af to parallele Stænger, hvis Ender ere samlede ved Stag. Stængerne omsluttes foroven og forneden af lange Kjæber paa Kvadrantklodsen, hvis Midte er rund og omsluttet af Hovedet paa Gliderstangen. Dette Hovede ligner Enden af en Plejlstang med runde Pander, men der er lagt Mellemstykker ind mellem dets to Dele. Kvadrantklodsen kan være skoet som vist i Figuren eller vandret overskaaret paa Midten. Excentrikstængerne gribe om fremspringende Tapper og ere forsynede med Pander ligesom Plejlstænger.

36. Selve **Excentriken** [eccentric] er en rund *Skive* [sheave] af Støbejern, der er fæstet paa Axlen ved en Kile (Fig. 55) eller ved en Noth og en Stopskrue (Fig. 57). I Reglen maa Skiven skæres over for at kunne faas om Axlen, og Snittet er nu altid vinkelret paa Excentriciteten.

Skivens to Stykker samles ved Skruer (Fig. 55) eller ved Bolte (Fig. 57), som spændes til ved Møttriker eller, naar Pladsen ikke tillader det, ved Tværkiler. Om Skiven er der anbragt en *Bøjle* [hoop; strap], der er af Metal eller af Smedejern eller Staal og foret med Metal. Den forhindres ved Kraver i at glide af Skiven, og den er delt i to Stykker, der samles ved Bolte gjennem Lapper med hesteskoformede Mellemstykker (Fig. 57). For at der kan lægges imellem, naar Glideren synker, fordi Skiven og Bøjlen slides, ender *Excentrikstangen* [eccentric rod] i et T-formet Stykke, der boltes til en Flade paa Bøjlen. At lave Stangen i ét med Bøjlen eller at kile den fast er nu næsten helt forladt. Stangen er af Smedejern eller Staal og flad (Fig. 55) eller rund (Fig. 57); dens øvre Ende er som omtalt i 35 gaffelformet. Da der er to Stænger men kun én Gliderkvadrant, gjøres i Reglen Gaflerne skjæve hver til sin Side; undtagelsesvis gjøres de lige, men saa forkrybbes Bakexcentrikens Stang. — Skiven smøres ved Hjælp af en Kop, som sidder paa Bøjlen eller Stangen.

37. For at faa hurtige Manøvrer og for at én Mand kan manøvrere en større Maskine anvendes nu mere og mere **Damp-Igangsætningsapparater** [steam starting gear; reversing machine], hvis Maskiner enten kun kunne udøve Tryk og Træk eller virkelig kunne dreje rundt.

Efter det første Princip forplantes Dampens Tryk paa Stemplet til en Arm paa Kvadrantaxlen (Fig. 58), og Haandigangsætningen bibeholdes, dels som Reserve dels for at kunne bremse med Haanden; af Hensyn til det sidste har Rattet ingen Knager. I det i Fig. 58 viste Apparat har Rattets Axel en Skrue, der gaar i Gevind indeni Stempelstangen i Apparatets Cylinder. Glideren bevæges med Haanden ved Hjælp af passende Stænger*,

* Disse og flere senere omtalte Stænger, der kunne bevæges fra Manøvrepladsen, ende her i Vægtstænger, der gaa langs Buer til hvilke de kunne fastspændes, f. Ex. ved Klemskruer som i

og for at undgaa Havari er der sædvanlig et Apparat, der kan slaa Glideren tilbage, dersom Stemplet skulde vandre for langt. Det kan f. Ex. være ved en toarmet Vægtstang, der er forbunden med Gliderstangen og med en anden Stang, som bærer to Knaster; thi støder Krydshovedet mod én af disse, gaar Glideren tilbage. (Fig. 58).

Et efter samme Princip virkende Apparat er Brown's (Fig. 59) ved hvilket Bræmsningen besørges af et Stempel, der vandrer i en med Vand fyldt Cylinder og kun kan presse Vandet langsomt gjennem Reguleringshaner og en Glider fra Cylindrens ene Ende og ind i den anden. Skulle de to Stempler opad, bevæges den hængende Vægtstang *ab* opad ved passende Stænger, her en Vinkelvægtstang; den har da *b* til Hvilepunkt og løfter Gliderne. Stemplerne vandre nu opad, men samtidig bevæger Vægtstangen *ab* sig nedad, idet den nu har *a* til Hvilepunkt; den bevæger herved Gliderne nedad og sagtner altsaa Stemplernes Fart for tilsidst helt at stoppe dem. Dette Apparat anvendes meget paa store nye Maskiner og arbejder sikkert. Almindelig Haandigangsætning er udeladt, men ved en lille Trykpumpe kan Vandet pumpes fra den hydrauliske Bræmses ene Ende til den anden og altsaa bevæge Gliderkvadranterne. — Nogle Fabriker anvende et lignende Damp-Igangsætningsapparat uden Bræmsen.

Fig. 60 viser et Damp-Igangsætningsapparat, hvorved en Snække drejes rundt af en lille Dampmaskine. Snækkehjulet er helt, og Bevægelsen forplantes fra en Pind paa det ved Hjælp af en Plejlstang. Naar den derved dannede Krumtapsmekanisme er paa Dødpunkt, er Gliderkvadranten i sin Yderstilling, og faar man ikke stoppet den lille Maskine i rette Tid, drejer Snækkehjulet videre og trækker Kvadranten tilbage igjen, men der sker intet Brud.

Fig. 55. Buerne forsynes hyppigt med passende, Manøvreringen vedkommende, Indskrifter.

Den lille Maskine kan være en enkelt Maskine eller en Tvillingmaskine med én eller to Krumtapper, og dens Gaug kan omskiftes ved Firegangshane (Slutn. af 33), ved Gliderkvadrant eller ved løs Excentrik (34). Skal Rattet standses, aflukkes Dampen fra den lille Maskine, og Rattet bræmses, f. Ex. ved at der trædes paa den ene Ende af en toarmet Vægtstang, hvis anden Ende bærer en Træklods, der trykkes mod Rattet. — Forsynes Axlen med en Remskive, kan denne benyttes til at dreje Snækken (se 29).

38. Foruden Firegangshanen, den løse Excentrik og Gliderkvadranten fortjene ogsaa **Igangsætningsapparater med én fast Excentrik** at omtales.

Ved *Valshaert*'s Apparat (Fig. 61) indskydes der en toarmet Vægtstang *abc* i Forbindelsen mellem Excentriken og Glideren, der anbringes paa Maskinens ene Side istedetfor i dens Midterplan. Vægtstangen gjør Gliderens Bevægelse modsat af Excentrikens, denne maa derfor stilles modsat af sædvanlig; det er drejes 180° og staa ca. 180°—125° = 55° bagud for Krumtappen. Skal Gangen skiftes, skydes Glidertrækstangen over fra *a* til *c*, hvorved Glideren faar modsat Bevægelse.

Ved *Hackworth*'s Apparat (Fig. 62) er Indstillingsvinklen for Excentriken 0°, og Excentristangens Midte styres af en skraa Koulise *ab*, hvorved dens ydre Ende kommer til at gaa op og ned og til ved Hjælp af en Trækstang at bevæge Glideren. Skal Gangen skiftes, drejes Koulisen ved Hjælp af Vægtstangen *V* om en Bolt paa Midten af dens Bagside hen til den punkterede Stilling, og Gliderens Bevægelse bliver saa modsat. *Marshall*'s, *Klug*'s og *Bremme*'s Apparater (Fig. 63 viser Marshall's) ere Ændringer af Hackworths, idet blot Exentrikstangens Midte ved dem bevæges i en Cirkelbue *ab*, hvilket opnaas ved at befæste den til et Led *mn*, der bevæger sig om *m*. *m* er Endepunktet af en Arm *mo*, der staar ud fra en

Axel *o*, som kan drejes ved Vægtstangen *V*. Drejes Axlen *o*, indtil *mo* og *mn* antage de ved Punkt og Streg viste Stillinger, bringes Gliderens Bevægelse til at være modsat, saa at Gangen skiftes. — Stilles Vægtstangen ved alle disse Apparater lidt indad fra sin Yderstilling, afskjæres Dampen tidligere og temmelig hurtigt, saa at Expansionen forøges uden snigende Afskjæring.

39. Staar en Receivermaskines Højtrykskrumtap paa Dødpunkt, kan Maskinen ikke sættes i Gang, uden at der føres Damp direkte til Lavtrykscylindren. Dette kan udføres ved at føre Damp til Receiveren med en Hane, det er imidlertid bekvemmere og mere anvendt at forsyne Lavtrykscylindren med en **Hjælpeglider** [auxillary valve]. Denne bevæges ved Hjælp af Stænger fra Manøvrepladsen, og den bestaar i Reglen kun af en lille Plade, der i sin Midtstilling dækker for to Aabninger i et Spejl, hvorfra der føres Kanaler eller Rør til Cylindrens Ender eller Dampkanaler. Har Højtrykscylindren ikke over halv Fyldning, maa ogsaa den have en Hjælpeglider. Hjælpegliderkassen staar ved et Stikrør i Forbindelse med Hoveddamprøret.

40. **Expansion,** der er tilvejebragt ved Gliderens Dækninger (se 9), kaldes *fast Expansion*, og den dertil svarende Fyldning maa for at sikre god Manøvrering være større end $\frac{1}{2}$ (henad $\frac{2}{3}$ er passende). I en Cylinder, der har Hjælpeglider, kan Fyldningen dog for Manøvreringens Skyld gjøres lig $\frac{1}{2}$ eller lidt mindre, men det er alligevel ikke heldigt at gjøre Dækningerne saa store, da der saa tillige faas en stor Kompression og en snigende Gang af Glideren, naar den lukker Kanalen, saa at Dampen lider et stort Tryktab under Slutningen af Fyldningen [wire drawing the steam]. Ønskes der en lille Fyldning, maa derfor Afskjæringen af Dampen besørges uafhængigt af «Hovedglideren» (Fordelingsglideren) ved et *Expansionsapparat* [expansion gear]; Fyldningen kan saa gjøres

meget lille (ned til 0,2) i roligt Vejr. Skal der manøvreres, maa Expansionsapparatet gjøres uvirksomt eller, som det kaldes, sættes fra [throw out of gear]; dog kan man, naar det skal være, klare sig uden at sætte det fra, dersom der er Hjælpeglidere paa begge Cylindre. Det er kun Højtrykscylindren, der faar Expansionsapparat, og det endda kun i gode Maskiner.

At *Expansionen* kan *varieres* (forandres) *ved Igangsætningsapparatet* er tidligere omtalt, men det udføres imidlertid bedre *ved Expansionsapparatet*, der altid er indrettet dertil og besørger det udført, uden at Kompressionen eller Forspringene samtidig forandres.

Et Skibs Fart kan formindskes ved at lukke noget for Dampspjældet (herom senere) eller ved at formindske Fyldningen i Højtrykscylindren ved Igangsætningsapparatet eller ved Expansionsapparatet. Det sidste er det bedste, naar det drejer sig om længere Tids Gang, da Dampens Tryk saa ikke spildes til at overvinde unyttige Modstande, og den derfor vil afgive mere Arbejde, saa at Dampforbruget og dermed Kulforbruget formindskes mest muligt.

Formindskes Fyldningen i Højtrykscylindren, bør Fyldningen i Lavtrykscylindren ogsaa formindskes i et passende Forhold for at give jævn Gang af Maskinen (se 7). Tidligere gjordes der intet, nu trænger det imidlertid godt ind at forstille Lavtrykscylindrens Gliderkvadrant ved at forbinde dens Trækstang (*t* i Fig. 64) med en Klods, som er anbragt i en skraa Slidse i dens Arm paa Kvadrantaxlen (*a* i Fig. 64), og som kan stilles ved to Skruer.

41. Det nu mest anvendte Expansionsapparat er en **Expansionsglider** [expansion valve], der vandrer **bag paa Hovedglideren** [main valve]. Dennes Form maa saa være noget anderledes end ellers (vist punkteret Fig. 65), idet den maa gjøres plan bagtil og forsynes med Forlængelser, hvori der findes Kanaler, som kunne aflukkes af Expan-

sionsglideren, der i Fig. 65 er tegnet i den Stilling, hvori den skjærer af.

Expansionen kan varieres; (1) ved at dele Expansionsglideren i to Klodser (Meyer's Glider), der kunne nærmes eller fjærnes, (2) ved at forandre paa Expansionsgliderens Slag, (3) ved at dreje paa Expansionsgliderens Excentrik. Det sidste, der f. Ex. kunde ske ved en Snække paa Skivens Side og et Stykke Snækkehjul paa Axlen, er nu forladt, da det kræver, at Maskinen skal standses, hver Gang Expansionen skal forandres. Ved de to første Maader er Expansionsexcentriken eller en excentrisk Tap, der erstatter den (Fig. 68), stillet under en Vinkel paa ca. 180° med Krumtappen, for ogsaa at passe, naar der bakkes. Efter den første Methode sættes Expansionsapparatet fra ved at skrue Klodserne helt sammen og efter den anden ved at give Expansionsglideren det mindst mulige Slag; thi i begge Tilfælde ville Hovedgliderens Kanaler aldrig blive aflukkede.

Meyer's Glider vises i Fig. 66, der tillige viser, hvorledes man udsparer i Hovedglideren for at formindske dennes Vægt. I hver Klods af Expansionsglideren, der er af Støbejern, er der indlagt en Metalmøttrik, der omslutter Gliderstangen, som er skaaret med højre Snit for den ene Klods og med venstre Snit for den anden. Klodserne kunne altsaa nærmes eller fjærnes, naar man drejer Gliderstangen f. Ex. ved en Dorn, der stikkes ind i et Hul i en paa Stangen fastkilet Skive. Gliderstangen maa forbindes drejeligt med Excentrikstangen, f. Ex. ved at den med et Bryst støder mod et Krydshovede, paa hvis anden Side der sidder Møttrik og Kontramøttrik. Fyldningen angives af en Viser, der peger paa en Skala og er befæstet paa en Møttrik, som ikke kan dreje sig, naar Gliderstangen drejes, men kun vandre frem eller tilbage langs en Skrue. Denne kan f. Ex. være en Forlængelse af Gliderstangen (Fig. 66, c), og Møttriken kan saa styres ved

en Lap, der gaar gjennem en Slidse i Skalaen, der er fastskruet til det ovenfor omtalte Krydshovede. — Blandt andre Drejemekanismer skal kun omtales den, der er vist i Fig. 67, og som tillader, at man staar paa Manøvrepladsen og indstiller Apparatet eller sætter det fra ved at dreje et Haandhjul. Dettes Axel, der paa en skrueskaaren Del bærer Møttriken med Viseren, kan ved koniske Hjul* dreje en Snække og dermed atter et Snækkehjul, der er indskudt i en Buk (ikke vist) og omslutter en firkantet Del af Gliderstangen.

Er Expansionsglideren en *enkelt Klods* (Bréval's Glider), befæstes dens Gliderstang i et Rør, der er støbt i ét med den, og Forandringen af dens Slaglængde tilvejevejebringes ved en *Expansionskvadrant* [expansion link], som paavirkes af Stangen fra Excentriken eller den excentriske Tap og forplanter Bevægelsen videre ved en Trækstang (Fig. 68). Expansionskvadranten er en Slags Vægtstang, som drejer sig om en Tap, der sidder paa en Buk, og den er forsynet med en Slidse, hvori en Klods kan bevæges. Dette kan f. Ex. ske ved en Skrue, der er fastgjort lidt bevægeligt ved den ene Ende og gaar gjennem et skrueskaret Hul, som gaar tværs gjennem Bolten i Kvadrantklodsen; Skruen kan fastholdes med en Klemskrue. For at undgaa Forstilling af Glideren er Slidsen i Kvadranten en Bue, hvis Radius er lig Trækstangens Længde, og kun naar denne Stang er meget lang i Forhold til Slidsen, kan Slidsen være retliniet. Bevæges Klodsen udad i Buen forøges dens Slag og dermed Expansionen; Fyldningen kan angives ved et Mærke paa Klodsen (eller

* Tandhjul = cog wheel el. tooth wheel. Konisk Hjul = bevel wheel. Drev = pinion. Udvexling ved cylindriske Tandhjul = gearing og ved koniske Tandhjul = bevel gearing. Tandstang = rack. Snække = worm. Snækkehjul = worm wheel. Rem = belt. Remtræk = belt gearing. Remskive = pulley. Ringen i Hjul el. Skiver = rim, Armen = arm og Navnet = boss.

ved dennes ene Kant) og en Skala langs Slidsen. — Ved andre Expansionskvadranter tager Excentrikstangen fat paa Klodsen, medens Gliderens Trækstang udgaar fra selve Kvadranten. Slidsen er da krummet den modsatte Vej, og Klodsen maa bevæges indad for at forøge Gliderens Slag.

Skal *Hovedglideren kompenseres*, fastboltes der bag paa den en Kasse, der er aaben i begge Ender. Expansionsglideren kan saa vandre indeni Kassen, og Kompenseringen kan anbringes bag paa Kassen.

42. Expansionsglideren kan ogsaa vandre **i en særlig Gliderkasse**, der sidder paa Hovedgliderkassens Bagside eller paa dennes ene Side, der tjener som Spejl. Hovedgliderkassen bliver saa en Del af det skadelige Rum, og derfor anvendes denne Anordning nu kun meget lidt eller slet ikke, men for faa Aar siden brugtes den en hel Del. Expansionsglideren er for at faa kort Slag en *Risteglider* [gridiron valve], det er en Plade med mange rektangulære Spalter; disse staa ligefor tilsvarende Aabninger i Spejlet, naar Glideren er i sin Midtstilling, saaledes som Fig. 69 viser. Glideren styrkes ved Ribber og ved et Rør, hvori Gliderstangen befæstes. Expansionen kan forandres ved at forandre Ristegliderens Slaglængde eller ved at dreje dens Excentrik, det første har været mest brugt. Det udføres ved en Expansionskvadrant eller ved en Gliderkvadrant med en excentrisk og en koncentrisk Skive (Fig. 69), hvorved Slaget kan forandres fra Nul til det dobbelte af Excentrikens Excentricitet. Forøges en Ristegliders Slag, bevæger den sig med større Hastighed, og den skjærer derfor tidligere af. Skal en Risteglider sættes fra, gjøres dens Slag mindst muligt, helst lig Nul, og Kanalerne staa da aabne; lettere men mindre anvendt er at aabne en i det Øjemed anbragt Hane eller Ventil, der kan slippe Dampen over fra Ristegliderkassen til Hovedgliderkassen. — Er Ristegliderен anbragt i en Kasse paa

Siden af Hovedgliderkassen, bliver denne lettere tilgjængelig, men saa maa Expansionskvadranten anbringes skjævt i Maskinen; den kan vedblivende være en enarmet Vægtstang, eller ogsaa kan den tildannes som en Vinkelvægtstang. Gliderkvadrant anvendes aldrig ved denne Anordning af Ristegliderkassen.

43. Dampspjældet [throttle valve] anbringes i Damprøret lige ved Gliderkassen og tjener til hurtigt at regulere eller afbryde Damptilførslen. Det er et Drejespæld (Fig. 70), der sidder i et Spjældhus, som enten er helt af Metal eller foret dermed. I den lukkede Stilling kan Spældet staa vinkelret paa Damprøret eller skjævt; det sidste (se Fig.) er dyrest men bedst, da saa Spjældet er bedre at faa tæt og ikke kan klemme sig fast. Spjældet sidder paa en Axel, der gaar midt igjennem det; Axlens ene Ende gaar ud gjennem en Pakdaase og bærer en Arm, der kan bevæges fra Manøvrepladsen ved Hjælp af Stænger, naar den ikke direkte kan naas. Et Drejespjæld er let at manøvrere, da Damptrykkene paa de to Halvdele holde hinanden i Ligevægt, men det er ikke let at holde tæt, og derfor erstattes det undertiden af en Dobbeltsædeventil.

44. Rørledningerne i Skibsmaskiner ere i Reglen af Kobber, da dette Materiale er sejgt og modstaar Fortæring godt. Til Lastledningerne anvendes dog ofte for Billighedens Skyld trukne Blyrør. *Kobberrør* laves af Kobberplader, der bukkes og loddes sammen med Slaglod; mindre Rørs Loddefuge er lige, større Rørs er tandet. Rørlængderne samles (Fig. 71), naar de aldrig senere skulle skilles, ved at lodde det ene Rør fast i en *Muffe* i det andet; ellers samles de ved *Flanger* af Metal, der ere loddede eller nittede fast paa Rørene. Ere Rørledninger, der ere udsatte for Temperaturforandringer eller Rystelser, ikke krumme nok til at give efter — ofte krummes de blot for at kunne fjedre sig —, forsynes de med en *Expan-*

sionssamling [expansion joint]. Denne kan bestaa af en Pakdaase (Fig. 71), der er befæstet paa en Ventilflange eller et Rør, og hvori det næste Rør er stukket ind.

Damprørene beklædes med Filt (Fæhaar) eller Kork, der omgives af Sejldug, som syes sammen og males; undtagelsesvis anvendes istedet derfor Trælister, som samles ved Metalbaand. I *Hoveddamprøret* [main steam pipe] anbringes der et Dampspjæld lige ved Gliderkassen samt en *Hovedstopventil* [main stop valve]. Denne kan i nyere Maskiner bevæges fra Manøvrepladsen ved Hjælp af passende Axler og Hjul. I vore Skibe skal den tillige kunne lukkes fra Dækket.

Vandledningerne lægges i Reglen under Dørken [flooring] for ikke at hindre Færdslen. Skulle de sende Vand udenbords, forbindes de i Reglen med Søen tæt over Vandgangen, saa at man ikke behøver at pumpe Vandet for højt op og dog kan komme til at stoppe Aabningen udefra i Havaritilfælde. Skulle de tage Vand ind, forbindes de med Søen saa langt nede, at Aabningen ikke kan komme over Vandet i Søgang. Søforbindelserne lukkes ved Haner eller Ventiler, og de anbringes paa let tilgjængelige Steder. Ved Forgreningerne forsynes Vandledningerne med Haner eller Ventiler, og Ventilerne samles nu for Oversigtens Skyld helst i *Ventilanordninger* [communication box; directing box], ɔ: i et fælles over Dørken anbragt Hus (Fig. 72). For hver Ventil er der paa Haandhjulet eller Huset en Indskrift, der angiver, hvorfra Vandet kommer, eller hvorhen det gaar. Sugerørene fra Lasterne have ofte Ventiler med løs Spindel (Kontraventiler) for at forhindre Tilbageløb af Vand. Tidligere endte Lastrørene altid i en *Bruser* nede i Bunden af Lasterne, nu forsynes de hellere med en *Mudderkasse* [mud box], der indskydes over Dørken mellem Lasternes og Pumpernes Ventilanordninger. Urenlighederne standses af en Rist (Fig. 73) i Kassen, hvorfra de let fjernes, idet dens Dæksel pakkes med

Kautschuk og gjøres let at aabne f. Ex. ved kun at være fastholdt ved en Skrue, der gaar gjennem en ved to Tapper fastholdt, drejelig Bøjle.

Alle dybtliggende Steder af Rørledninger, Ventilkamre, Pumper og Kondensatorer forsynes med *Aftapningshaner* (Fig. 80) eller *Vandskruer* (Fig. 91), hvorigjennem Vandet kan tappes ud. Dette maa blandt andet altid ske i Frostvejr, naar Vandet ikke er i Strømning i Røret m. m., da dette ellers kunde sprænges ved Vandets Frysning (Ph. 46).

45. Søforbindelserne kunne iværksættes gjennem *Søhaner* eller Marinehaner [sea-cock], der simpelthen ere Vinkelhaner (se 11 og Fig. 15) og anvendes, naar Rørene ikke ere store, da der i saa Fald anbringes almindelige *Afspærringsventiler* (se 12 og Fig. 17), hvis Huse for Seighedens Skyld ofte laves af Metal. Hanerne og Ventilerne boltes til Skibssiden, der styrkes ved en paanittet Plade eller Ring. For Tætheds Skyld klines der ofte til rundt om Flangen og Boltene med Porlandcement. Udvendig fastskrues undertiden en Zinkring; denne vil beskytte Skibssiden mod galvaniske Virkninger, og den er let at forny, naar den er fortæret. Udvendig forsynes alle de Aabninger, hvorigjennem Vand suges ind, med en svagt hvælvet Bruse (Fig. 75).

Foruden de ovennævnte Lukkeapparater anvendes ogsaa *Kingstonsventiler* [Kingston valve], der aabnes indefra og udad, saa at de ville virke som Kontraventiler, hvis deres Spindler brydes itu. Indenfor en Kingstonsventil anbringes for Tætheds Skyld samt for at have dobbelt Lukke en Søhane, der er en almindelig Ligeløbshane med lukket Bund (se 11 og Fig. 14) og ofte med Sikkerhedsflange. En Kingstons Hus (Fig. 74) er af Metal og konisk foruden og cylindrisk forinden og her forsynet med én eller to Tude. Ventilens Sæde er forinden i den koniske Del af Huset, og den manøvreres ved en Spindel, der kan have et Haandtag og fastholdes enten i den aabne eller i

den lukkede Stilling ved en Kile, der stikkes gjennem Huller i to Opstandere og i Spindelen. Af og til er Spindelen skrueskaaren (Fig. 75). Ventilen kan styres enten ved en Forlængelse af Spindelen, der gaar ned i en Tud, som sidder fast paa en Rist (Fig. 74), eller ved tre Vinger i Huset (Fig. 75). Risten skal dels holde Urenligheder borte og dels forhindre, at Ventilen tabes. Da Kingstonsventiler ere kostbare og vanskelige at holde tætte, anbringes de nu kun yderst sjældent i Koffardiskibe.

I Spildevandsrørene fra Kondensatoren og i andre Afløb for Vand fra Pumper sker Søforbindelsen ved en *Spildevandsventil* [discharge valve], der sædvanlig er en almindelig Kegleventil (Fig. 76), som aabnes udad og manøvreres ved Spindel og Kile ligesom en Kingstonsventil. Det til den lukkede Stilling svarende Hul er ofte udeladt, da Ventilen saa vil være Sikkerhedsventil for Pumperne og dog ved at virke som Kontraventil stoppe for Vandet udefra. Skal Spildevandsventilen være selvvirkende (ved Overfladekondensatoren; se Fig. 80), kan man nøjes hermed, men bedre er det, for at den ikke skal løfte sig i Søgang, at forsyne den med en Belastning f. Ex. ved en svag Fjeder anbragt som i Fig. 19. Spildevandsrørene forbindes ofte med Spildevandsventilerne ved Expansionssamlinger. — Nogle Spildevandsventiler ere Klapventiler (Fig. 77), der kunne manøvreres ved at deres Axel bærer en Arm, der gaar langs en Bue med Klemskrue.

I Jernskibe behøver der kun at hugges et Hul i Skibssiden, men i *Træskibe* maa Hullet efter Boringen først kalfatres og saa udfores med Filt, der er indsmurt med Tjære eller Rødkit, der spændes fast ved et koniskt Metalrør, som presses ind udefra. Sker Forbindelsen ved en Hane, kan dennes Hus fastskrues paa dette Rør. Ved en Kingstonsventil er det dog kun Rørets ydre Del, der er konisk (Fig. 75), og i den er Ventilen anbragt. Husets indre Del er skruet udenpaa den ydre og ved Hjælp af

en Flange og Holdskruer fæstet til Skibssiden. Ved Træskibe have Kingstonsventiler den særlige Fordel, at de lukke af, førend Vandet er kommet ind i Skibet.

For at kunne blæses igjennem, naar de ere forstoppede, samt for at kunne tøes op i Frostvejr, forsynes alle Ventiler og Haner, gjennem hvilke der suges Vand ind i Skibet, med et *lille Damprør med Hane.*

46. Maskinens Spildedamp føres i Reglen ned i en **Kondensator** for ved sin Fortætning at skabe et Vakuum («tomt Rum») og derved skaffe Stemplet et lille Modtryk (Ph. 62). Fortætningen kan ske ved *Indsprøjtning* af Vand eller ved en af Vand afkølet stor *Overflade* (0,5—0,7 af Kjedlernes Hedeflade). Den første Methode er simplest og billigst at anvende, men ved den sidste faas der tillige færsk Fødevand (Ph. 62), og det maa der nødvendigvis bruges ved de høje Damptryk, som vi anvende (se Slutningen af 60 i Ph.). Indsprøjtningskondensatoren er derfor nu fortrængt af Overfladekondensatoren i alle Skibe, der sejle paa de salte Verdenshave*. Overfladekondensatoren kan forøvrigt ogsaa give et bedre Vakuum, da den i Svalevandet opløste Luft ikke kommer ind i den saaledes som i hin. Fortætningen bør aldrig drives for vidt, da saa Pumperne forbruge for meget Arbejde, og Fødevandet bliver for koldt; ca. 25 in. Vakuum er passende for Koffardiskibe.

47. **Indsprøjtningskondensatoren** [injection condenser; jet cond.] vises skematisk i Fig. 78. Den er en lukket

---

* Ved lave Damptryk, hvor begge kunne bruges, og hvor man kan klare sig ved Skumning (Ph. 60), har Overfladekondensatoren kun det Fortrin, at man kan slippe for det ved Skumning foraarsagede Varmetab (10—15 %). Det var imidlertid ikke nok til at man kunde finde sig i dens Ulemper (Indviklethed, Kostbarhed, stor Vægt og Rum samt hurtigere Fortæring af Kjedlerne, som man dengang endnu ikke havde lært at modvirke): først de høje Tryk gjorde den almindelig, idet de gjorde den absolut nødvendig.

Kasse, hvori Spildedampen træder ind foroven gjennem *Spildedampsrøret* [exhaust steam pipe] og mødes af *Indsprøjtningsvandet* [injection water], der suges ind fra Søen gjennem *Indsprøjtningsrøret*, der ender i en Bruse, for at Vandet kan blandes bedre med Dampen. Vandet reguleres ved *Indsprøjtningshanen* [injection cock] efter Angivelsen af et med Kondensatoren forbundet *Vakuummeter* (Ph. 26), og der lukkes for Hanen, naar Maskinen standses, for at Kondensatoren ikke skal løbe fuld. Af og til maa man føle paa Kondensatoren for at vide om dens Temperatur er passende; thi er den lav og Vakuum ikke alt for godt, er Kondensatoren utæt, da et mindre godt Vakuum saa kun kan hidrøre fra indsuget Luft (Ph. 56). Indsprøjtningsvandet og den fortættede Damp falde tilbunds og fjærnes tilligemed Luften ved Hjælp af *Luftpumpen*. Luften er udskilt af Indsprøjtningsvandet eller kommen ind gjennem Utætheder eller med selve Dampen, som kan have faaet den fra Fødevandet eller gjennem Utætheder i Lavtrykscylindrens Pakdaase. Luftpumpen afgiver sit Indhold til *Varmvandskassen* [hot-well], eller som den ogsaa kaldes Spildevandskassen, Cisternen eller Varmvandsbrønden. En ringe Del af dette Vand tages af Fødepumpen, hele Resten og al Luften gaar fra Varmvandskassen gjennem *Spildevandsrøret* [discharge pipe] ud i Søen. — Kondensatoren forsynes ogsaa med *Lastindsprøjtning* [bilge injection], det er et extra Indsprøjtningsrør, der udgaar fra en Bruse i Bunden af Maskinlasten og bruges for at lændse Skibet, naar dette har faaet en større Læk, eller istedetfor Søindsprøjtningen, naar denne er ubrugelig paa Grund af Forstopning eller Havari. I sidste Tilfælde skaffes der Vand i Lasten gjennem Donkeypumpens Sugerør fra Søen og fra Lasten eller gjennem en Søhane, hvis Rørledning skilles ad. Kondensatoren forsynes endvidere med *Mandehul* og *Vandskrue* eller Aftapningshane.

Den Luft, der fra først af er i Kondensatoren, fjærnes

ved Luftpumpen, naar Maskinen røres. Ved nogle Indsprøjtningskondensatorer kan den imidlertid fjernes før Røringen* ved en Dampstraale, der sendes fra Gliderkassen gjennem *Gjennemblæsningsrøret* og *Gjennemblæsningsventilen* [blow-trough valve] ind foroven i Kondensatoren. Denne Damp blæser Luften og Vandet ud gjennem *Snøfteventilen* [snifting valve], der sidder i Oversiden af en Tud forneden paa Kondensatoren og intet Hus har, saa at dens Sæde let kan holdes rent. Ovenover den sidder der en Skaal, som slaar det Vand, der under Gjennemblæsningen sprøjter ud af den, ned i Lasten. Naar der træder Damp ud af Snøfteventilen, er Luften uddreven, der lukkes saa for Gjennemblæsningsventilen, og Vakuum tilvejebringes ved at sprøjte lidt Vand ind. Under Gangen holdes Snøfteventilen kun til af Luftens Tryk.

Kondensatoren laves af Støbejern, og dens Form er ligegyldig og Størrelsen omtrent ligesaa. Sædvanlig benyttes det Indre af et Maskinstativ (Fig. 79), og Spildedamprøret er i saa Fald en krum Kanal, der er støbt i ét med Cylindren. Indsprøjtningshanerne skulle kunne bevæges fra Manøvrepladsen, og ved en Skala angives der, hvormeget de ere aabne.

48. Figur 80 viser en skematisk Tegning af en **Overfladekondensator** [surface condenser], hvis Pumper ere tænkte flyttede ned under den og drejede ud til begge Sider. Kondensatoren er en aflang, lukket Kasse, og for ikke at faa den for stor fremstilles Kjølefladen af snævre *Rør* (mange Hundrede), der sædvanlig anbringes vandret. I Reglen gaar Svalevandet, der her kaldes *Cirkulationsvandet* [cirkulating water] — og ofte men fejlagtigt Ind-

* Dette er behageligt, da Maskinen saa paa Grund af det mindre Modtryk kommer lettere i Gang. — I de ældre Lavtryksmaskiner, der alle havde Indsprøjtningskondensator, var det paa Grund af de lave Damptryk aldeles nødvendigt paa Forhaand at fjerne Luften fra Kondensatoren, da Maskinen ellers ikke vilde gaa.

sprøjtningsvandet — gjennem Rørene og Dampen udenom dem. Dampen træder ind foroven gjennem *Spildedampsrøret* og spredes ud over de kolde Rør og fortættes; for at sprede Dampen bedre kan der anbringes en vandret Plade lidt under Spildedampsrøret. Det ved Fortætningen dannede Vand synker tilbunds i Kondensatoren og pumpes tilligemed Luften ved Hjælp af *Luftpumpen* op i *Varmvandskassen.* Cirkulationsvandet sætte igang af *Cirkulationspumpen*; det tages fra Søen og bliver i Reglen trykket (sjældnere suget) gjennem Kondensatoren, som det forlader gjennem et *Spildevandsrør*; det reguleres ved Søventilen efter Angivelse af *Vakuummetret* samt efter Kondensatorens Temperatur, der undersøges ved at føle paa den. Hyppigst ledes Vandet ind forneden, den allerede delvis afkjølede Damp træffer da det kolde Vand og fortættes bedre; i den sidste Tid føres Cirkulationsvandet imidlertid ofte ind foroven, da der saa faas varmere Fødevand.

Som Reserveforanstaltning forsynes Kondensatoren med *direkte Indsprøjtning* [direct injection] — ogsaa kaldet Reserveindsprøjtning — af Vand fra Søen; dette Rør ender i en Bruse, som er dannet af et langt Rør med Spalter i Siden. Kondensatoren kan altsaa bruges som Indsprøjtningskondensator, naar Cirkulationen kommer i Uorden. Luftpumpen maa af denne Grund gjøres noget større, end den behøvede at være, naar der aldrig benyttedes andet end Overfladekondensation.

Varmvandskassen forsynes med et *Spildevandsrør* med en *selvvirkende Spildevandsventil.* Vandet kan altsaa frit komme fra den ud i Søen, hvis Kondensatorrørene springe læk, eller hvis der bruges direkte Indsprøjtning, medens der omvendt ikke kan komme noget af det salte og kolde Havvand ned i Varmvandskassen. Under normal Gang tager Fødepumpen alt Vandet hort fra Kassen, medens Luften slippes ud af et særligt *Luftrør*, der udgaar fra Varmvandskassen eller fra Spildevandsrøret og

føres ned i Lasten af Hensyn til muligt overskyllende Vand. Det kan som vist i Figuren være en Ventil med et Rør med en Tragt under, men det kan ogsaa være et Rør, som kan lukkes med en Hane eller en Træprop. Røret lukkes, naar der bruges direkte Indsprøjtning; den hermed forbundne Ulejlighed kan forøvrigt undgaas ved at føre det et Stykke op over Vandgangen og saa bøje det nedad; thi Lukning er da unødvendig, og Lukkeapparat anbringes i saa Fald heller ikke. Undertiden forsynes Varmvandskassen med *Vandstandsglas*. — Da nogen Damp spildes ved Utætheder og Hjælpemaskiner, maa der af og til eller stadig *spædes* lidt Vand til; dette Vand føres fra Cirkulationsvandets varmeste Del til Kondensatorens Damprum gjennem et lille Rør *Spæderøret*, og det reguleres afbrydes med den deri anbragte *Spædehane* [supplementary feed].

Cirkulationspumpen forsynes for at kunne bruges som Lændspumpe med et med Afspærringsventil forsynet *Sugerør til Lastledningerne*. Ved Skibe, der baade gaa i rum Sø og over Grunde, har dens Sugerør to med Søventiler forsynede Grene, en, der udmunder langt nede og bruges i rum Sø, og en, der udmunder højere oppe og bruges over Grundene for at undgaa Urenheder derfra. I mange Maskiner kan Cirkulationspumpen *bruges som Reserveluftpumpe*, idet der fra den udgaar et Sugerør med Afspærringsventil til Kondensatorens Damprum (vist med Punkt og Streg). For at undgaa Stød forsynes Cirkulationspumpen med *Vindkjedel* (Ph. 31) og baade Luft- og Cirkulationspumpen med *Snøfteventiler* (Ph. 31). For den sidste er dette ikke altid tilstrækkeligt, og dens Sugerør forsynes saa tillige med et *Luftrør med Hane*, hvorigjennem der kan tilføres Vandet Luft nok; Rørets Munding maa rage op over Vandgangen, for at der ikke skal løbe Vand ind af det, naar Maskinen er stoppet. For at undgaa Sprængning, naar der er glemt at aabne for

Afløbet for Cirkulationsvandet, anbringes der undertiden en *Sikkerhedsventil.* Undertiden føres Luftpumpens Spildevand ind i Afløbet for Cirkulationsvandet, saa at man slipper med ét Hul paa Skibssiden. Naar Cirkulationspumpen trækkes af selve Maskinen, anbringes der et *Rør fra Donkeypumpen* (eller Ballastpumpen) for at cirkulere Vandet og derved holde Kondensatoren kold, naar Maskinen er stoppet.

Naar Maskinen har været i Gang i nogen Tid, vil det paa Rørene afsatte Fidt have formindsket disses Varmeledningsevne i en altfor høj Grad. De blive saa befriede derfor ved at oversprøjtes med en Sodaopløsning, der indsuges gjennem *Sodahanen* [soda cock], der sidder foroven paa Kondensatoren, og hvorfra der kan udgaa et Rør, om hvilket en Pøs med Opløsningen kan sættes op. Under denne Vaskning afbrydes Fødningen, og den gjenoptages først, naar Luftpumpens Spildevand, der altsaa gaar til Søen saalænge, atter er blevet klart.

Af det ovenfor udviklede ses: (1) at enhver Kondensator fortætter Dampen og derved fjerner dens Modtryk paa Stemplet, (2) at Overfladekondensatoren tillige er Destillerapparat for Fødevand, (3) at Luftpumpen fjerner Luft og Vand fra Kondensatoren, (4) at Cirkulationspumpen sætter Svalevandet i Bevægelse, (5) at Varmvandskassen modtager Luft og Vand fra Kondensatoren og tillige er Fødevandsbeholder, (6) at det ene af en Overfladekondensators Spildevandsrør stadig afleder Svalevandet til Søen, medens det andet kun under særlige Forhold afgiver Vand (og Luft) til Søen.

49. Selve **Overfladekondensatoren** (Fig. 81) er en lang flad Støbejernskasse, der i Reglen er anbragt langskibs og støbt i ét med Stativernes nedre Del (Fig. 94 og 95). For Styrkens Skyld er Toppen i Reglen hvælvet, og Bunden er hyppigt ligesaa. Kondensatorens flade Sider ere styrkede ved Ribber og ofte afstivede mod hinanden ved støbte

Stivere (Fig. 81). Foroven i Kondensatoren er der et Rum, hvori Dampen kan brede sig over Rørene, og hvori der er Plads til Indsprøjtningsrørets Bruse. Ved Kondensatorens Ender er der Kamre til Cirkulationsvandet, der ved Skillerum tvinges til at gaa to og undertiden tre Gange gjennem Kondensatoren. Kamrene have Døre (Fig. 80) eller kunne aftages helt (Fig. 81), saa at man let kan komme til Rørenes Ender. Alle Kondensatorer have Mandehul i Damprummet (Fig. 80), og dersom de ere store tillige Mandehuller i Vandrummet (Fig. 81). Spildedampsrøret kan være af Kobber, men ved den her behandlede Maskintype er det i Reglen et firkantet Støbejernsrør. Et Maskinstativ, hvori Dampen føres ned ved en krum Kanal, kan ogsaa bruges som Spildedampsrør. I Bunden forsynes Kondensatoren med Aftapningshane (Fig. 80).

Kondensatorrørene [condenser tube] ere af Messing og ofte fortinnede; deres Diameter er ca. $\frac{3}{4}$ in. De anbringes i vandrette Rækker, der forløbes for hinanden for at benytte Pladsen godt (Fig. 81, a). Rørene maa befæstes saaledes, at de frit kunne udvide og sammentrække sig; bedst er det at anbringe hver Ende i en Pakdaase (Fig. 82, a), hvis Stoppebøsning er skrueskaaren udvendig og forsynet med en Kjærv i den ydre Ende. Billigere er det at pakke Rørene ved at omgive dem med Ringe [ferrule] af blødt Træ (Fig. 82, b), der udbuldner ved at suge Vand i sig; før Anbringelsen dyppes Træringene i Fernis og sammenpresses i en særlig Presse. Ved den ene Ende af en Overfladekondensator maa der være Plads til at trække Rørene ud eller sætte dem ind; er der ikke Plads nok i Maskinrummet, indrettes der en Art Dør i det vandtætte Skodt agten for det. *Rørpladerne* [tube plate] ere af Metal og boltede fast mellem Flanger paa Kondensatoren og Vandkamrene (Fig. 80) eller til indvendige Flanger i Kondensatoren (Fig. 81). Den sidste Maade er bedst, da der, naar Pakningerne blive utætte, kun suges Vand ind

og ikke som ved den første Maade Luft, der skader Vakuummet.

50. De fleste Hammermaskiner have lodret stillede, **enkeltvirkende Luftpumper** [air-pump] og **Cirkulationspumper** [cirkulating pump]. De ere Suge- og Løftepumper (Ph. 31) og ligne i det væsentlige hinanden; i samme Maskine kunne de være ligestore, men sædvanlig er Cirkulationspumpen mindst. *Pumpecylindrene* kunne være af Støbejern og forede med Metal (se Luftpumpen, Fig. 83), men de kunne ogsaa være af Metal og boltede til Støbejernskamre forneden og foroven (se Cirkulationspumpen, Fig. 84). *Bund- og Topventilernes* faste Dele ere af Metal og boltede fast (Fig. 83); dog kan Bundventilen være støbt i ét med Foringen, og Topventilen kan være fastholdt ved en Forlængelse af Pakdaasen (Fig. 84). En Suge- og Løftepumpe kan arbejde uden Bundventil *, der derfor undertiden udelades; udelades den paa en Luftpumpe, maa denne være sænket saa dybt ned, at Vandet af sig selv kan stige op gjennem Stemplet. Pumpeventilerne ere i Reglen runde Kautschukventiler; enten er hver én stor (Fig. 84) eller 5—6 smaa (Fig. 83); det sidste er af Hensyn til Fornyelsen almindeligst i store og middelstore Pumper. Vandet over Stempel- og Bundventilen hjælper godt til at holde dem tætte for Luft; for ogsaa at opnaa dette for Topventilen anbringes i den sidste Tid ofte en Krave (vist med Punkt og Streg i Fig. 83), der staar op fra Undersiden af Afløbet for Vandet. *Stemplet* (Fig. 83) er af Metal, og dets Hulhed er aaben forneden. Pakningen er sædvanlig dannet af Hampeplatting, der er svøbt om en i Stemplet værende Rille og har sine Ender fastkilede i Huller; at anbringe en som en Stoppebøsning

---

* Havarerer Stempelventilen, er Pumpen selvfølgelig ubrugelig. Havarerer Topventilen, vil Stemplet hele Tiden have Trykket fra Varmvandskassen ovenpaa sig og være tungt at bevæge, og tillige vil Stempelventilen slaa haardt, naar den lukker sig.

indrettet Junkring er nu omtrent forladt. En saa simpel Pakning er tilstrækkelig her, da Trykforskjellen mellem Stemplets Sider kun er ringe, og da Vandet ovenpaa Stemplet dels bidrager til at holde tæt og dels besørger Smøringen godt. Ved nogle Pumper, navnlig Cirkulationspumper, er Pakningen endog helt udeladt. Stemplet kan være forsynet med en Metaltrunk (Fig. 83), som fastholdes ved en Bolt. Boltens øvre Ende er en Gaffel, der omslutter et Øje i Forbindelsesstangen, med hvilken den samles ved en vandret Bolt. Trunkene fortrænges forøvrigt nu mere og mere af Stempelstænger (Fig. 84), som ere forede med Metal eller helt af Metal, og som i Reglen styres ved en Forlængelse, der gaar op gjennem en fast Bøsning. Hver Pumpe forsynes med et *Dæksel*, der anbringes paa det øvre Ventilkammer. Skal Stemplet efterses, maa Dækslet af og Topventilen op, og skal Bundventilen efterses, maa tillige Stemplet op; — nogle nyere Pumper have dog et Mandehul i Cylindrens Side. Cirkulationspumper og nogle Luftpumper ere forsynede med *Vindkjedler*, der kunne være cylindriske Støbejernskar, som ere boltede fast paa Topventilens Kammer (Fig. 84). Hule Rum i Dækslerne for Kondensatorens Vandrum kunne ogsaa tjene som Vindkjedler.

Pumperne boltes fast til Maskinen (Fig. 84). I Reglen anbringes de paa Kondensatorens Yderside (Fig. 94 og 95) og trækkes ved Vægtstænger, *Pumpebalancererne* [pump lever], der hvile i Lejer paa Maskinstativerne eller Kondensatoren. Hver Pumpebalance bestaar af to parallele Smedejernsvægtstænger, der sidde paa fælles Axel og omslutte Maskinstativet og trækkes ved Led fra hver Side af Krydshovedet i Maskinen. Da en Pumpe virker bedst med en ringe Hastighed af Stemplet, gjøres alle Pumpebalancer uligearmede. De Led, der forbinde en Balance med Maskinens og Pumpens Krydshoveder, bestaa i Reglen af to Bolte og to Sæt flade Metalpander (Fig. 84). Har

Pumpen Trunk, sidder dens Krydshovede i Enden af dens Pumpebalance, og dens Plejlstang har Pander foroven men kun en Metalbøsning forneden (Fig. 83).

Luftpumpen trækkes fra Lavtrykscylindren, da man saa i Havaritilfælde kan gaa med denne alene, og Cirkulationspumpen kan trækkes fra Højtrykscylindren (Fig. 94); den er saa let tilgjængelig, og kan den bruges som Reserveluftpumpe, kan man i Havaritilfælde gaa med Højtrykscylindren og benytte Kondensation. Ønskes en lidt billigere og mere sammentrængt Maskine, trækkes baade Luft- og Cirkulationspumpen fra Lavtrykscylindren (Fig. 95); Krydshovedet er da fælles, og Cirkulationspumpen staar agterst af Hensyn til Forbindelsen med Kondensatoren.

Af Fig. 83 ses at Luftpumpens øvre Ventilkammer tjener som **Varmvandskasse.** For at forstørre denne, saa at intet af det færske Vand skal spildes, og saa at Luften bedre kan udskilles af Vandet, have en Del Varmvandskasser en Forlængelse nedad (f. Ex. saaledes som vist punkteret), og dernede tager saa Fødepumpen Vandet.

51. Ventilerne *i Luft- og Cirkulationspumper* kunne ikke paa Grund af den hurtige Gang, vore Maskiner have, være Metalklapventiler [butterfly valve], saaledes som i ældre Maskiner, da de vilde gjøre for megen Støj og let blive slaaede i Stykker. Klapventilerne ere derfor blevne erstattede af *Kautschukventiler* [india-rubber valve], der ere fri for disse Ulemper og tillige have den Fordel at kunne lukke tæt, selv om der skulde komme mindre Urenligheder paa deres Sæde. Den runde Kautschukskive understøttes af en Rist (Fig. 85, b), der er dannet af en eller flere Ringe og radiale Ribber. Stopperen [guard] for Ventilen (Fig. 85, a) er en fastboltet Metalskaal (Kurven), som er forsynet med Aabninger, hvorigjennem Vandet kan træde ind og trykke Ventilen ned, naar den skal lukkes. Ved Pumper med én stor Ventil (Fig. 84) kan Stempelventilens Stopper skrues ned paa et Gevind paa Stempelstangen, og Topventilens

Stopper kan fastholdes ved en Forlængelse af Pakdaasen paa Pumpens Dæksel.

Kautschuken ødelægges efterhaanden af de fra Cylindrens Smørelse hidrørende Fidtstoffer i Vandet, og den kan ikke taale at udsættes for Paavirkning af Damp; man begynder derfor nu mere og mere at forlade den til Brug i Luftpumper. Istedet derfor kan man benytte *Ventiler af tynde Metalplader* [Coe & Kinghorns metallic valve], der forsynes med en enkeltkrum Stopper (Fig. 86). I Reglen ere de aflange, og der plejer at anbringes 3 Stykker i hver af Pumpens Ventiler. De blive ofte anbragte i ældre Pumper, hvor de afløse Kautschukventiler, og sædvanlig lader man saa én af disse Ventiler dække over to af de gamle Rister. Man har ogsaa med Held anvendt *smaa runde Metalventiler* [Thomsons valve], der ere meget spinkle (af Phosphor- eller Manganbronze) og hvile paa flade Sæder (Fig. 87). De styres af en Spindel og stoppes af en Møttrik paa dennes øvre Ende. Stød undgaas, ved kun at give Ventilerne en ringe Løftehøjde, og ved at give dem en Rille foroven, saa at der altid hviler lidt Vand ovenpaa dem, hvilket vil bevirke, at de ikke paa én Gang komme til fuldt Anslag mod Stopperen.

Snøfteventilerne eller Snøfterne [snifting-valve; pet-valve], der mildne Pumpeventilernes Stød ved at slippe lidt Luft ind i Pumperne (Ph. 31), anbringes lige under Topventilerne (Fig. 80). Det er smaa Kontraventiler (se Fig. 88), hvis Løftning reguleres saaledes, at de ophæve Stødene i Pumpen uden at give mere Luft end nødvendigt.

52. En Del Maskiner forsynes med **lodrette dobbeltvirkende Cirkulationspumper**, der ere mindre og give en regelmæssigere Vandstrøm end de enkeltvirkende Pumper men ikke som disse egne sig til at bruges som Reserveluftpumper. Pumpecylindren, der er af Metal eller foret dermed, er fæstet i et Skillerum i en firkantet Kasse, og dens Ven-

tiler ere hyppigt anordnede som vist i Fig. 89. Hver Ventil er en Metalplade, der bærer flere runde Kautschukventiler; af og til anvendes der forøvrigt ogsaa firkantede Kautschukventiler ved dobbeltvirkende Pumper. Pumpen fastboltes til Kondensatoren, og den er forsynet med passende Dæksler til Cylindren og Ventilkamrene; begge dens Ender have Snøfteventiler.

53. Enkelte Hammermaskiner — men næsten alle liggende Maskiner — ere forsynede med **liggende dobbeltvirkende Luft- og Cirkulationspumper.** Disse Pumper kunne være indrettede som den i Fig. 89 viste lodrette Pumpe, naar den bliver lagt ned paa Siden, men de kunne forøvrigt have deres Ventiler anordnede paa mange andre Maader (se f. Ex. Pumperne i Fig. 116). Ofte erstattes ved disse — og af og til ogsaa ved de lodrette Pumper — Stemplet af en dobbeltvirkende Plunge (Fig. 90), det er en for begge Ender lukket Cylinder, der vandrer i en Pakdaase i et Skillerum, der er anbragt midt i Pumpen. Pumperne anbringes nedenunder Kondensatoren paatværs af denne, og de ere tilligemed deres Ventilkamre og Varmvandskassen støbte i ét med Kondensatoren eller dens Fundament; paa passende Steder ere de forede med Metal. Pumperne og Ventilkamrene ere forsynede med Dæksler, og begge Ender have Snøfteventiler.

Ved Hammermaskiner trækkes liggende Pumper ved Excentriker paa Hovedaxlen. — Ved liggende Maskiner trækkes de bekvemmest direkte fra Dampstemplet, man maa altsaa der give Afkald paa den Fordel, der er, ved at give Pumpestemplet en langsom Gang.

54. Ved en Del, navnlig store Maskiner besørges **Cirkulationen ved en Centrifugalpumpe**, der trækkes af en *særskilt Maskine.* Fordelene ved denne Anordning ere, at Cirkulationspumpen kan gaa, selv om Hovedmaskinen staar, og at Pumpen ikke kræver megen Plads og kan anbringes, hvor det skal være. Ulemperne ere, at det koster mere

at anskaffe, og at der kræves mere Tilsyn. Centrifugalpumpen (se Ph. 32) laves i Reglen af Støbejern, og dens Axel forbindes direkte med dens Maskines Axel. Denne Maskine er sædvanlig en lille Hammermaskine, hvis Spildedamp føres til Hovedmaskinens Kondensator. Cirkulationen reguleres ved en Afspærringsventil i denne Hjælpemaskines Damprør.

Anm. Ved enkelte Maskiner kan man træffe *samtlige Pumper trukne af en Hjælpemaskine*; dette er dyrt, men der kan saa altid bevares Vakuum, og Pumperne ødelægges ikke, hvis Hovedmaskinen skulde løbe løbsk, naar Skruen kom op af Vandet, eller en Axel brækkedes. — Ved liggende Maskiner anvendes undertiden en lignende Anordning af Mangel paa Plads.

55. Fødepumperne [feed-pump] og **Lastpumperne** [bilge-pump] tjene henholdsvis til at forsyne Kjedlerne med Vand fra Varmvandskassen og til at pumpe det daglige Vand fra Lasterne ud i Søen*. De ere begge enkeltvirkende Suge- og Trykpumper, og der findes mindst én af hver Slags.

Alle middelstore og store Maskiner forsynes med to *Fødepumper*, hvoraf hver er saa stor, at den kan besørge Fødningen ganske alene, dersom den anden skulde komme i Uorden. *Stemplet* (Fig. 91) er i Reglen en Plunge [ram; plunger], der vandrer i en Pakdaase foroven uden forøvrigt at slutte til Pumpecylindren. Fordelene ved at anvende Plunge istedetfor almindeligt Stempel ere, at Pumpen bliver billigere, og at Pakningen kan spændes til under Pumpens Gang. I Reglen er Plungen af Metal og Pumpecylindren af Jern. *Bund- og Topventilerne* ere i Reglen Kegleventiler, der styres ved Vinger. De maa stoppes, for at de kunne falde sikkert tilbage, og de maa ikke løfte sig for højt, for at der ikke skal løbe formeget Vand

* Har et Skib faaet en større Læk, lændses Vandet ved Lastpumperne, Cirkulationspumpen (el. Lastindspr. ved Indsprkond.), Donkeypumpen og Ballastpumpen samt ved Dækspumperne og mulig ved en Ejektor.

tilbage, inden de lukke sig. Ved den i Fig. 91 viste Pumpe ere Stopperne [guard] Arme, der staa ud fra et Dæksel paa Siden af Ventilkamrene. Ventilerne ere af Metal og deres Huse enten ligesaa eller forede dermed. For at undgaa Stød forsynes Pumpen med *Snøfteventil* og *Vindkjedel.* Snøfteventilen, der forøvrigt undertiden erstattes af en lille Hane, maa aabnes det mindst mulige, da den indsugede Luft vil følge med Dampen til Kondensatoren og skade Vakuumet. Vindkjedlen er af Støbejern eller Metal og boltet fast paa Topventilens Kammer (Fig. 91), eller ogsaa er den af Kobber og anbragt paa Stigerøret; i dette Tilfælde er den undertiden ringformet (Fig. 92). Pumpens Cylinder forsynes med en *Aftapningshane* [pet-cock], for at man kan undersøge dens Gang, samt for at man ved Igangsætningen kan befri den for Luft, ved at man holder en Finger for den aabnede Hanes Munding og lader Fingeren arbejde som Topventil, indtil Vandet kommer. *Paa Vindkjedlen* sættes der *ofte en Hane*; det viser sig nemlig af og til, at Pumpen nægter at suge, indtil den overflødige Luft er tappet ud af Vindkjedlen; dette hidrører formodentlig fra, at Luften træder tilbage gjennem Topventilen, inden denne har lukket sig, og ødelægger Vakuumet i Pumpen. For at undgaa Sprængning af Pumpen, naar Fødningen afbrydes eller formindskes, forsynes den med en *Sikkerhedsventil* [relief valve], som ved en Fjeder er belastet til et Tryk, der er noget større end Kjedeltrykket. Ventilen anbringes paa Stigerøret (Fig. 91) eller paa Kamret mellem Ventilerne (Fig. 92), og den afgiver *Vandet til Lasten eller* gjennem et Rør *tilbage til Varmvandskassen.* Ved den sidste Maade undgaas Spild af Vandet, ved den første og nu mest anvendte Maade opdages øjeblikkelig, om Overfladekondensatoren er sprungen læk, da der derved kommer mere Vand, end der bruges til Fødningen, og det overflødige sprøjter saa ud af Sikkerhedsventilen. Hver Fødepumpe har et

Sugerør til Varmvandskassen og et Stigerør, og disse to Stigerør samles til et fælles *Føderør* [feed pipe], der gaar hen til Kjedelrummet under Dørken (Fig. 91) for at være afvejen for Færdslen eller undertiden for at være let at efterse oven over Mandshøjde (Fig. 92). Hver Pumpes Suge- og Stigerør forsynes med Haner eller Kontraventiler, saa at den kan aflukkes og efterses, naar den kommer i Uorden.

En Del Fødepumper have Metal Kugleventiler (Fig. 92), der stoppes ved fire Kløer fra Dækslet; disse Ventiler have den Fordel, at de slibe sig selv til, men den Ulempe, at de slaa haardt. I dette Tilfælde og forøvrigt ogsaa ofte ved Kegleventiler rykkes Ventilkamrene ud fra hinanden, saa at deres Dæksler komme foroven. Ved mange nyere Pumper ere Ventilkamrene ikke støbte i ét men anbragte hver for sig paa Pumpens ene Side, Bundventilens forneden og Topventilens foroven. Ventilkamrenes Dæksler ere i Reglen boltede fast, men undertiden spændes de, for at Ventilerne kunne være lettere tilgjængelige, til med en Skrue, der gaar gjennem en Bøjle, som kan slaas tilside (Fig. 92).

Lastpumperne ligne i Antal, Størrelse og Konstruktion Fødepumperne, men Vindkjedel og Sikkerhedsventil ere i Reglen udeladte, og Dækslerne ere af Hensyn til det urene Vand altid indrettede til at fjernes hurtigt. Anvendes der her Kugleventiler, laves de helst af Kautschuk. Fig. 93 viser en Lastpumpe med en Anordning af Ventilerne, der nu er forladt for Fødepumper. Ventilerne styres her forneden af Vinger og foroven af Spindler, og Bundventilen stoppes af en Tud paa Topventilen og denne af en Tud paa Dækslet. Lastpumpernes Sugerør sættes i Forbindelse med Lastledningerne (44), og deres Stigerør, som forsynes med Spildevandsventiler, føres til Søen.

Føde- og Lastpumperne anbringes i Reglen ved Siden af Luft- og Cirkulationspumperne, og de *trækkes*

saa fra disse Pumpers Krydshoveder (Fig. 94 og 95); have disse Pumper Trunk, maa hines Plunger ogsaa indrettes som Trunke (Fig. 91). I enkelte Tilfælde stilles et Par af Pumperne skraat opad mod Maskinaxlen og trækkes ved en excentrisk Skive (eller en excentrisk Tap) den ene direkte og den anden ved en Bolt gjennem en Lap paa Excentrikbøjlen (ligesom i Fig. 117).

Tidligere var det meget anvendt at *sætte en af Fødepumperne fra*, idet kun den ene er nødvendig for at besørge hele Fødningen. Stangen, der trækker Pumpen, kan da være delt i to Dele (Fig. 91), af hvilke den ene slutter med et Bryst mod den anden, i hvilken den sender en Forlængelse ned, som fastholdes ved en Bakke og en Klemskrue, saa at man kun behøver at løsne denne for at faa Pumpen sat fra. Skal Pumpen atter sættes til, spændes Klemskruen til, naar Stangen er helt nede, denne trækker saa Plungen op, og naar den igjen gaar ned, spændes Skruen løs, indtil Brystet slaar an, og saa spændes der til igjen. Vanskeligheden ved at udføre Tilspændingen har ført til, at det nu er forladt at indrette Fødepumper til at sætte fra.

Anm. I større Skibe anbringes der andre Pumper, som ere indrettede som Føde- og Lastpumperne, nemlig undertiden en til at cirkulere Vandet i Kjøleledningerne og næsten altid en til at skaffe Vand til Klosetterne [sanitary pump].

56. Maskinens **Fundament** [bed-plate; foundation] og **Stativer** [column] ere af Støbejern og sædvanlig hule og af et rektangulært Tværsnit undtagen ved Smaamaskiner, hvor Tværsnittet er et dobbelt **T**. Selve Fundamentet kan være en firkantet Ramme (Fig. 94), der er forsynet med Tværstykker for Lejerne og forstærket ved alle disse. De langskibs Ramstykker ere boltede til stærke Bjælker, Maskinstrøerne, der ere befæstede til Skibsbunden og af samme Stof som Skibet. Fundamentet bliver imidlertid nu hyppigere boltet til Fødder paa Siden af Kondensatoren

(Fig. 95), som derved kommer til at danne det ene Ramstykke. Forstærkningerne for Lejerne gaa her altid opad, og Underfladen af hele Maskinen ligger i en vandret Plan, og Maskinen boltes til en Pladejerns Platform, der er fæstet til Skibet ved lodrette Plader med Vinkler langs Randene. Mellem Maskinen og dens Strøer eller Platform anbringes der for at lette Opstillingen et Lag Træ, der helst dannes af dobbelte Kiler af Teaktræ (Fig. 94, b). Har Krydshovedet Styr paa begge Sider, ere Stativerne parallele foroven af Hensyn til Kuliserne, og forneden gaa de skraat ud for at give Plads til Krumtapsmekanismens Bevægelser (Fig. 94). Temmelig ofte ombyttes Stativerne mod Manøvrepladsen med Søjler, der i Reglen ere af Smedejern (Fig. 95) og af og til af Støbejern; det bliver da lettere at komme til Maskinens arbejdende Dele. — De mod Manøvrepladsen vendende Stativers Hulheder anvendes ofte til Beholdere for Olie. Paa Fundamentet befæstes der paa passende Steder Metalspildebakker, som opsamle den Olie, der siver ud ved Pandernes Rande.

57. Hovedtyperne *af Receiver Hammermaskiner* vises ved Figurerne 94 og 95. Ved den ene er Receiveren støbt og anbragt udenom Højtrykscylindren, og begge Gliderne ere anbragte paa Cylindrenes Forsider; ved den anden er Receiveren et Kobberrør, og Gliderne ere anbragte ved Maskinens Yderender. Den ene har Expansionsglider den anden ikke. Ved den ene ligger Kvadrantaxlen henimod Manøvrepladsen ved den anden borte fra den; den ene har lodret Ratspindel og den anden vandret; den ene Ratspindel har Snække og den anden Skrue. Den ene Maskine har Hjælpeglider paa den store Cylinders Kanaler, den anden har én midt paa hver Cylinder. For ikke at gjøre Tegningen indviklet er der ikke vist Damp-Igangsætningsapparat eller nogen af de Stænger, der forplante Bevægelsen fra Manøvrepladsen til Hjælpegliderne m. m. Den ene Maskine har dobbelt Styr for Krydshovedet og

to støbte Stativer, den anden har enkelt Styr og Smedejernssøjler paa Maskinens ene Side. Den ene har Pander i Krydshovedet, den anden har Tapper derpaa. Den enes Hovedaxel hviler i fire Lejer den andens i tre. Ved den ene Maskine er Fundamentet en hel Ramme, ved den anden er det boltet til Kondensatoren. Den ene hviler paa Strøer den anden paa Platform. Ved den ene Maskine have Pumperne Trunke ved den anden Stempelstænger, og ved den ene trækkes de fra begge Cylindre og ved den anden kun fra Lavtrykscylindren.

58. Maskinrummet [engine room] strækker sig tværs over Skibet, dog kan en Kulkasse strække sig derind, og der kan bag Manøvrepladsen være et Oplagsrum (Fig. 210) til det mindre Reservegods, Pakninger, Olie m. m. Ved store Maskiner er der et eller andet Steds et lille Værksted med et Par Arbejdsmaskiner, ved de smaa er der kun en Værkbænk. Gulvet, eller som det kaldes Dørken, [flooring] er dannet af riflede Jernplader, der hvile paa et Ribbeværk af Vinkeljern. Ved høje Maskiner er der paa passende Steder anbragt Platformer [platform] eller Risteværker [grating], der give Adgang til Maskinens bevægelige Dele. Adgang til Dørken m. m. faas ved Hjælp af Jernstiger, Lejterne [ladder]. Om Dagen skaffes Lys tilveje ved Koøjer [bulls eye] og Skylighter og om Natten ved ophængte Lanterner eller ved Haandlamper. Frisk Luft skaffes ned gjennem Luftrørene [ventilator], der bestaa af lodrette Pladejernsrør (Fig. 96), som foroven bære en krum Tragt, der kan drejes henimod Vinden. Paalangs ovenover større Hammermaskiner er der anbragt Skinner og en simpel Kjørekran, over mindre Maskiner er der kun en stærk Jernbjælke til at hugge Tallier i.

59. Trecylindermaskinerne (se 7) ligne i alt Væsentligt de almindelige Receivermaskiner. Fig. 97 viser Hovedanordningen af de store engelske Maskiner. Højtrykscylindren har i Reglen paa Siden en Stempelglider, der

trækkes ved Gliderkvadrant og Vægtstang. Lavtrykscylindrenes Glidere, der her ere antagne ogsaa at være Stempelglidere, ligge imellem Cylindrene, og deres Gliderkasser ere Receiver. Hver Lavtrykscylinder har sin Kondensator og Luftpumpe, og Cirkulationen besørges ved Centrifugalpumper.

60. Tredobbelt Expansionsmaskinerne (8) ligne ligeledes i alt Væsentligt de almindelige Receivermaskiner. Cylindrene kunne staa ved Siden af hinanden (se 8), og Gliderne kunne ligge i samme Plan (Fig. 98) eller paa Cylindrenes Sider f. Ex. alle oven over Kondensatoren. For at faa Maskinen kortere i langskibs Retning stilles ofte Højtrykscylindren ovenpaa den ene af de andre Cylindre (se 8). Dens Stempel (Fig. 99) sidder saa paa samme Stang som den nedenunder liggende Cylinders, her Mellemtrykscylindrens, og den befæstes paa Stativer, der ere saa høje, at der er Plads til Pakdaaser for den fælles Stempelstang. Dens Glider trækkes ved en Stang fra den nedenunder liggende Glider, og begge Gliderspejle lægges derfor i samme Plan; som Mellemdamprør kunne et Par af dens Stativer tjene. Ved de store Maskiner med to Lavtrykscylindre (se 8) er Mellemtrykscylindren anordnet paa samme Maade oven over den agterste Lavtrykscylinder. Paa Grund af de høje Damptryk har mindst Højtrykscylindren Stempelglider (Fig. 98), saafremt Maskinen da ikke er forholdsvis lille (Fig. 99).

61. Naar et Skib «sætter» stærkt, kan dets Skrue slippe op af Vandet, og Maskinen vil da løbe løbsk [race], dersom Dampspjældet ikke strax tillukkes med Haanden eller ved en **Regulator** [governor]. Naar Skruen atter er kommen i Vandet, aabnes Spjældet paany. Af Regulatorer findes der en stor Mængde Konstruktioner, men mange af dem arbejde ikke tilfredsstillende. De fleste have en vandret Axel og trækkes fra Maskinaxlen ved et Tov, der kan strammes ved et Par Ruller, som sidde i et Stativ,

der kan forskydes med en Skrue. Tidligere forbandtes Regulatorerne direkte med Spjældet ved Stænger, men nu ere de i Reglen «Dampregulatorer», idet man lader dem bevæge en Glider i en lille Hjælpemaskine, hvis Plejlstang virker paa en Arm paa Spjældaxlen; thi man er saa altid sikker paa at faa Gnidningsmodstanden af Spjældbevægelsen overvundet. I godt Vejr udløses Regulatorerne fra deres Forbindelser med Maskinaxler og Dampspjæld.

I *Silver's Regulator* (Fig. 100) er der ved Siden af Snorskiven anbragt et med Vindfang forsynet Svinghjul, der sidder løst paa Axlen, og paa hvis Nav et konisk Tandhjul er befæstet. I dette Hjul indgribe to Tandbuer, som dreje sig om to Tapper paa en fastkilet Muffe og ved to Trækstænger ere forbundne med en Glidemuffe, der støtter sig mod en mellem de to Muffer anbragt Skruefjeder. Bevægelsen forplantes til Spjældet fra en gaffelformet Vægtstang, der er i Indgribning med en Rille i Glidemuffen. Regulatorstativet er en Buk, som er befæstet til det Skodt, der begrændser Maskinrummet agtertil. Naar Regulatoren sættes i Gang, vil det løse Svinghjul ikke strax følge med, og dette vil bevirke, at Tandbuerne dreje sig noget og spænde Fjedren, og derved blive de i Stand til at rive Svinghjulet med. Naar Regulatoren er kommen i jævn Gang, har Fjedren antaget en bestemt Spænding, hvorved den nøjagtigt formaar at overvinde Luftmodstanden. Spjældforbindelsen er afpasset saaledes, at Spjældet nu staar helt aabent. Slipper Skruen op af Vandet, løber Maskinen og dermed Regulatoraxlen hurtigere rundt, hvorimod Svinghjulet paa Grund af sin store Masse og sine Vindfang vil yde en betydelig Modstand mod et Forsøg paa at forøge dets Hastighed (Ph. 13 og 29) og derfor gaa omtrent som før. Herved bevirkes, at Tandbuerne dreje sig og ved Hjælp af Trækstængerne forskyde Glidermuffen, som bevirker at Spjældet lukkes. Kommer Skruen atter i Vandet, vil Fjedren udvide sig

og bevirke, at Spjældet aabnes paany. — For at kunne afpasse Fjedrens Spænding og dermed Omdrejningstallet kan man lade den trykke mod en Møttrik paa Axlen istedetfor mod den faste Muffe.

Miller og Knill's Regulator (Fig. 101) kan anbringes i et lignende Stativ som Silvers, men hos os ere Lejerne i Reglen anbragte i et Par vandrette Arme. Her findes ligeledes et løst Svinghjul med Vindfang, men nu er Hjulets Nav skraat afskaaret, og den ligeledes skraat afskaarne Glidemuffe trykkes direkte derimod af Vægtstangen, som paavirkes af en flad Fjeder. Er Maskinen i jævn Gang, er «det skraa Snit» lukket, og Glidemuffen driver saa Svinghjulet rundt. Kommer Skruen op af Vandet, trækker Nothen paa Axlen Glidemuffen hurtigere rundt, medens det løse Svinghjul omtrent gaar som før; herved bevirkes at det skraa Snit aabnes, og Glidemuffen skydes til Siden og bringer Spjældet til at lukkes. Kommer Skruen atter i Vandet, bevirker Fjedren, at det skraa Snit lukkes, og Spjældet aabnes. Denne Tilbagegang kniber det ofte med at faa udført, naar Regulatoren ikke er Dampregulator. — En Knast paa Snorskiven, der gaar i en Indskjæring i Svinghjulets Nav, forhindrer, at Axlen kan dreje sig formeget i Forhold til Hjulet.

Af andre Regulatorer kunne mærkes Durhams og Dunlops. Ved *Durham's Regulator* er Svinghjulet udeladt og Vindfangene erstattede af Skovler, der gaa i Olie, som yder en mange Gange større Modstand end Luft mod en Hastighedsforøgelse; Skovlerne staa fast, og Olien er anbragt i en drejelig Kapsel. Ved *Dunlop's Regulator* benyttes Skibets Bevægelser til at regulere Maskinens Gang, idet de bevirke, at Vand løber ind eller ud af en agter i Skibet staaende Cylinder, i hvis øvre Del der er Luft, som derved henholdsvis fortættes eller fortyndes. Trykforandringen i Luften forplantes gjennem et Rør hen til en Kapsel i Maskinrummet og bringer en tynd Plade

foroven i denne til at bevæge sig og henholdsvis aabne eller lukke Spjældet.

62. **Tælleapparaterne** [counter] for Maskinens Omdrejninger ere forsynede med en Del Axler, hvoraf hver bærer en Skive med Tallene 0, 1, 2 . . . . 9 og et Hjul med 10 (eller 20) Tænder. Tallene vise sig ét for ét bag Aabninger i en Plade. Den første Skives (Enernes) Tandhjul drejes ved en af Maskinen trukken Pahl én Gang rundt for hver 10 af Maskinens Omdrejninger, og derfra forplantes Bevægelsen til den næste Skives (Tiernes) Hjul o. s. v. Antallet af Omdrejninger i en vis Tid f. Ex. en Minut er lig Forskjellen mellem de to Tal, Apparatet viser ved Begyndelsen og Enden af Tiden.

Antallet af Omdrejninger i Minuten kan bestemmes direkte, ved at man lægger en Haand paa en bevægelig Maskindel f. Ex. en Gliderkvadrant og tæller Haandens Bevægelser, medens Øjet følger en Sekundviser paa et Uhr.

Anm. Man har ogsaa Apparater, som direkte angive Antallet af Omdrejninger i Minuten, samt Apparater, der oppe paa Kommandobroen angive Maskinens Omdrejningsretning, men de ere sjældne i Koffardiskibe.

63. Ordrer kunne overføres fra Kommandobroen til Maskinrummet ved **Taleroret** [voice-conductor] og **Maskintelegrafen** [engine telegraph], hvilken sidste kan give Signalerne: klar [stand by], stop [stop], fremad [a head], tilbage [a stern], langsomt [easy; slow], halv Kraft [half speed] og fuld Kraft [full speed]. Disse Signaler angives samtidig af Visere paa Kommandobroen og i Maskinen, i hvilken der ringes, naar der signaliseres. Paa Broen bevæges Viseraxlen ved et Haandtag, og ved de ældre Telegrafer forplantes Bevægelsen videre ved Axler og koniske Hjul men ved de nyere Telegrafer derimod ved Kjæder, der gaa om Hjul paa Viseraxlerne og ledes om Hjørner ved smaa Skiver; lange lige Stykker Kjæde erstattes af

Staaltraad. Ved disse saakaldte Svartelegrafer findes der Kontrolvisere, hvormed Maskinmestrene svare tilbage (Fig. 102) ved at gjentage det givne Signal. Ringningen besørges, ved at Knager paa Hjulet paa Viseraxlen bringe en Hammer til at slaa paa en fast Klokke.

Høj- og Lavtryksmaskiner «med samtidige Dødpunkter» i Koffardi Skrueskibe*.

64. Staa **Cylindrene ved Enden af hinanden**, ere Maskinerne altid Tvillingmaskiner, og Damprøret afsætter en Gren med Dampspjæld til hver af de to Maskiner. Den lille Cylinder kan anbringes paa Stativer ovenpaa den store ligesom ved tredobbelt Expansions Maskinerne (se 60 og Fig. 99), og Kondensatorer og Pumper kunne anordnes ligesom ved de almindelige Receivermaskiner. Paa denne Maade ere de nyeste engelske Maskiner af denne Type indrettede.

Hos os er den lille Cylinder altid støbt i ét med den stores Dæksel (Fig. 103, b), i hvilket den fælles Stempelstang passerer en Pakdaase, hvis Pakning er en Metalring, der er delt i to Stykker, som spændes sammen af en Vognfjeder (Fig. 103, d og e). De store Cylindre i de to Maskiner (Fig. 103, c) ere boltede sammen de smaa derimod ikke. Gliderspejlene for de smaa Cylindre ligge i samme Plan som de tilsvarende store Cylindres Spejle, og den lille Cylinders Glider trækkes ved en Stang fra den stores Glider (Fig. 103, a). De større af disse Maskiner have direkte Forbindelsesstang (Fig. 103) og Risteglider med Expansionskvadrant paa Siden af Højtryksgliderkassen

---

* Disse Maskiner, hvis Hovedtyper ere omtalte i 6, ere alle Hammermaskiner.

(Fig. 103, c), de mindre og de middelstore have derimod enkelt Trunk paa den store Cylinder (Fig. 104) og intet Expansionsapparat. Ved begge Slags Maskiner ere Pumperne indsænkede i Fundamentet, som derfor har grydeformede Udvidelser nedad (Fig. 103, b). Pumperne have Trunk og trækkes paa sædvanlig Maade ved Maskinerne med direkte Forbindelsesstang, men ved Trunkmaskinerne (Fig. 104) ere Balancerne fæstede direkte paa Trunkene, og deres Lejer ere derfor anbragte i bevægelige Opstandere. Ved de nyere af Maskinerne med direkte Forbindelsesstang er Kondensatoren firkantet og anbragt foroven i i Stativerne (Fig. 103, b), men ved de ældre af disse og ved alle Trunkmaskinerne er Kondensatoren rund og boltet fast til de store Pumpers Ventilkamre (Fig. 104). Trunkmaskinernes Plejlstang ender foroven i et Øje, der er forsynet med Pander, som tilspændes ved en Dorn, der ligger inden i Plejlstangen og drives opad ved en Kile, som gaar gjennem Stangen udenfor Trunken (Fig. 104). Gjennem ovennævnte Øje gaar der en Bolt, som sidder fast i en Gaffel i Stempelstangen. Denne er forlænget ovenud og gjennemboret for at skaffe Smørelse ned til Bolten. Trunken er støbt i ét med Stemplet. Trunkmaskinerne have støbte portlignende Stativer ved Maskinens Ender (ikke midt for Cylindrene) og et Par Smedejerns Søjler under Midten.

65. I **Maskiner med koncentriske Cylindre** (Fig. 7) befæstes den lille Cylinder ved en forsænket Flange i Bunden af den store, og den griber op i en med Pakning forsynet Rille i denne Cylinders Dæksel (Fig. 105). Det følger af sig selv, at det ringformede Stempel i Lavtrykscylindren ogsaa maa have Stempelring indvendig. Dampfordelingen besørges af en Glider (Hicks Glider), der kun adskiller sig fra en almindelig Kasseglider ved at have en Kanal gjennem Kassens Gods (Fig. 105). Spildedampskanalen og den store Cylinders Kanaler ere som for en almindelig

Kasseglider; udenom dem samt gjennem Endebundene gaa Kanalerne til den lille Cylinder. Dampens Gang er angivet af Pilene i Figur 105, og det ses, at Spildedampen fra den lille Cylinder gaar gjennem Gliderens Kanal over for at arbejde i den store Cylinder, hvori den spiller rundt om den lille Cylinder; endvidere ses at den store Cylinders Spildedamp gaar bort gjennem Gliderens indre Hulhed. Den ene af den store Cylinders Stempelstænger gaar tværs igjennem én af den lille Cylinders Kanaler, men den gaar her for Tætheds Skyld gjennem et faststøbt Rør, som Dampen i Kanalen spiller udenom.

I et Par af vore Skibe findes der *enkelt Maskiner* af denne Slags, og naar der skal manøvreres med en af dem, maa man altid have en Dorn parat for at kunne stikke den i et Hul i en Skive paa Axlen og dreje Maskinen af Dødpunktet, dersom den skulde stoppe der. Ved enkelt Maskiner hænder det ofte, at Gliderens Dækninger tillukke Kanalen, naar man skal sætte i Gang; man maa da slaa ca. $\frac{1}{4}$ Slag modsat Vej, førend man kan faa Maskinen til at gaa, som den skal.

66. I **Maskiner med diametrale Krumtapper** (Fig. 9) besørges Dampfordelingen af en Glider, som ser ud, som om det var to Kasseglidere, der stod ved Enden af hinanden (Fig. 106). Gliderkassen ligger i Reglen mellem Cylindrene, og den har da et Dæksel paa Siden. Gliderspejlet er anbragt paa Lavtrykscylindrens Kanalparti, der intet mærkeligt frembyder; udenfor dens Kanaler komme Højtrykscylindrens Kanaler, som først gaa samme Vej som de andre men derpaa modsat Vej gjennem Gliderkassens Top og Bund. Dampens Veje ere i Figur 106 angivne ved Pile, og det ses, at Gliderens ene Hulhed (Kasse) fører Dampen fra den lille Cylinder over til den store, og at den anden Hulhed fører Spildedampen bort fra den store Cylinder.

Da alle disse Maskiner ere enkelte, maa Axlen have

en Skive med Indhak, for at man kan dreje Maskinen fra dens Dødpunkt, dersom den stoppede der, hvilket det dog paa Grund af den gode Balancering (se 6) ikke er vanskeligt at undgaa. Denne Skive er ofte forsynet med en Krumtapspind, og den tjener da som Krumtapsskive for den lille Cylinder. De fleste af disse Maskiner have Indsprøjtningskondensatorer, da de mest bruges til Kystfart i Østersøens og tildels Kattegattets lidet salte Vande. Den store Cylinders ene Maskinstativ tjener som Kondensator (Fig. 107), og Pumperne trækkes fra dens Krydshovede. — Bruges der Overfladekondensator, er den rund og fæstet til Skibssiden, i saa Fald trækkes Luft- og Fødepumpen fra den lille Cylinder, hvis ene Stativ er Varmvandskasse, og Cirkulations- og Lastpumpen trækkes fra den store Cylinder.

Høj- og Lavtryks Orlogsmaskiner.

67. Almindelige Bemærkninger. Samtlige Orlogsmaskiner ere Skruemaskiner, da baade Hjul og Hjulmaskiner let skydes itu. Maskinerne maa være lave, da de ikke maa rage for nær op til Vandlinien, — kun i mindre Skibe findes der Undtagelser herfra, — og alle Spildevandsventiler maa anbringes et godt Stykke under Vandgangen. Da Hammermaskiner ere høje, selv om Slaget og Plejlstangen forkortes det mest mulige, kunne de kun bruges i meget dybtgaaende Skibe — vore Farvande ere for grundede dertil — eller i smaa Skibe, hvori det tillades Maskinen at rage op over Vandgangen. Liggende Maskiner ere som Følge heraf mest anvendte, uagtet Cylindrene slides ovale, og uagtet disse Maskiner maa nøjes med meget korte Slaglængder og Plejlstænger, især naar de have direkte Forbindelsesstænger. Alle nyere Maskiner

ere Receivermaskiner (ofte med to Lavtrykscylindre), de ældre ere Tvillingmaskiner med Cylindrene stillede ved Enden af hinanden. En Del Maskiner ere indrettede saaledes, at man under Kamp kan lade Kjedeltrykket falde ned til at være omtrent lig Atmosphærens Tryk, da saa en Kjedelexplosion ikke kan indtræffe. Ved en Receivermaskine afbrydes i saa Fald ved passende Ventiler Forbindelsen mellem Cylindrene, og andre Forbindelser aabnes, saaledes at den lille Cylinders Spildedamp gaar lige til Kondensatoren, og den store Cylinder faar direkte Damp. Ved en Maskine med Cylindrene ved Enden af hinanden aabnes en Forbindelse, hvorved Dampen føres direkte ind i Mellemdamprøret, saa at kun den store Cylinder udvikler Arbejde. Det er en Selvfølge, at Hestekraften aftager, og Skibet mister nogle Knobs Fart.

Af Orlogsmaskiner kræves der ringe Vægt i Forhold til Størrelsen. Blødt Staal anvendes derfor nu meget, dels smedet Staal til de arbejdende Stænger, dels almindeligt, støbt Staal til Stativer og Fundamenter, dels komprimeret Staal til Foringer i Cylindre og til Krumtapsaxler; i sidste Tilfælde støbes baade Axlen og Krumtapspindene hule. Overfladekondensatorer laves nu af samme Grund af Metal, enten af støbt Metal eller af valsede Plader; anvendes det sidste, er Kondensatoren altid cylindrisk.

68. Orlogs Hammermaskiner ere Receivermaskiner og ligne sædvanlig i alle Hovedtrækkene Koffardimaskinerne. Af Hensyn til Højden gaa Stempelstængerne aldrig ovenud.

Torpedobaads Maskiner (Fig. 108) ere uagtet deres store Damptryk (ca. 130 Pund) og Omdrejningstal (400 pr. Min. for de større og ca. 600 for de mindre Maskiner) overordentlig let byggede. Stativerne ere kun Staalsøjler, der indbyrdes afstives ved Staalbolte. Kuliserne ere fæstede til Cylindrene og til Tværstykker mellem Søjlerne. Overfladekondensatoren ligger ved Siden af Maskinen, og Vandet cirkuleres ved en Centrifugalpumpe. Luftpumpen

trækkes paa sædvanlig Maade, men Føde- og Lastpumperne trækkes for at faa en langsom Gang af en excentrisk Tap, som sidder paa et Snækkehjul, der drejes rundt af en paa Maskinaxlens forreste Ende anbragt Snække. — Denne spinkle Bygningsmaade begynder nu ogsaa at finde Indgang andre Steder, idet mange Barkasmaskiner og enkelte store Orlogsmaskiner ere byggede efter «Torpedobaadstypen».

69. Liggende Maskiners Særegenheder. For at bære *Stemplet* anbringes der forneden en Jernklods mellem Stempellegemet og Stempelringen. Naar Pladsen tillader det, sættes der en Stempelstang eller en Trunk bagud fra Stemplet for at bære det. Maskiner med direkte Forbindelsesstang have i Reglen kun én *Kulise*, der ligger forneden, og i Reglen er den og *Krydshovedet* indrettet som ved Hammermaskiner med enkelt Styr (se 26). Ved Maskiner med tilbagegaaende Forbindelsesstang har denne Stang i Reglen ingen Gaffel, men den griber om en Søle paa Midten af Krydshovedet (Fig. 109, a), der er en vandret Bom med to Lapper, én opad og én nedad, hvori Stempelstængerne befæstes. Styreklodserne kunne omslutte Krydshovedet og styres mellem to Par Kuliser (Fig. 109, b), af hvilke de nedre Kuliser optage Sidetrykket for Gangen fremad, da de ere bedst understøttede, idet de direkte hvile paa Fundamentet. Krydshovederne kunne forøvrigt ogsaa være befæstede til en Art Buk (Fig. 110) og styres af én Kulise. *Plejlstængerne* ere i Reglen cylindriske og forsynede med runde Pander. *Hovedlejerne* ere anbragte i Maskinstativerne og indrettede til at spændes til i vandret eller skraa Retning (Fig. 115 og 114), da Trykket væsentligst gaar i vandret Retning. Ved en Del Maskiner med tilbagegaaende Forbindelsesstang er man nødt til at lægge Pandelejernes Dæksler vandret (Fig. 116), og Panderne maa saa spændes til ved lodrette Kiler, hvorfra skrueskaarne Forlængelser gaa op gjennem Møttriker, som hvile paa Dækslerne. Egentligt *Fundament* under hele Maskinen anvendes ikke

mere, da Platformen og Skibsbunden give Stivhed nok. Til Cylindrene, der hvile paa Fødder, fastboltes *Maskinstativerne* [main frame], hvis andre Ender samles ved Fundamentet for Kondensatoren (Fig. 114) eller ved Ramstykker (Fig. 115). Kulisserne kunne ved Tværstykker fæstes til Stativerne (Fig. 114, b) eller hvile paa deres Ramstykker (Fig. 115) eller paa Kondensatorens Fundament (Fig. 116). For Tilgængeligheds Skyld anbringes *Gliderne* for og agter i Maskinen (Fig. 114) eller ovenpaa Cylindrene (Fig. 115); i sidste Tilfælde indskydes der en Vægtstang for at forplante Bevægelsen fra Gliderkvadranten til dem. Excentrikstængerne komme til at ligge ned (Fig. 111), der maa derfor paa Kvadrantaxlen anbringes en Kontravægt for Gliderkvadranternes og en Del af Excentrikstængernes Vægt. Manøvrepladsen er en Platform ovenover Maskinen eller foran Maskinen; i sidste Tilfælde kan det være nødvendigt, som i Fig. 111, at indskyde koniske Hjul mellem Rattets og Snækkens Axel. I denne Figur, der viser et Igangsætningsapparat for en Maskine med tilbagegaaende Forbindelsesstang, ere Excentrikstængerne ogsaa viste tilbagegaaende, hvad de sædvanlig maa være af Mangel paa Plads mellem Axlen og Gliderkassen ved disse Maskiner. For Skibets Balances og for Pladsens Skyld anbringes *Kondensatoren* i Reglen ligeoverfor Cylindrene paa modsat Side af Axlen (Fig. 114), ved tilbagegaaende Forbindelsesstang kommer den saa til at ligge ovenover Kuliserne (Fig. 116) eller ved Siden af dem (Fig. 118); i enkelte Tilfælde kan der kun blive Plads til Kondensatoren ved Siden af Maskinen (Fig. 115). *Spildedampsrøret* er i Reglen af Kobber og forsynet med Expansionssamling; det maa helde mod Kondensatoren, for at Vand, der kommer i det, kan have frit Afløb. *Luftpumpen* er dobbeltvirkende og trækkes ved en extra Stang paa Dampstemplet (Fig. 114); ved tilbagegaaende Forbindelsesstang trækkes den dog ofte ved en Arm fra en Stempelstang (Fig. 118).

Cirkulationspumpen kan være af samme Indretning og trækkes paa samme Maade (Fig. 114), eller ogsaa kan den være en Centrifugalpumpe og have sin egen Maskine (Fig. 115). *Føde- og Lastpumperne* trækkes paa samme Maade som Luftpumpen (Fig. 114) eller ved en Excentrik (el. en excentrisk Tap) paa Hovedaxlen (Fig. 117). *Smøringen* af Kuliserne sker ved Kopper eller direkte ved en Oliekande; Kam paa Styreklodsen anvendes aldrig her. Panderne for Krumtapspinden og ofte tillige dem for Krydshovedet kunne smøres med Slikkekopper (Fig. 112), der have en flad Opstander, som slikker Olien af en flad flettet Væge. Krumtapspanderne smøres hyppigt ved Teleskopsmøreapparater (Fig. 113), ved hvilke Olien føres fra Smørekoppen ned gjennem et med Hængsler forsynet Udtræksrør.

70. En **liggende Receivermaskine** kan have direkte Forbindelsesstang og være svagt heldende eller horizontal, eller ogsaa kan den have tilbagegaaende Forbindelsesstang og være horizontal.

Figur 114 viser en svagt heldende *Maskine med direkte Forbindelsesstang.* Gliderne ligge for og agter, og Receiveren gaar udenom den lille Cylinder og ovenom den store. Kondensatoren, der har tværskibs liggende Rør, er anbragt ovenover sine Pumper, og ved dens Sider ligge parvis Føde- og Lastpumperne. Samtlige Pumper trækkes ved Stænger direkte fra Dampstemplerne.

Figur 115 viser en *Maskine med tilbagegaaende Forbindelsesstang* med Gliderne ovenpaa Cylindren. Af Hensyn til Pladsen har her Kondensatoren maattet lægges foran Maskinen, og dette har atter bevirket, at Lavtrykscylindren er kommen foran Højtrykscylindren. Cirkulationen besørges ved en Centrifugalpumpe, som har sin egen Maskine og staar i en Krog af Maskinrummet. Luftpumpen trækkes ved en Stang fra Lavtryksstemplet, Fødepumperne ved Arme fra Stempelstængerne og Lastpumpen

ved en Excentrik. — Ved andre af disse Maskiner anbringes Kondensatoren ovenover Krydshovederne (omtrent som i Fig. 116).

71. Liggende Maskiner med Cylindrene ved Enden af hinanden ere alle horizontale og Tvillingmaskiner.

Figur 116 viser en Maskine med *tilbagegaaende Forbindelsesstang.* Hver af dens to Maskiner har sin egen Kondensator med langskibs Rør. Kondensatorens Ender hvile paa et Fundament, hvori der er en Udskæring for Krydshovedet, og hvori begge dens Pumper anbringes. Luft- og Cirkulationspumperne trækkes direkte fra Lavtrykstemplet. Føde- og Lastpumperne trækkes her ved Excentriker og ligge ved Maskinens Ender.

Figur 117 viser en *Trunkmaskine.* For dens to Maskiner er Kondensatoren fælles, og den ene af Maskinerne trækker Luftpumpen og den anden Cirkulationspumpen. Føde- og Lastpumperne trækkes ved Excentriker. — Smøringen af Bolten i Bunden af Trunken besørges ved et Rør fra en Kop paa Trunkens øvre Rand.

72. Ved Skibe med **Tvillingskrue** (ɔ: to Skruer) trækkes hver Skrue af sin egen Maskine. Er Skibet bredt nok, og det er det i Reglen, ligge Maskinerne Side om Side, og de ere anordnede som ovenfor beskrevet. Er Skibet derimod smalt, lægges den ene Maskine agten for den anden, og de ligge da horizontalt og have direkte Forbindelsesstang, og den, hvis Cylindre ligge i den ene Side af Skibet, trækker Skruen paa den anden Side. Kondensatoren lægges i Reglen mellem Cylindrene og den nærmeste Skibsside, og den forreste Maskines Axel gaar da mellem den agterste Maskines Kondensator og dens Cylindre.

73. Liggende **Trecylindermaskiner** ere meget anvendte i **den franske Marine**, hvor de ere uddannede til en ret ejendommelig Type (Fig. 118). I Reglen har hver af de to Lavtrykscylindre sin egen Kondensator (tidligere Indspr. nu Overfl.). Kondensatorerne pleje at ligge for og agter i

Maskinen, og hver af dem har sine egne dobbeltvirkende Luft- og Cirkulationspumper. Føde- og Lastpumperne kunne trækkes fra Axlen f. Ex. ved en excentrisk Tap, men tillige ligger der ligeoverfor Højtrykscylindren en fra denne trukket meget stor Lastpumpe, der ligner Luft- og Cirkulationspumperne og bruges, naar Skibet er læk. Gliderne ligge ovenpaa Cylindrene og trækkes fra Krumtapper paa en Axel, der ligger lodret over Hovedaxlen og trækkes fra denne ved to lige store Tandhjul. Glideraxlens Tandhjul sidder løst paa den og har en Slidse, hvori der kan gaa en Pind fra en Slags Krumptap, som er fastkilet paa samme Axel. Slidsens ene Ende trækker Pinden og dermed Glideraxlen, naar der gaas fremad, og den anden Ende trækker Pinden, naar der gaas tilbage. Gangen skiftes altsaa ved at dreje Glideraxlen en vis Vinkel, og dette udføres ved et Haandhjul, der paavirker et sindrigt System af Tandhjul (Mazeline's Igangsætningsapparat).

Gliderne ere sædvanlig **D-Glidere**; denne Glidertype var ellers forladt, men her blev den gjenoptaget i en forbedret Skikkelse (Dupuy de Lôme's lange D-Glidere). Glideren (Fig. 119) bestaar af to halvrunde (D-formede) Endepartier, hvis flade Sider vandre mod Gliderspejlet, og hvis runde Sider holdes tætte ved Pakdaaser, i hvilke Pakningen ikke virker direkte paa Glideren men presser smidige Metalstykker ind imod den, saa at Friktionen bliver ringe og Pakningens Varighed stor. Endepartierne ere samlede ved et fladt Mellemstykke, der er støbt i ét med dem og lukket for Enderne. Dampen strømmer ind ved Gliderens Midte og ud ved dens Ender, hvis Spildedampsrør samles til et fælles Rør. Sammenlignes D-Glidere med Kasseglidere ses, at de blive større, men at de til Gjengjæld ikke trykkes ind mod Spejlet af Dampen. — Da Dampen strømmer ind forinden ses, at dersom Glideren skulde trækkes direkte ved en Excentrik, saa

maatte denne stilles modsat af en Kassegliders, altsaa ca. 180° — 125° = 55° bagud for Krumtappen.

Højtryks Skruemaskiner.

74. Højtryksmaskinerne, det er de Maskiner, der gaa med enkelt Expansion og uden Fortætning, anvendes kun i enkelte Smaafartøjer, saasom Dampbarkasser og enkelte Bugserbaade, ved hvilke det drejer sig om at have ringe Anskaffelsesomkostninger. De ere nu alle Hammermaskiner og hyppigere enkelt Maskiner (om saadannes Manøvrering se Slutningen af 65) end Tvillingmaskiner. Figur 120 viser én af dem; ved den ligge Fødepumpen og Lastpumpen vandret og trækkes ved samme excentriske Skive. Spildedampen gaar gjennem en Forvarmer hen til Blæserøret i Skorstenen (nærmere herom senere).

Lavtryks Skruemaskiner.

75. Almindelige Bemærkninger. Lavtryksmaskiner, det er Maskiner med enkelt Expansion og Fortætning, findes anvendte i alle ældre Skibe (sædv. 20—30 Punds Tryk) og i enkelte nyere (sædv. 50—60 Punds Tryk). Paa Grund af de lave Tryk have disse Maskiner store Cylindre og i Reglen Indsprøjtningskondensatorer.

De allerældste Maskiner kunde ikke gaa hurtigt nok rundt til at bevæge en Skrue, og de havde derfor Tandhjulsudvexling; det store Hjul, der sad paa Maskinaxlen, havde Trætænder for at formindske Støjen. Mange af

disse Maskiner vare byggede som de samtidige Hjulmaskiner men blot opstillede langskibs.

76. De yngre Lavtryks **Koffardimaskiner** ere Hammermaskiner og i Reglen Tvillingmaskiner. De fleste af dem have Kondensatorer i Maskinstativerne og Luft-, Føde- og Lastpumpe for hver Maskine; nogle af dem have dog en fælles Kondensator, der er opstillet mellem Luftpumperne. — Mange af disse Maskiner ere senere *ombyggede til Høj- og Lavtryksmaskiner* [to be compounded] for at bruge mindre Kul. En saadan Maskine faar nye Kjedler med højere Tryk, og i Reglen bliver der sat en ny Højtrykscylinder ovenpaa hver af de to gamle Cylindre, der altsaa komme til at virke som Lavtrykscylindre i den ændrede Maskine. Den faar ligeledes en Overfladekonsator, der fæstes paa Maskinen eller paa Skibssiden, og i Reglen indrettes den ene af Luftpumperne til at virke som Cirkulationspumpe, men kan dette ikke lade sig gjøre, saa anbringes der en Centrifugalpumpe.

De ældre Koffardiskruemaskiner vare i Reglen stillede skraat nedad hver fra sin Side mod samme Krumtap; dette faldt meget naturligt i den Tids skarptbyggede Skibe, og Hammermaskinerne vare endnu ikke opfundne. I Sverrig vare de meget udbredte.

77. Af Lavtryks **Orlogsmaskiner** findes der en Del temmelig nye, da man her længe var betænkelig med at gaa over til de højere Tryk. Alle de ældste af dem havde af Hensyn til Træskibenes ringe Stivhed et Fundament (en Ramme) under sig, og i dette var Kondensatoren hyppigt anbragt enten under eller lige ved Cylindrene. De ere Tvillingmaskiner; — undertiden brugtes ogsaa dengang fire Maskiner, to og to paa samme Krumtap.

De nyere af *Maskinerne med direkte Forbindelsesstang* lignede i Hovedanordningen vor Tids Maskiner (se Fig. 114), men de vare ikke meget udbredte. *Maskinerne med tilbagegaaende Forbindelsesstang* bleve derimod hyppigt byg-

gede; deres Hovedanordning, der intet særlig mærkeligt frembyder, vises i Fig. 121. — Vore ældste Maskiner af denne Slags have Kondensatorerne mellem Cylindrene og Luftpumperne omtrent under Axlen. — I den franske Marine ere baade Kondensatorer og Luftpumper anbragte over Kuliserne, saa at Krydshovederne komme til at gaa i Tunneler.

Hovedanordningen i de tidligere meget hyppigt byggede *Trunkmaskiner* vises i Fig. 122. Naar de gaa fremad, gaar Plejlstangens Sidetryk ikke som ved andre liggende Maskiner nedad men opad, saa at Vægten af Stempel m. m. kommer til at modvirke det i Stedet for at forøge det. Den mod Axlen vendende Trunk er styrket ved Ribber og støbt i ét med Stemplet; den anden Trunk er boltet fast (Fig. 123). Midt i Stemplet findes der et aflangt Hul, tværs over hvilket der gaar en Bolt til Plejlstangen; denne Bolt er hyppigst af Støbejern og hul. — Ved en «Trunkmaskines Diameter» forstaas Diametren af en Cylinder, der har samme Tværsnits Areal som den Del af Trunkstemplet, hvorpaa Dampen virker. Dette Areal er lig Trunkstemplets fulde Areal Minus det hele eller det halve Trunkareal, eftersom Maskinen har dobbelt eller enkelt Trunk.

Skrueskibes Axelledninger.

78. Hovedanordningen for enkelt Skrue vises i Figur 124, hvori de skraverede Dele forestille Snittet gjennem Skibsskroget og Opbygningerne derpaa. Forrest findes Krumtapsaxlen hvilende i Lejer i Maskinfundamentet og forsynet med Snækkehjul, saaledes som det er omtalt i 28, 29 og 30, og derefter komme et Par *Mellemaxler* og endelig *Skrueaxlen*. Koblingerne bestaa af Flanger og

Bolte, ligesom det er omtalt i 28; i Træskibe lægges der Kautschukskiver under Møttrikerne af Hensyn til disse Skibes Fjedringer. Axlerne bæres i *Lejer* [plummer block], som hvile paa Opbygninger, og Skruens Tryk [thrust] afgives til et særligt Leje, *Stoplejet* ved Hjælp af Kraver [collar] paa den Axel [thrust shaft], der ligger nærmest ved Maskinaxlen. Kraverne ere dannede ved at dreje ind i en Fortykkelse af Axlen, og de omsluttes af Stoplejet, der overfører Trykket til en solid Opbygning, der nu er stærkt forbundet med Opbygningen under Maskinen. Ved intet af de andre Lejer maa der være Kraver (se 28) og Plejlstangspanderne maa være lidt kortere end Krumtapspindene; thi var det ikke saaledes indrettet, varmede vedkommende Lejer, naar Stoplejet blev slidt. Agtenfor Maskinrummet findes der et *vandtæt Skodt* med en Pakdaase om Axlen og en vandtæt Dør (se Slutn. af 12), der fører ind til en udenom Axlen værende Gang, *Tunnelen* [tunnel], der gaar langs Bunden af Lasten. Agtertil afsluttes Tunnelen ved et Skodt, og fra dette føres Skrueaxlen ud gjennem et Rør, *Stævnrøret* til Skruen, der gaar rundt i et Hul agter i Skibet mellem den egentlige Agterstævn og Rorstævnen.

79. **Stoplejet** eller Tryklejet [thrust-block], der hviler paa en Underlagsplade og kan forstilles ved Skruer eller Kiler, er i sin simpleste Form af Støbejern og forsynet med Fordybninger, som svare til Axlens Kraver og ere forede med hvidt Metal; bedre er det imidlertid at lade Trykket optage af *Metalringe*, der hvile i Fordybninger i Støbejernet (Fig. 125). Disse Bronzeringe bestaa hver for sig af to Halvdele, der ved mellemlagte vandrette Metallister ere forhindrede i at løbe rundt. Smøringen besørges af en lang Smørekop med et Smørerør for hver Krave paa Axlen. Vandkjølingen besørges ved en Kop med et Hul for hver Krave eller ved en Art Lem paa Lejets Side. Mange af disse Lejer ere hule og stadig gjennemstrømmede af Vand, da Stoplejer meget let komme til at

varme. — Efterspænding og nøjagtig Tilpasning er umulig ved denne Art Lejer men let at udføre, naar man lader Trykket optage af Støbejerns *Hestesko*, som ere forede med hvidt Metal (Fig. 126) og indrettede til at forstille f. Ex. ved Skruer, der gaa gjennem Lapper paa dem og ere indpassede mellem Knaster paa Lejets faste Del. Naar Lejet er slidt, stilles én af Hesteskoene for bak, og Axlen ligger da fast. For at undgaa Rystelser af Axlen hviler den i Lejer ved begge Ender (el. blot den ene Ende) af dette Stopleje.

De sidstnævnte Lejer og de øvrige **Lejer i Tunnelen** have ingen Pander (Fig. 127) men kun en Foring af hvidt Metal i Bunden, og Dækslet slutter kun med sine Rande til Axlen. De kunne være saa simple, da de kun skulle bære Axlens Vægt og ikke som Maskinens Hovedlejer tillige Trykket fra Plejlstangen.

80. Stævnrøret (Fig. 128) eller Tunnelrøret [stern tube] er i Koffardiskibe af Støbejern og i Orlogsskibe af Metal. Fortil fæstes det ved en Flange til det tidligere nævnte Skodt, og agtertil kan det gaa gjennem Stævnen og fastholdes ved et Bryst forinden og en Møttrik, der skrues paa dets ydre Ende; — der pakkes omhyggeligt og klines tæt til med Portlandcement. Røret slutter ikke tæt til Skrueaxlen, og derfor anbringes der i dets indre Ende en Pakdaase, som kan spændes til fra Tunnelen men kun pakkes om, naar Skibet er i Tørdok eller paa Beding. Agter i Røret findes der en Bøsning [stern bush], der tjener til Leje for Skrueaxlen; undtagelsesvis findes denne Axel ogsaa understøttet paa Rorstævnen. Bøsningen, der fastholdes ved en Flange og Skruer, er lavet af Metal og foret med Lister af Pokkenholt [lignum vitæ], der i Reglen ere indlagte i Riller i Metallet; Vandet besørger Smøringen. I mange Tilfælde anbringes en lignende Bøsning inde i Røret tæt ved Pakdaasen. **Skrueaxlen** [screw-shaft] er beklædt med Metal paa de Steder, hvor

den gaar i Pakdaasen og i Pokkenholten; i Orlogsskibe er ogsaa det mellemliggende Stykke forsynet med en Foring, der dog er tyndere. — I en Del Skibe erstattes ovennævnte Bøsning af en «Tinforing», der er lavet af en særlig Art hvidt Metal og gjort lidt konisk udvendig og presset fast ind i Røret. Axlen kan her undvære Metalforinger, men der maa smøres, hvilket kan ske ved at presse smeltet Tælle ind i Røret ved en «Tællepumpe», der er anbragt paa Skodtet agter i Tunnelen.

I *Træskibe* er Agterpartiet massivt, og Stævnrøret anbringes i et derigjennem boret Hul, og det holdes tæt ved en Kalfatring og understøttes ved en Bøsning, som er lagt udenom dets Agterende og befæstet til Skibet ved Skruer.

81. I Skibe med **Tvillingskrue** [twin screw] kan der (se Fig. 129) indrettes en Art Stævn inde i Skibet for hver Skrueaxel, og Stævnrørets Yderende kan hvile i en Metaltud, der er boltet til Skibssiden. Lige ved hver Skrue anbringes der en Axelbæring, som bestaar af en tobenet Smedejernsbuk, der er boltet til Skibet og bærer en Metalbøsning, som er foret med Pokkenholt. Axlens udenfor Skibet liggende Stykke er omgivet af et af tynde Plader lavet Rør, som er befæstet til Axelbæringen og til Tuden paa Skibet.

Skibsskruer.

82. En ret **Skrueflade** frembringes, ved at *en retliniet Frembringer bevæger sig jævnt rundt om og langs ad en fast, ret Ledelinie, Axen*, som den stadig staar vinkelret paa. Fladen kan ligge indeni en Cylinder med samme Axe og med Frembringeren til Radius, og hvis Diameter og Radius kaldes *Fladens Diameter* og *Radius*. En

Skruelinie frembringes, ved at *et Punkt bevæger sig jævnt rundt om og langs ad en ret, cirkulær Cylinder*, hvis Axe, Diameter og Radius kaldes *Skrueliniens Axe, Diameter* og *Radius**. Ved baade Fladen og Linien forstaas ved *Stigning* det Stykke, der er gaaet langs Axen (eller en Frembringer i Cylindren) for én Omdrejning. Til $\frac{3}{8}$ Omdrejning svarer $\frac{3}{8}$ Stigning o. s. v.

Foldes en retvinklet Trekant om en ret, cirkulær Cylinder, saaledes at dens ene Kathete følger Grundfladens Periferi, saa vil Hypothenusen, som Fig. 130 viser, danne en Skruelinie. Staar en Frembringer stadig vinkelret paa Cylindrens Axe, og følger den Axen og Skruelinien som Ledelinier, saa vil den frembringe en ret Skrueflade. Baade Skruefladen og Skruelinien ligge mellem to Planer vinkelrette paa Axen i Afstanden $OP = BC = B'C'$, der kaldes deres *Højde*. Fladens *Længde* OP er lig dens Højde og lig Trekantens lodrette Kathete $B'C'$; Skrueliniens Længde AB er derimod lig Trekantens Hypothenuse AB'. Trekantens Vinkel $B'AC'$ kaldes baade Fladens og Liniens *Vinkel*. Den for Fladen og Linien fælles Stigning er lig $OQ = AD$ og lig den lodrette Kathete $A'D'$ i $\triangle\ AD'A'$, hvis vandrette Kathete AA' er lig Cylindrens Omkreds og altsaa lig π Gange Diametren, der er fælles for Fladen og Linien. Et Snit med en paa Axen vinkelret Plan skjærer Fladen i en ret Linie, og et Snit med en Cylinder med samme Axe skjærer den i en Skruelinie (vist med Punkt og Streg). Denne nye Skruelinie faar samme Stigning som den gamle men en mindre Diameter og en mindre Længde samt en større Vinkel. Dette viser, at Fladen bliver stejlere og smallere indad mod Axen. En Skrueflade kan bevæges henad sig

* Ved en Vindeltrappe svarer Spindelen til Axen og Trappetrinenes Kanter til Frembringerstillinger i en Skrueflade; Vangen er formet efter en Skruelinie.

selv ved en passende jævn og samtidig Forskydning og Omdrejning (én Stign. pr. Omdr.); sker Bevægelsen bort fra en Person, som drejer «med Uhret», kaldes Fladen en *højre Skrue*, ellers kaldes den en *venstre Skrue*.

Andre Skrueflader kunne fremstaa, naar Frembringeren staar skjævt paa Axen, eller naar den er krum, men det ovenfor udviklede overføres let paa dem.

83. Skibsskruen [screw; screw propeller] bestaar af et Nav [boss] med nogle Blade [blade], hvis Agtersider ere Skrueflader. Var der simpelthen benyttet et Stykke Skrueflade, vilde Udseendet, som Fig. 131 viser, agterfra være et Cirkeludsnit og fra Siden et Rektangel, hvis ene Ende var svagt afrundet, men der bliver imidlertid altid afskaaret en Del for at jævne Skruens Gang. Nu tilspidses i Reglen Bladet udadtil (vist punkteret); tidligere var i Regelen det forreste Hjørne stærkt afrundet og det agterste svagt afrundet (vist med Punkt og Streg). I nogle Skruer har hvert Blads forreste Del en formindsket Stigning for ikke at slaa for stærkt i Vandet; af lignende Grund blive nogle Skruers Blade krummede eller bøjede agterefter. Krumme Blade gaa under Fremadgang med den hule Side mod Vandet, og derved formindskes Vandets Slag mod Skibets Stævn og Centrifugalkraften. Ved Griffith's Skruer er Navet meget stort, og Bladenes ydre Halvdel er krummet forefter (Fig. 133); Stigningen er lidt større ved Bladets Yderende end ved dets Inderende. — En Skrues Diameter er begrændset ved Skibets Dybgaaende, da Skruen maa holde sig over Kjølen og altid være tilstrækkelig dybt under det lastede Skibs Vandlinie. Stigningen er et Stykke større end Diametren, og samtlige Blades Projektion paa Endefladen af en Cylinder med samme Axe og Diameter som Skruen er ca. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ af denne Endeflades Areal. Bladenes Antal er i Reglen 4; af og til er det 3, og ved ophejselige Skruer er det 2.

Skruernes Nav og Blade kunne være støbte i ét

Stykke (Fig. 132), og Navet er da i Reglen ovalt eller tilspidset agter til. Bladene kunne ogsaa være forsynede med Flanger og boltede fast til Navet (Fig. 133), der da er hult og kugleformet samt forsynet med Flader til Bladenes Anbringelse; indvendigt er der et koniskt Extranav. Skruer med løse Blade gjøre lidt større Modstand mod Vandet, men de ere lette at reparere. Et Skrueblad er tykkere forinden end foruden (Fig. 133), og det er skjærpet i Kanten (Fig. 132, c). Skrueaxlen gaar konisk gjennem Navet, og den kan f. Ex. fastholdes ved to Nother samt en Møttrik (Fig. 133), og denne kan sikres mod at løsne sig ved en udenfor den anbragt Tværkile, som et paaskruet Pladestykke hindrer i at gaa ud.

Tidligere vare i Reglen Skruerne i Koffardiskibe af Støbejern og i Orlogsskibe af almindelig Bronze, men nu fortrænges Støbejernet mere og mere af støbt Staal og den almindelige Bronze af Manganbronze, da disse nye Materialer udmærke sig ved stor Sejghed og Styrke.

Staar man foran en Maskine i et Skib, der gaar fremad, vil man se, at Krumtappene gaa rundt mod Uhret, naar Skibet har Højreskrue (Fig. 124), men med Uhret, dersom det har Venstreskrue (Fig. 132).

84. De fleste Skibe have **enkelt Skrue**, men mange Orlogsskibe og enkelte Koffardiskibe have **Tvillingskrue**, da der ved at have en Skrue paa hver Side af Skibet vindes større Manøvredygtighed af Skibet (frem med den ene og bak med den anden giver Drejning paa Pladsen), og da der ved at anvende to Skruer dels kan opnaas en stor Hastighed af et lavtgaaende Skib og dels kan gaas fremad selv om én Skrue eller dens Maskine skulde lide et Havari.

Anm. *Skruens Virkning paa et Skib* indskrænker sig ikke alene til at drive det fremad; thi ved enkelt Skrue sende baade det øvre og det nedre Blad Vandstrømme skraat agterud, hver til sin Side men men forskjellig Styrke, da Vandet lettere undviger opad

end nedad, og denne Styrkeforskjel bevirker, at Roret maa ligge lidt skraat, naar der sejles lige fremad, samt at Skruen ved Igangsætningen slaar Skibets Agterende ud til den ene Side og følgelig dets Forende til den anden Side. — For Rorets Skyld maa den ene af to Tvillingskruer være en Venstreskrue og den anden en Højreskrue. — Det, at Skruer sende en stærk Vandstrøm agterud, bevirker, at Skrueskibe lystre deres Ror godt. — Et Skrueskib gaar ikke saa godt bak som frem, da Skruebladenes Forsider have en mindre heldig Form, og da Vandet under Bakningen ikke kan slippe godt fra Skruen, som sender det ind mod Skibet.

85. Skrueskibe med store Rejsninger sejle ofte med Sejl alene, og Skruen vilde i saa Fald hæmme Skibets Gang, hvis den stod fast; den indrettes derfor enten til at udløse, saa at den kan dreje frit rundt, eller til at hejse op, saa at den er helt af Vejen.

Ved en **udløselig Skrue** [disconnecting screw] anbringes der foran Tryklejet en Glidemuffe, der kan bevæges langs Nother f. Ex. ved et Drev, som griber ind i Tænder i en af Notherne (Fig. 134). Muffens Tapper kunne herved bringes ud af Indgribning med Flangen foran den (sædv. Snækkehjulet). Under Manøvrer med dette Apparat fastholdes Skruen ved en Bræmse [brake], der bestaar af to Bøjler, som kunne spændes sammen om én af Axlernes Koblinger (Fig. 135).

En **ophejselig Skrue** [lifting screw] er tobladet, og dens Nav er støbt i ét med et Stykke Axel, hvis agterste Ende trykker mod en Sporpande, naar der gaas bak, og hvis forreste Ende forbindes med Skrueaxlen ved en udløselig Kobling (Fig. 136). Denne er i Reglen en saakaldet T-Kobling, der bestaar af et paa Skrueaxlen fastkilet Hovede, som er forsynet med en Rille, hvori en med Skruebladene parallel Ribbe (Noth) paa Skruens Axel griber ind. Skruens Axel hviler i Lejer i Skruerammen [banjo frame], som hviler paa et Par Knægte og styres ved Stævnene f. Ex. ved at omslutte et Par Skinner. Disse Skinner bære Tænder, hvori to Pahler gribe ind under

Ophejsningen. Medens Skruen hejses op, fastholdes dens øvre Blad ved en enarmet Vægtstang, som ved Hjælp af en Skrue presses ned i et Indhak i dette Blad. Ophejsningen sker ved et Tov (el. to parallele Tove), der gaar om en Skive i Skruerammen samt gjennem en Blok, som tilligemed Tovets faste Ende er fastgjort i den afstivede Mesanbom eller i en Buk. Skruen hales op i et Hul, Skruebrønden, som ellers holdes lukket ved Lemme. Under Nedfiringen trækkes Pahlerne ind i Rammen ved Kjæder, og naar Skruen er paa Plads, hales Tovet op og en Kjæde ned istedetfor det, saa at det atter kan faas tilbage. Maskinen indstilles efter passende Mærker, naar Skruen skal op eller ned. Medens Skruen benyttes, holdes Rammen nede ved et Par Støtter, som hver for sig spændes fast ved en Skrue, der gaar gjennem et Tværstykke, der kan støttes mod et Par faste Knaster. Skruerammen m. m. er af Bronze.

86. Skal **Stigningen** [pitch] af en Skibsskrue **bestemmes**, kan den lægges vandret og forsynes med et Tværstykke i Hullet, hvis Centrum derpaa findes. Om Centrum slaas den størst mulige Cirkel paa Navet, og af denne Cirkel bestemmes en passende Brøkdel f. Ex. $\frac{1}{24}$ (Fjerdedelen af en Bue, hvis Korde er lig Radius), denne Bue afsættes ligeud for et Blad. Til Centrum og først det ene og saa det andet Endepunkt af Buen lægges en vandret Retskinne, hvorfra der i begge Tilfælde loddes ned til Skruebladet i samme Afstand fra Centrum; var disse Lodliniers Længdeforskjel $8\frac{1}{4}$ in., saa var Stigningen lig $24 . 8\frac{1}{4} = 198$ in. $=$ 16 ft. 6 in. Almindelig er Stigningen lig Lodliniernes Forskjel multipliceret med Antallet af Dele, hvori Cirklen er delt.

En enkelt Mand kan bestemme Stigningen ved Hjælp af et Apparat (Fig. 137) bestaaende af en Stang, der opstilles i Skuens Axe og bærer en drejelig, vinkelret Arm med en forskydelig Kapsel, hvori en med Stangen parallel

Stift kan glide. Med Stiften kan der opmærkes en Skruelinie paa Bladet; dennes Længde kan maales direkte, dens Højde er lig det Stykke, Stiften er skudt ned, og dens Diameter er lig det dobbelte af Stiftens Afstand fra Stangen. — Ved Skruer, hvis Blade ikke ere for stærkt beskaarne, kunne de samme tre Størrelser maales direkte for den Skruelinie, som dannes af Bladets Yderkant. — Af disse tre Størrelser kan Stigningen bestemmes ved Konstruktion eller Beregning ved Hjælp af Trekant $A D' A'$ med Transversalen $B' C'$ i Fig. 130. Er f. Ex. den opmaalte Skruelinies Længde 16 in., dens Højde 7 in. og dens Diameter 90 in. (se Fig. 138), faas ved den pythagoræiske Sætning

$$16^2 = x^2 + 7^2;$$
$$256 = x^2 + 49;$$
$$207 = x^2;$$
$$x = \sqrt{207} = 14{,}4 \text{ in.}$$

Værdien af x tilligemed $\pi . 90 = 283$ in. er indført paa Fig. 138, hvoraf der, da h er Transversal, faas

$$\frac{s}{7} = \frac{283}{14{,}4};$$

hvoraf Stigningen $s = \frac{283.7}{14{,}4} = 137$ in. $= 11$ ft. 5 in.

87. Skruens Slip [slip]. En arbejdende Skibsskrue skjærer sig en Møttrik i Vandet og trykker paa dette, som saa drives noget tilbage og derved kommer til at yde en Modstand, der bevirker, at Skruen kan drive Skibet fremad. *Skibets Fart* (Hastighed) bliver følgelig mindre end *Skruens Fart*, naar der herved forstaas den Hastighed, hvormed Skruen vilde gaa fremad i en fast Møttrik (én Stigning pr. Omdrejning). Forskjellem mellem disse Hastigheder er at betragte som et Hastighedstab, der nødvendig maa lides, for at Vandet kan gjøre Modstand mod Skruen; dette Tab udtrykkes i Forhold til (i Brøkdel

el. Procent af) Skruens Fart, hvoraf det er tabt, og det kaldes Slip. Altsaa er

$$\textit{Skruens Slip} = \frac{\textit{Skruens Fart} \div \textit{Skibets Fart}}{\textit{Skruens Fart}}.$$

Skal Slippen beregnes, maa Skruens Stigning og Omdrejningstal (lig Maskinens) samt Skibets Fart (logget) være bekjendte. Haves f. Ex. 12 ft. Stigning, 86 Omdrejn. pr. Min. og Skibsfarten 8,9 Kml. pr. Time, saa faas

Skruens Vej pr. Omdr. = 12 ft.
— — - Min. = 12 . 86 ft. (86 Omdr.)
— — - Time = 12 . 86 . 60 ft. (60 Min.)

Altsaa er, idet 1 Kml. = 6080 ft.,

$$\text{Skruens Fart} = \frac{12 \,.\, 86 \,.\, 60}{6080} = 10{,}2 \text{ Kml. pr. Time.}$$

$$\text{Slippen er } \frac{10{,}2 - 8{,}9}{10{,}2} = 0{,}127 \text{ eller } 12{,}7\ \%.$$

Gjennemsnitlig er Skruers Slip 0,10—0,15 el. 10—15 %; den afhænger af Skibets og Skruens Form, og er den for stor, maa Skruen forandres. Modvind forøger og Medvind formindsker Slippen, og ved stor Sejlkraft kan endog Skruens Fart blive mindre end Skibets og altsaa Slippen blive negativ. — Et bugserende Skib har en meget stor Slip (ca. 35 %).

Er en Skrues Middelslip bekjendt, kan man af den og Skruens Fart beregne Skibets Fart. Er f. Ex. en Skrues Slip 11 % og dens Fart 12,1 Kml., tabes der 11 % eller 0,11 af Skruefarten altsaa 0,11 . 12,1 = 1,3 Kml.; følgelig er Skibsfarten = 12,1 — 1,3 = 10,8 Kml. pr. Time.

Anm. Egentlig betyder Slip Vandets hele Tilbageløb, men ved Beregning efter den ovenfor viste, almindelig brugte Methode faas kun den *tilsyneladende Slip* [apparent slip]; thi Skruen gaar ikke i stillestaaende Vand. Ethvert Skib vil nemlig trække en Vandmasse efter sig, og var f. Ex. dennes Hastighed 0,5 Kml. og Skruen i Virkeligheden slog Vandet 1,9 Kml. tilbage, vilde den tilsyneladende kun slaa det 1,9 — 0,5 = 1,4 Kml. tilbage, og den ovenfor omtalte Diffe-

rens mellem Skruens og Skibets Fart vilde i Slippens Beregning kun vise sig lig de 1,4. Er Skibet meget fyldigt agter, slæber det Vandet stærkt med sig; den tilsyneladende Slip bliver altsaa kun ringe, ja den kan endog blive negativ (i roligt Vejr). Viser det sig, at et Skib har ringe eller endog negativ Slip i roligt Vejr, anses det for en Fejl, da Slip er nødvendig for at skaffe Skruen Modstand i Vandet; saadanne Skibe opnaa heller ikke den Fart, som det efter deres Hestekraft var at vente.

Høj- og Lavtryks Hjulmaskiner.

88. Hjulmaskiners Særegenheder. Hjulaxlen ligger højt og tværskibs; Maskinerne maa derfor anbringes skraat eller lodret opad og tværskibs. Hjulmaskiners ringe Omdrejningstal (se 7) bevirker, at Lejerne ikke let løbe varme, samt at man kan anbringe Smørekopperne direkte paa Plejlstangen. Den almindelige Anordning af *Axelledningen* ses i Fig. 139, der viser, at Hovedaxlen eller Mellemaxlen [intermediate shaft] er forbunden med de to Hjulaxler [paddle shaft] ved Hjælp af Krumtapperne. Hovedaxlen hviler i to Lejer i Toprammen (se nedenfor) og bærer Excentrikerne (ved E) og ofte en Krumtap (ved K), der er smedet i ét med den og tjener til at trække Luftpumpen. Hver Hjulaxel hviler i et Leje i Toprammen og i et Leje, som er befæstet til en Platform, der er anbragt udenfor Skibssiden og afstivet mod denne, og hvortil der faas Adgang ved en Dør i Hjulkassens Indervæg, som forøvrigt ogsaa bærer en Pakdaase udenom Axlen. Længdeforskydninger af samtlige Axler kunne forhindres ved Kraver ved Lejerne. En Hjulaxel ligger ofte over Dækket, paa hvilket der i saa Fald anbringes en med Trapper forsynet Overbygning over den. *Krumtapperne* (Fig. 140) ere af Smedejern og pleje at være byggede; deres Arme, der ere tykkest forinden, have et Øje [eye] til Krumtapspinden og et Nav [boss], der er sat varmt paa Axlen og yderligere

fastkilet. Krumtapspinden er befæstet i Mellemaxlens Krumtapsarm f. Ex. konisk og med Møttrik for; i Hjulaxlens Arm er den derimod for ikke at brydes over paa Grund af Skibssidens Bevægelser kun stukket løst ind i Øjet, der kan være udforet med Metal, for at man kan afhjælpe Slid. Til at dreje Hjulmaskiner anvendes næsten aldrig Snækkehjul, idet man kan hjælpe sig ved at dreje Hjulene rundt f. Ex. ved Tallier. *Toprammen* [entablature], der sædvanlig er af Støbejern, bæres i Reglen af to Smedejernssøjler for hvert Leje (Fig. 144), og den afstives mod Sidebevægelser, ved at dobbelte Kiler drives ind mellem den og Dæksbjælkerne. Ved oscillerende Maskiner afstives den yderligere ved et Støbejernskryds ved hver Ende, hvilket er vist med Punkt og Streg i Fig. 147, a.

89. Skraastillede **Receivermaskiner med direkte Forbindelsesstang**, af hvilke én vises i Fig. 141, anvendes nu en hel Del. Receiveren er anbragt om Højtrykscylindren, og hver Cylinder er forsynet med skraa Fødder og i de nyere Maskiner forbundet med Toprammen ved Hjælp af to Smedejerns- eller Staalstænger, der forneden ere firkantede og styre Krydshovedet, hvis Styreklodser omslutte dem. I de ældre Maskiner vare disse Forbindelser derimod af Støbejern og bare Kuliser af samme Materiale. Maskinen er nu fæstet direkte til den forstærkede Skibsbund, de ældre Maskiner havde derimod et rigtigt Fundament. Ved den i Figuren viste Maskine staa Pumperne og Kondensatoren, der her tildels bærer Toprammen, under Axlen, der trækker Pumperne ved Hjælp af Excentriker. Ved andre Maskiner staar Kondensatoren tæt ved Cylindrene under Krydshovederne, og Pumperne staa udenfor den og trækkes fra Krydshovederne ved vinkelformede Balancer, hvis Lejer staa paa Kondensatoren. — De i 7 omtalte store Tvillingmaskiner fremvise ingen væsentlige Afvigelser herfra. Da der ved dem virker to Plejlstænger paa samme Krumtapspind, maa den ene Plejlstang omslutte

den anden med en Gaffel, eller ogsaa maa begge have skjæve Gafler ved Krydshovederne.

90. Særegenheder ved oscillerende Maskiner. *Stempelstangen* (Fig. 142) er stukket fra neden op i Stemplet, for at dens Møttrik, der ofte er fræset ned i Stemplet, kan være let tilgjængelig. Dens Hovede maa være kilet fast paa den og være forsynet med Pander ligesom en Plejlstang. *Pakdaasen* maa have en meget lang Bøsning forneden, for at den ikke skal slides for hurtigt ud paa Grund af de Tryk, der hidrøre fra Cylindrens Svingninger. *Cylindren* (Fig. 143) maa have en Krave langs Dækslets Rand, for at Olien ikke skal løbe ned ad den. Dens Tapper, Trunnierne [trunnion], der ere støbte i ét med den, hvile i Lejer, der ere fastboltede til Fundamentet. Dampen føres til og fra Cylindren gjennem Trunnierne, hvori Damp- og Spildedampsrøret ere stukne ind og holdte tætte ved Pakdaaser. Fra Trunnierne udgaar der hule Bælter om Cylindrens Midte (Fig. 143); hvilke Bælter for den ene Trunnies Vedkommende føre Dampen ind i Gliderkassernes Bunde og for den andens Vedkommende tage imod Spildedampen i Spildedampskanalerne, saaledes som Fig. 145 viser. Samme Figur, hvori begge Cylindre ere tænkte stillede lodret, viser, at lodrette oscillerende Maskiner for Ligevægts Skyld have to Glidere, én paa hver Side af Cylindren, da det ikke er let at skaffe Ligevægt ved en Kontravægt. *Gliderne bevæges* ved toarmede Vægtstænger, der ere understøttede i Lejer paa selve Cylindren (Fig. 144) og forkrybbede i vandret Plan, saa at de kunne gribe ind i Metalklodser i en Slidse i en Smedejernsbue. Denne Bue, der kaldes *Penn's Bue* eller Kvadranten [link], bevæges op og ned af en Gliderkvadrant, hvis Klods kan tage fat paa en Tap paa en Opstander paa Buen. Buen styres i Reglen, ved at halvrunde Metal Styreklodser paa den glide langs et Par af de Søjler, som bære Toprammen, samt ved at en Tap paa Opstanderen glider i en

paa Toprammen befæstet Metalbøsning. Øjemedet med Buen er at ophæve Indvirkningen af Cylindrens Svingninger paa Gliderne, og dette opnaas ved at lade den have Centrum i Trunniens Axe, hvilket den har nøjagtigt, naar den er i sin Midtstilling og ellers tilnærmelsesvis. Da de indskudte Vægtstænger bagvende Bevægelsen, maa hver Excentrik drejes om til det modsatte af dens almindelige Stilling eller staa ca. 180° — 125° = 55° bagud for Krumtappen. *Expansionsapparat* er sjældent i oscillerende Maskiner, da det er vanskeligt at anbringe tilfredsstillende; af og til træffes en Risteglider indskudt i Damprøret tæt ved Trunnien. *Pumperne* kunne alle trækkes ved Excentriker, men oftest trækkes Luftpumpen ved en extra Krumtap (Fig. 147, a) og Føde- og Lastpumperne ved Arme paa Trunnierne (Fig. 147, b). Cirkulationspumpen er hyppigt en Centrifugalpumpe med sin egen Maskine (Fig. 147, b).

91. Grundplanen af en **oscillerende Receivermaskine**, som staar *lodret opad* mod Axlen, vises i Fig. 145. Lavtryks Gliderkasserne og Mellemdamprøret samt mulig en i dette indskudt Beholder (vist punkteret) tjene som Receiver. Kondensatoren ligger her tværskibs ved Maskinens Side, og Luftpumpen og Cirkulationspumpen staa ved dens Ender. Føde- og Lastpumperne staa ved Maskinens Ender. Alle Pumperne staa skraat op imod Axlen og trækkes ved to Excentriker.

I smalle Skibe staa *Dampcylindrene skraat opad mod samme Krumtap*, og den ene Stempelstang maa saa ende i en Gaffel. Ved den i Fig. 146 viste Maskine er Mellemdamprøret Receiver, og Luft-, Føde- og Lastpumpen, der staa ved Enden af en mellem Cylindrene stillet Kondensator, have et fælles Krydshovede, der trækkes ved en Excentrik. Cirkulation besørges ved en Centrifugalpumpe (ikke vist). — De i 7 omtalte store Tvillingmaskiner staa, naar de ere oscillerende, stejlere opad mod Axlen,

men de have en lignende Anordning af Kondensatorer og Pumper som i Fig. 146.

92. De fleste danske Hjulmaskiner ere lodrette *oscillerende Tvillingmaskiner med* **concentriske Cylindre**, og deres Hovedtype vises i Fig. 147. Krydshovedet er forsynet med runde Pander, og de to ydre Stempelstænger ere fæstede ved Møttriker men den midterste ved en Kile. Stempelstængerne maa for at slippe mellem Krumtapsarmene ligge i en paa Axlen og Trunnierne vinkelret Plan. Dampfordelingen i den lille Cylinder besørges af to almindelige Glidere og i den store af to dobbeltportede Glidere, og samtlige fire Glidere trækkes ved én Penns Bue, idet der istedetfor Vægtstænger er anvendt et Par med Arme forsynede Axler, der ligge henover Cylindren (vist punkteret). Fra de inderste Trunnier gaar Spildedampen ind i en Beholder, hvorfra den kan føres over til Overfladekondensatoren gjennem en støbt Kanal, som gaar under Luftpumpen og op om Ydersiden af Kondensatoren, der ligger tværskibs. Luftpumpen er anbragt mellem Cylindren og Kondensatoren og trækkes ved en i ét med Axlen smedet Krumtap, der danner Vinkler paa 135° ($1\frac{1}{2}$ Ret) med de andre Krumtapper. Cirkulationen besørges af en Centrifugalpumpe. Føde- og Lastpumperne staa ved de ydre Trunnier og kunne trækkes ved Arme fra disse. — Maskinerne ere forsynede med en sjældnere Type af Gliderkvadrant, nemlig en enkelt Stang, som gaar mellem et Par i en Kapsel anbragte, halvrunde Bakker.

Lavtryks Hjulmaskiner.

93. Almindelige Bemærkninger. Til disse Maskiner høre de allerældste Skibsmaskiner, da Hjul kom i Virksomhed før Skruer. De ældste Maskiner vare alle Balancemaskiner og havde kun henad en halv Snes Punds Tryk. De

bleve afløste af mere eller mindre ejendommelige Maskintyper samt lodrette Maskiner med tilbagegaaende Forbindelsesstang (eller enkelt Trunk), indtil endelig Hovedmassen blev oscillerende Tvillingmaskiner med 20—30 Punds Tryk. I den nyere Tid er der ved Siden af Høj- og Lavtryksmaskinerne ogsaa bleven bygget oscillerende Maskiner eller Balancemaskiner med omtrent 50 Punds Tryk og Overfladekondensator væsentligt paa Grund af deres sikre Gang; de første i hurtige Passagerdampere og de sidste i Bugserbaade. — I engelske Hjulbugserbaade med Tvillingmaskiner kan Forbindelsen mellem de to Maskiner udløses, saa at der kan gaas frem med det ene Hjul og bak med det andet.

Enkelthederne i de nyere Lavtryksmaskiner frembyde intet mærkeligt, men derimod findes der en Del Særegenheder i de ældre. Disses Cylindre ere paa Grund af de lave Tryk paafaldende store, og Maskinerne ere i det Hele taget klodset byggede, da Materialerne ikke vare saa ensartede og paalidelige som nu, samt mulig ogsaa fordi man var ængstelig, da man ikke rigtig forstod at beregne Delenes Styrke. Tværkiler ere meget anvendte, hvor vi nu bruge Møttriker. Alle Slideflader (Pander m. m.) ere smaa, da man ikke vidste, hvor store de burde gjøres for at være tilstrækkelig sikre mod at varme. Luftpumperne ere enkeltvirkende og have i Reglen store Metalklapventiler; Stemplets Ventiler ere halvrunde; Top- og Bundventilerne ere firkantede og anbragte i vandrette Tude. *Igangsætningsapparatet* er i Reglen indrettet med *løs Excentrik*, saaledes som Fig. 148 viser det for en lodret oscillerende Maskine. Figuren viser Stopperne paa Axlen og Excentriken, der her maa forsynes med Kontravægt. Excentrikstangen kan udløses, idet den kun med et Indhak griber om Tappen paa Penns Buen. For at slaa den fra kan der f. Ex. med en Stang udøves et Tryk paa en Vægtstang, der er befæstet paa Excentrikstangen og forsynet med en Klo, som kan udfylde Indhakket og holdes

derinde, naar et Fremspring paa ovennævnte Stang støtter sig mod Excentrikstangen. Er Excentrikstangen udløst, kan Glideren bevæges med et Haandigangsætningsapparat, der f. Ex. kan være en med fire Arme forsynet Axel, som bærer et Drev, som kan indgribe i en bag paa Opstanderen anbragt Tandstang; dette Apparat sættes fra naar Maskinen gaar, og i det Øjemed kan der paa Axlen være Kraver, hvorimellem en Falle kan slaas ind. Skal Gangen af Maskinen skiftes, lukkes Dampspjældet og Indsprøjtningshanen, og derpaa udløses Excentrikstangen, og Gliderne bevæges med Haandkraft, saa at Gangen skiftes, og naar derved Excentriken har faaet den rigtige Stilling, lader man paany dens Stang falde i Indgribning. Ved oscillerende Maskiner holdes Excentrikstangen i Indgribning ved Hjælp af en Fjeder (Fig. 148); ved Balancemaskiner holdes den derimod til ved sin egen Vægt, idet den ligger skraat og virker paa en Vinkelvægtstang, som trækker Glideren (Haandigangsætn. kan dér ske ved en Arm paa denne Vægtstangs Axel). *Expansionsapparatet* er i Reglen et Spjæld eller en Dobbeltsædeventil, der bevæges ved en urund Skive paa Axlen, f. Ex. saaledes som Fig. 149 viser det for en oscillerende Maskine. Skiven har diametralt modsatte Fremspring, Kammene, der paavirke en mod dem presset Rulle. Expansionen varieres ved at stille Rullen for en længere eller kortere Kam f. Ex. ved at dens Axel, hvorpaa den kan sidde mellem et Bryst og en Stopring, skrues frem eller tilbage (Fig. 149, b). Apparatet kan sættes fra, ved at Haandtaget forneden løftes op og fastholdes ved en Klo.

94. Grundplanen af en *lodret* **oscillerende Lavtryksmaskine** vises i Fig. 150. Indsprøjtningskondensatoren ligger mellem Cylindrene, og Pumperne ere anbragte og bevægede paa samme Maade som beskrevet i 92 for Maskiner med koncentriske Cylindre. — I smalle Skibe stilles Cylindrene *skraat opad* mod samme Krumtap, og

Anordningen er i det Væsentlige som for de i 91 beskrevne og i Fig. 146 viste Receivermaskiner.

95. Fig. 151 viser en af de nyeste af de i Amerika saameget anvendte **Maskiner med højtliggende Balance.** Disse Maskiner have kun én Cylinder, og denne har et langt Slag. Bevægelsen forplantes ved et ved Kuliser styret Krydshovede gjennem en Stang til en toarmet Balance [beam], der ligger over Dækket og hviler paa en trekantet Opbygning. Balancen bestaar af et Ribbeværk af Støbejern, der er omgivet af en Smedejernsbandage, og fra den forplantes Bevægelsen til Krumtappen ved en Plejlstang, der er afstivet ved en Armatur bestaaende af et Kryds og fire Trækbaand. Maskinerne gaa meget langsomt (ca. 20 Omdr. pr. Min.), og Dampen kan derfor fordeles ved Ligevægtsventiler, der bevæges ved en Excentrik, der paavirker passende anordnede Vægtstænger og Kløer. Anordningen af Kondensator og Pumper ses af Figuren.

96. Her i Evropa have **Maskiner med lavtliggende Balancer** altid været foretrukne. Balancerne ere dobbelte, én paa hver Side af Maskinen, og hver Plejlstang maa derfor forneden have en stor Gaffel, som dannes af et Krydshovede med et Par Arme. De to Balancer forbindes med Cylindrens Krydshovede ved to Trækstænger, Sidestængerne.

Fig. 152 viser en ny *Maskine med enarmet Balance* [grashopper engine] fra en engelsk Bugserbaad. Bevægelsen forplantes fra det ved Kuliser styrede Krydshovede ned til Yderenden af de to Balancer, og fra et Punkt længere inde paa disse gaar Plejlstangen op til Krumtappen. Den tegnede Maskine har Overfladekondensator, og alle dens Pumper have et fælles Krydshovede, der trækkes ved Sidestænger fra Balancerne.

Maskinerne med *toarmede Balancer* kaldes *Sidebalancemaskiner* [side-lever engine] og vare i sin Tid Hovedtypen for Skibsmaskinerne, men nu bygges de ikke

mere. Typen er dannet af James Watt ved Omflytning af Delene i hans almindelige Landmaskiner. Bevægelsen forplantes som Fig. 153 viser ved Sidestænger ned til Balancernes ene Ende og fra disses anden Ende op til Krumtappen ved Hjælp af Plejlstangen. Krydshovedet styres i en ret Linie ved det Wattske Parallelogram, der bestaar af Parallelogrammet *abcd*, hvis ene Vinkelspids *d* styres af Stangen *ed*, der drejer sig om et fast Punkt *e*. Glideren er en D-Glider, Indsprøjtningskondensatoren er anbragt i Fundamentet, og Pumperne trækkes fra Balancerne.

Skovlhjul.

97. Af Skovlhjul [paddle-wheel] anvendes der samtidig et paa hver Side af Skibet. Skovlerne [paddle; float] kunne sidde fast paa Hjularmene (Radierne), men de ville i saa Fald udøve et Slag i Vandet, naar de gaa ned i det, og slaa noget Vand op, naar de gaa op af det. For at undgaa det heraf flydende Arbejdstab kunde man give Hjulet en stor Diameter, men dette vil dog kun falde bekvemt i de høje amerikanske Passagerbaade, man foretrækker derfor at anvende bevægelige Skovler, der kunne bringes til at gaa stejlt ned i og op af Vandet.

Et **Hjul med bevægelige Skovler** [feathering wheel] ogsaa kaldet Morgan's Hjul vises i Fig. 154. Hjulet er stærkt sammentrukket paa Midten, for at det ikke skal være for overhængende samt for at faa Plads til Lejet. Radierne, som derfor skraane indad, ere boltede fast mellem Knaster udvendig paa koniske Kraver paa Navet. Radierne ere af fladt Stangjern og forenede med en Stangjernsring; de ere afstivede ved Skraastivere samt ved vandrette Stag mellem deres ydre Ender. Enden af hver Radius gaar udenfor Ringen og er krummet for at give Plads til Skovlens

Bevægelse. Skovlerne ere af Træ og boltede paa Beslag, hvorfra der gaar Tapper gjennem Øjer i Radierne; disse Tapper ere beklædte med Metal, og Øjerne ere forede med Bøsninger af Pokkenholt. Paa hver Skovles yderste Beslag findes der en Arm, som bevæges ved en Trækstang fra en Skive, der er stillet excentrisk for Axlen til samme Side som de nedre Skovlers Arme, hvilke forøvrigt altid rage forefter. Den excentriske Skive er anbragt paa en Buk paa Vingebjælken, der ligger forneden i Hjulkassen, og den drejes rundt ved én af Stængerne, som er boltet fast paa en Lap paa den. Paa Grund af Skivens Stilling ville de forreste Skovlers Arme trykkes ned og de agterstes trækkes op, saa at Skovlerne komme til staa stejlere i Vandet. For at et Hjul skal virke godt, maa der være en passende Vandhøjde over den nederste Skovle; Virkningen bliver følgelig mindre god, naar Skibet ikke har den normale Last, eller naar det slingrer eller krænger; paa det sidste raades der forøvrigt let Bod ved at flytte en i det Øjemed anbragt Ballast. For at holde Vandet fra Dækket omgives Hjulets øvre Del med en Hjulkasse, der hviler paa Hjulvingen og har en Dør foroven samt en Dør ved Siden af Axlen.

98. Hjul med faste Skovler [radial wheel] ere de ældste Hjul, og i Europa anvendes de nu kun, naar man ønsker særlig stærke og simple Hjul. De nyere Hjul have Nav og Lejer indrettede som ovenfor beskrevet, men de ældre Hjul, hvoraf ét vises i Fig. 155, havde flere Nav, hvori Radierne vare kilede fast, og deres Yderbæring var anbragt paa Vingebjælken. Radierne samles med to Ringe*, hvorimellem Skovlerne, der her sidde temmelig tæt, ere anbragte. Skovlerne fæstes til Radierne ved Skovlhager,

* Stærke Hjul med bevægelige Skovler have forøvrigt ogsaa to Ringe, og Skovlerne ere saa fæstede i smaa Arme, som staa ud fra Radierne imellem Ringene.

det er Bolte, som istedetfor Hoveder have Hager, der gribe om Radierne. De nedre Skovler sidde paa Radiernes Agtersider. — Ved de gamle Hjul rebedes Skovlerne, naar Skibet var stærkt lastet, det er de rykkedes længere ind paa Radierne for ikke at plaske formeget i Vandet.

99. Hjulets Slip. Naar Hjul arbejde, udhugge de, om man saa maa sige, en Tandstang i Vandet og trykke paa dette, som derved drives noget tilbage og kommer til at udøve en Modstand mod Hjulet, saa at dette kan drive Skibet fremad. Ved *Hjulets Fart* forstaas den Hastighed, hvormed Hjulet vilde gaa frem i en fast Tandstang, paa hvilken hver Skovle trykkede med sit Midtpunkt* (pr. Omdr. gaas Omkredsen af en Cirkel, hvis Diameter er lig Hjulets Middeldiameter, det er dets Diameter Minus Breden af en Skovle; — Minus to halve Breder). *Skibets Fart* bliver selvfølgelig mindre end Hjulets, og man regner (smlgn. Skruer; 86)

$$\textit{Hjulets Slip} = \frac{\textit{Hjulets Fart} \div \textit{Skibets Fart}}{\textit{Hjulets Fart}}.$$

Gjennemsnitlig er Slippen 0,15—0,20 eller 15—20 %. Den kan beregnes af Hjulets Diameter, der f. Ex. kan være 21 ft., dets Skovlbrede f. Ex. 3 ft. 2 in. og dets Omdrejningstal f. Ex. 30,2 pr. Min. samt Skibets Fart f. Ex. 13,8 Kml. pr. Time.

Skovlbreden = 3 ft. 2 in. = 3,2 ft.
Middeldiametren = 21—3,2 = 17,8 ft.
Hjulets Vej pr. Omdr. = π . 17,8 ft. (Omkredsen)
— — - Min. = π . 17,8 . 30,2 ft. (30,2 Omdr.)
— — - Time = π . 17,8 . 30,2 . 60 ft. (60 Min.)
Altsaa haves, idet 1 Kml. = 6080 ft.,

* Andre regne med et Punkt $\frac{1}{3}$ fra Skovlens Yderkant. Egentlig skulde der tages det Punkt, Trykcentret, hvor Resultanten af Vandets Tryk virker, men det er ubekjendt, og man véd ikke andet om det end, at det maa ligge lidt udenfor Skovlens Midtpunkt.

$$\text{Hjulets Fart} = \frac{\pi \cdot 17{,}8 \cdot 30{,}2 \cdot 60}{6080} = 16{,}7 \text{ Kml. pr. Time.}$$

$$\text{Slippen er } \frac{16{,}7 \div 13{,}8}{16{,}7} = 0{,}17 \text{ eller } 17\ \%.$$

100. **Sammenlignes Skrueskibe og Hjulskibe**, viser det sig, at Hjulskibene ryste mindre, hvad der er særlig heldigt for Passagerskibe, samt at de kunne bygges til at gaa paa langt mere grundet Vand. En Hjulmaskines Gang omskiftes ikke saa hurtigt som en Skruemaskines, men ikke desto mindre er et Hjulskib hurtigere standset eller bakket end et Skrueskib. Hjulkasserne er til Hinder, naar der skal gaas imod Vinden, eller naar Skibet skal ind gjennem en snæver Havnemunding eller en Havnesluse, samt naar det skal lægge til ved et Bolværk eller en Kajmur. Hjulskibe klare sig ikke saa godt i Søen som Skrueskibe, og de egne sig daarligt til foranderlig Last (97). Færdslen paa Dækket hindres ved Maskinens Anordning, særlig naar Hjulaxlerne ligge over det. At Hjul ikke passe til Orlogsskibe er omtalt i 67; dér har man kun brugt dem, dengang man ikke havde andet.

Sjældnere Fremdrivningsmidler.

101. I Floddampere anvendes jævnlig **Hækhjul** [stern wheel], hvorved forstaas et eneste Hjul, som anbringes agter i Skibet paa udstaaende Arme. De passe godt til Sejlads i snævre Floder men ere ubrugelige i Søgang. Maskinen kan være en amerikansk Balancemaskine eller en liggende Maskine med direkte Forbindelsesstang. For Balancens Skyld lægges Kjedlerne for i Skibet.

102. I Floder nedlægges der af og til for Bugsering eller Færgning en **Kjæde**, der er gjort fast ved Enderne

og gaar over en Kjædeskive med Indhak til Leddene. Skiven er anbragt i et Skib og drejes af dettes Maskine.

103. Fremdrivning ved **Vandstraaler** [hydraulic propulsion; jet prop.] er af og til bleven anvendt. I Skibet anbringes der saa en Slags Pumpe f. Ex. en flerbladet Skrue med lodret Axe, som gaar i et Rør og suger Vand ind af Skibsbunden og sender det agterud gjennem Rør paa begge Skibets Sider. Disse Rør kunne udenfor Skibet have en Bøjning, som kan drejes forefter, naar der skal bakkes.

Hjælpemaskinerne.

104. Almindelige Bemærkninger. Hjælpemaskiner tjene dels til at spare Haandkraft dels til at skaffe et Arbejde hurtigere og paalideligere udført. Flere af dem ere tidligere omtalte, nemlig: *Dampdrejemaskiner for Snækker* (29), *Dampigangsætningsapparater* (37) og *Dampregulatorer* (61) samt særlige *Maskiner til at bevæge Pumper* navnlig Centrifugalpumper (54). I Maskinrummet findes der endvidere en *Donkeypumpe* (en sjælden Gang en *Injektor*) samt i alle Handelsskibe en *Ballastpumpe* eller istedet derfor en *Ballastejector* eller et *Pulsometer*; undertiden findes der en *Lastejector*. Paa Dækket have alle mindre Skibe *Dampspil* og de større tillige *Dampkraner* og *Dampstyreapparater*. Nogle Skibe have tillige *Maskine til Blæseren* (kunstig Træk).

Blandt Maskiner, som ikke skulle omtales, kan anføres: Dynamoelektriske Maskiner med deres Dampmaskiner, hydrauliske Hejsemaskiner med Tilbehør af Dampmaskine, Pumpe og Akkumulator, samt Orlogsskibenes Maskiner til Betjening af svært Skyts, til Drejning af Taarne eller Ophejsning af Baade, særlig Torpedo-

baade. Ligesaalidt skulle Ventileringsmaskiner, Destilleapparater og Ismaskiner omtales.

105. Donkeypumpen [donkey-pump] er en Dampmpumpe, der faar Damp fra Hovedkjedlerne, naar der er Damp oppe paa dem, eller, naar dette ikke er Tilfældet, fra Donkeykjedlen (Spillenes Kjedel); dens Damp gaar ud i Luften gjennem Kjedlernes Spildedampsrør. Pumpen indrettes tillige til at trækkes ved Haandkraft enten ved et Haandsving paa Axlen eller ved en Vægtstang, der kan bevæge Pumpestemplet, efter at dettes Stang er udløst ved at slaa en Tværkile ud. De nyere Donkeypumper ere dobbeltvirkende og faa, som Fig. 156 viser, deres Pumpestempel bevæget direkte fra Dampstemplet. Forbindelsesstangen kan gribe om en Tap paa en ved Kuliser styret Muffe paa Stempelstangen, og Krumtapsaxlen, der er forsynet med Svinghjul, kan ligge ved Siden af Stangen mellem de to Stempler. Pumpecylindren, der sædvanlig staar lodret under Dampcylindren, er af Metal eller foret dermed. Ventilerne kunne være anordnede paa mange Maader; Figuren viser én af de simpleste. Begge Pumpens Ender forsynes med Snøfteventiler og dens Stigerør med Sikkerhedsventil og Vindkjedel i Lighed med Fødepumperne. Smaa eller ældre Donkeypumper ere enkeltvirkende og forsynede med Plunge, som Fig. 157 viser, og i Reglen have de et Krydshovede med en Slidse, hvori der gaar en Metalklods, som omslutter Krumtapspinden; denne Anordning uden Plejlstang er simpel, men Slidsen slides ujævnt. — Donkeypumper, som bruges til at dreje Maskinen (29), have en Snor- eller Remskive paa Axlen og helst løs Excentrik (34).

Donkeypumpens oprindelige Bestemmelse er at være Reservefødepumpe, saa at der kan fødes, dersom Maskinen staar stille, eller dersom Fødepumpen eller dens Rørledning kommer i Uorden under Gangen; i første Tilfælde er det nødvendigt at tage Vandet i Søen, og i sidste Tilfælde

kan det samme gjøres, men bedre er det saa at tage Vandet i Varmvandskassen. Donkeypumpens Rørledninger og Ventilanordninger vises i Fig. 210, hvori dens Sugerør ere punkterede og dens Stigerør viste med Punkt og Streg. Det fra Søen indsugede Vand kan ogsaa sendes til Kondensatoren (48) eller til Dækket. Dækrøret har i Maskinen og paa Dækket Tude med Slutmuffer, saa at der kan skrues Sprøjteslanger paa det til Brug ved Spuling af Dæk, Kjøling af varmløbne Maskindele og Slukning af Ildløs. Pumpen kan ogsaa bruges til Vandlænsning og Tømning af Kjedlerne; det fra Lasten eller Kjedlerne udpumpede Vand sendes ud i Søen gjennem et med Spildevandsventil forsynet Stigerør.

106. **Ballastpumpen** [ballast pump], der anvendes til Tømning og tildels til Fyldning af Ballasttankene samt til Lændspumpe, kan være indrettet som en *stor dobbeltvirkende Donkeypumpe*, der dog hyppigt har Kautschukventiler. Som Ballastpumpe kan imidlertid ogsaa anvendes en *Centrifugalpumpe* med sin egen Maskine eller som nævnt i 104 en *Ballastejektor* eller et *Pulsometer*.

107. Ved **Dampstraalepumperne** suger er udstrømmende Dampstraale Vand med sig og meddeler det ved sit Stød en betydelig Hastighed. Principet i en *Injector* [injector], der tjener til at føde Vand paa en Kjedel, vises i Fig. 158. Dampen strømmer fra Damprøret *D* ud gjennem den koniske Damptud *d* og river Luften udenom denne med sig, saa at der frembringes en Sugning. Herved stiger Vandet op gjennem Vandrøret *V* og fortætter Dampen, hvis levende Kraft meddeles til Vandet og sender dette med stor Hastighed ud gjennem Vandtuden *v* ind i Overløbsrummet. Herfra løber det først ud gjennem Overløbsrøret *O*; men efterhaanden tiltager Vandets Hastighed, og naar den er bleven stor nok, gaar Vandet ligeud ind gjennem Modtagetuden *m* og ind i Injectorens Afløbsrør *A*

og derfra ind i Fødeledningen og ind i Kjedlen*. Særlig gode ere *Dobbeltinjectorer* (Körting's, Hancock's), ved hvilke den Injektor, der sender Vandet ind i Kjedlen, selv modtager Vandet fra en anden ved Siden af den anbragt Injector. Injectorer bruges ikke meget tilsøs, da alle Dampstraalepumper let forstoppes og derfor ophøre at virke, samt fordi almindelige Injectorer ikke kunne tage varmt Vand. Fødningen med Injector sker enten af og til eller stadigt, men i sidste Tilfælde maa Dampen kunne reguleres ved en skrueskaaren Stang med en konisk Spids ragende ind i Damptuden, og Vandet maa reguleres ved en bevægelig Damptud eller Vandtud. *Ejectoren* [ejector] tjener til at lændse Vand. Fig. 159 viser den hos os en Del anvendte *Ballastejector;* den har dobbelt Indløb for Vandet og arbejder hurtigt men med et uhyre Dampforbrug. Fig. 160 viser en stor *Lastejector* (Friedmann's) med flere Vandtude, hvor Vandstrømmen i den første Tud frembringer en Sugning i den anden osv., saa at der bruges forholdsvis lidt Damp. Torpedobaade have i Reglen smaa simple Ejectorer i alle Rum. — *Hydrokineteren* er et med to fritliggende Vandtude forsynet Straaleapparat, der anbringes i Hovedkjedlers Bundvand for at varme og cirkulere dette ved Damp fra Donkeykjedlen. — Dampstraalepumper kunne ogsaa *pumpe Luft*; man har f. Ex. brugt dem til at danne Vakuum i Overfladekondensatorer før Igangsætningen, til at ventilere Rum i Skibet og til at forøge Trækken i Skorstene.

108. Et **Pulsometer** [pulsometer] bestaar af to pæreformede Støbejernskar (Fig. 161), der forneden ere forsynede

* For samme Tryk strømmer Damp mangfoldige Gange hurtigere ud end Vand, og den indeholder derfor saa stor en Mængde levende Kraft, at den kan meddele Vand en større Hastighed, end den hvormed det vilde løbe ud af Kjedlen, og følgelig kan Injektoren let sende Vand ind i selve den Kjedel, hvorfra den faar Damp.

med Bund- og Topventiler og foroven med Snøfteventiler. Foroven ere begge forbundne med Damprøret men afvexlende lukkede med en Klap- eller Kugleventil. I det aabne Kar strømmer Dampen ind og driver Vandet ud, men snart indtræder der en pludselig Fortætning af Dampen, hvorved der dannes et saa godt Vakuum, at dette Kar suger Klappen foroven til sig. Dampen træder nu ind i det andet Kar og driver Vandet ud, medens det første suges fuldt, indtil en ny Fortætning atter faar Klappen til at vælte o. s. v. Pulsometre bruge mindre Damp end Ejectorer og komme ikke saa let i Uorden.

109. Dampspil [steam winch] og **Dampkraner** [steam crane] anvendes ved Losning og Ladning, ved Forhaling samt ved Ankerletning. Maskinerne ere nu altid Tvillingmaskiner; de gaa uden Fortætning og ere forsynede med Apparater til at skifte Gangen (sædvanlig Gliderkvadrant, undertiden Firegangshane). Damptilførslen reguleres eller afbrydes ved en Ventil, som sædvanlig er en Skydeventil, der manøvreres ved en Vægtstang.

De nyere *Dampspil* have, som Fig. 162 viser, horizontale Maskiner for ikke at ryste Skibsdækket for stærkt. Tvillingmaskinen virker paa en Axel *a*, der er forsynet med to Drev, af hvilke det ene *(p)* griber ind i Hjulet *t* paa Spiltromlens Axel, medens det andet *(q)* griber ind i Hjulet *s* paa Forlagsaxlen *b*, som tillige bærer et Drev *(r)* som indgriber i Hjulet *t*. *p* og *r* sidde løst paa Axlerne men kunne vexelvis bringes i Indgribning ved Koblinger bestaaende af Glidemuffer, som gaa paa Nother og have Fremspring svarende til Indhak i Drevenes Nav. Glidemufferne bevæges ved en toarmet Vægtstang, hvis Axel er forsynet med et Haandtag. Staar Vægtstangen, som Figuren viser, virker Forlagsaxlen, og *p* løber løst rundt; stilles derimod Vægtstangen til den anden Side, kommer *p* til at virke, medens *r* løber løst rundt, hvilket passer bedre til smaa Byrder, som saa løftes hurtigere. Stilles

Vægtstangen i Midtstilling, er Maskinen sat fra, og man kan saa fire en Byrde ned ved Hjælp af en paa Kjædetromlens Axel virkende Baandbremse. — Af Hensyn til Forhaling forsynes Forlagsaxlen og Tromlens Axel med Spilkopper paa begge Ender.

Kran Maskinerne staa lodret opad, og deres Damprør føres ind gjennem Kranstammen eller lige ned over den og forsynes af Hensyn til Drejningerne med en Pakdaase. Kranen drejes ved Hjælp af et fast Tandhjul og en Tandhjulsudvexling, som kan bevæges fra Maskinaxlen ved Hjælp af koniske Hjul f. Ex. som Fig. 163 viser. *a* og *b* ere løse og kunne skiftevis bringes til at virke paa *c* og dreje Kranen frem eller tilbage.

Et *Dampankerspil* har i Reglen en Hammermaskine, paa hvis Axel der er anbragt en Snække eller et Drev, som griber ind i et stort Hjul paa en Axel med en Kjædeskive med Indhak til Ankerkjædens Led samt ofte med Spilkopper af Hensyn til Forhaling.

110. Ved et **Dampstyreapparat** [steam steering gear] kan, som Fig. 164 viser, en Tvillingmaskine, med en Snække paa Axlen bevæge et Hjul, paa hvis Axel Rorkjædens Kjædeskive er anbragt. Maskinens Igangsætningsapparat maa bevæges ved et Rat, der kan behandles af Rorgjængeren ganske som et almindeligt Rat; dets Axel har derfor Gevind, som omsluttes af en lang Møttrik, hvorfra Bevægelsen forplantes til Axlen *A* i Maskinens Igangsætningsapparat. Den ovennævnte Møttrik har udvendig lange Tænder, der gribe ind i et Tandhjul, som kan drejes rundt af Maskinen. Drejes Rattet, forskydes Møttriken, saa at den bevæger Igangsætningsapparatet ud fra dets Midtstilling. Maskinen begynder nu at gaa og at dreje Roret, men samtidig virker den paa Drevet paa Møttriken og driver denne tilbage igjen, saa at Maskinen standser, saafremt Rorgjængeren ikke modvirker denne Bevægelse ved vedblivende at dreje paa Rattet. — Mange Dampstyreapparater

kunne sættes fra, saa at man kan styre med Haandkraft i rum Sø; de berøve nemlig Rorgjængeren Følelsen af Roret og gjøre det derved vanskeligere for ham at holde en Kurs.

Dampmaskinens Oprindelse.

111. **Papin**, hvis *Gryde* (Ph. 60) er Oprindelsen til Dampkjedlen, opfandt ligeledes Dannelsen af *Vakuum ved Fortætning* af Damp i et lukket Rum (Aar 1690). Han fandt ogsaa paa at *lade Dampen virke paa et Stempel* og gav derved det første Stød til Dampmaskinens Fremkomst. Han kogte nemlig Vand i en Beholder, som foroven endte i en Cylinder, og i denne anbragte han, efter at Luften var uddrevet, et Stempel. Afkølede han saa Beholderen, fortættedes Dampen, og Luften drev Stemplet ned. Opvarmede han derpaa atter Beholderen, drev ny Damp Stemplet op; ved en ny Afkøling dreves det igjen ned af Luften o. s. v.

112. Paa Grundlag af Papins Forsøg konstruerede **Newcomen** og **Cowlay** i Aarene 1705—1717 *den atmosphæriske Maskine*, som vises i Figur 165 og benyttedes til Vandpumpning i Bjærgværker. Kjedlen, som var indmuret, havde Form af en Høstak og bar Cylindren. For at gaa lige virkede Stempelstangen paa en Kjæde, som gik langs en Bue, Hestehovedet paa Enden af en Balance, som hvilede paa en Mur og ved et Hestehovede paa den anden Ende trak en med en Kontravægt forsynet Pumpestang. Dampens Tryk var kun ubetydeligt over Atmosphærens, da den blot tjente til at holde Ligevægt mod dette. Aabnes Damphanen *a*, trækker Kontravægten Stemplet op; lukkes derpaa *a*, og aabnes for Indsprøjtningshanen *b*, fortættes Dampen, og Luftens Tryk driver saa Stemplet

ned; Vandet løber ud af Cylindren gjennem Snøfteventilen *s*. Stemplet pakkedes med Hamp og holdtes yderligere tæt ved Vand ovenpaa det; et Støbehul i et Stempel bevirkede, at man opfandt Indsprøjtning af Vand istedetfor at slaa det udenpaa Cylindren, idet det gav en hurtigere Fortætning. Oprindelig manøvreredes *a* og *b* med Haanden af en Arbejder, indtil en Dreng, *Humphrey Potter* fandt paa at bevæge dem ved Snore fra Balancen, og han gav derved Stødet til Dampmaskinernes automatiske (selvvirkende) Bevægelse.

113. Dampmaskinen undergik ikke nogen væsentlig Forandring i de næste halvhundrede Aar, indtil **James Watt** (født 1736 død 1819), der da var physisk Instrumentmager, fik en Model af en atmosphærisk Maskine til Reparation; thi han blev derved bragt til at gjennemtænke den og afhjælpe dens Mangler, og det gjorde han saa godt, at alle hans Grundprinciper endnu ere urokkede. Varmespildet ved Fortætningen i selve Dampcylindren ophævede han ved Opfindelsen af Kondensatoren og Luftpumpen (Aar 1765). Han tog ogsaa Cylindren af Kjedlen og understøttede den solidt. Dernæst fandt han paa at lukke Cylindren foroven og føre Dampen ind over Stemplet; herved undgik han en Del Afkjøling udefra, og tillige opfandt han derved, at lade Dampen arbejde direkte. Balanceringen af Trykkene paa Stemplet under dettes Opgang tilvejebragte han ved at sætte begge Cylindrens Ender i Forbindelse; Dampen gik saa ned under Stemplet, og ved næste Nedslag forlod den Cylindren. Denne enkeltvirkende Maskine (patenteret 1769) forvandlede han ikke længe efter til en dobbeltvirkende Maskine (fuldendt 1782), men saa duede Kjæden og Hestehovedet ikke mere, da der nu maatte en Stang mellem Stempelstangen og Balancen. Denne Stangs skjæve Tryk gjorde han uskadeligt ved Opfindelsen af det wattske Parallelogram, der optog det og styrede Stempelstangen i en ret Linie. Maskinen var

hidtil kun Pumpemaskine, men saa erstattede han Pumpestangen med Plejlstang og Krumtap og indførte derved Fabriksmaskinen. En anden havde forøvrigt netop patenteret Krumtapsmekanismen, men Watt hjalp sig midlertidig med en ny Opfindelse (Sol- og Planetbevægelsen). For at faa mere Nytte af Dampen opfandt han Expansionen og for at regulere Maskinens Gang Centrifugalregulatoren. — En væsentlig Støtte havde han forøvrigt af den af ham selv opfundne Indikator, hvis Principer ligeledes ere urokkede. — Watt forbedrede ogsaa Kjedlerne betydeligt.

Høje Damptryk og Maskiner uden Kondensation opfandt Watt, men han bragte ikke Opfindelsen til Udførelse; Fortjenesten heraf har navnlig Trevithik, der byggede den første «Højtryksmaskine» i Aaret 1803. Høj- og Lavtryksmaskinen er første Gang bygget i 1804 af Woolf, hvis Navn den ofte bærer, men Udviklingen af den skyldes ikke ham, den er kommen gradevis.

Det første tilfredsstillende Dampskib byggedes i 1807 af Robert Fulton og var et Hjulskib med Maskine fra James Watt (Firma Boulton & Watt i Soho ved Birmingham). Skruerne kom først i Virksomhed, efter at der var gjort grundige Forsøg med dem af John Erikson og af Smith.

Indikatoren.

114. Trykforholdene i en Dampcylinder kunne fremstilles **graphisk** (ɔ: ved Tegning), som Fig. 166 viser. I en passende Maalestok er Stempelslaget PQ afsat, og vinkelret derpaa er der oprejst Vinkelrette, hvorpaa Dampens absolute Tryk (Ph. 25) for vedkommende Stempelstilling er afsat, idet 1 lb. pr. □ in. er sat lig en passende lille Linie. De afsatte Punkter ere forbundne ved en krum Linie,

Diagrammet (græsk Ord for Tegning), som giver et Billede af Trykkets Forandring. Figuren er tegnet for en enkelt Expansionsmaskine med Kondensation. Trykket under *Indstrømningen* er fremstillet ved AB; det falder lidt paa Grund af Modstanden i Ledningerne for Dampen, og tilsidst falder det forholdsvis stærkt paa Grund af Gliderens snigende Aflukning for Dampen. BC svarer til *Expansionen*, hvorunder Trykket falder temmelig stærkt (Ph. 57); Kurven, hvis hule Side vender opad, vilde være en Hyperbel, saafremt Rumfang og Tryk vare nøjagtig omvendt proportionale. CD svarer til *Forspringet for Udstrømningen*, under hvilket Trykket falder meget stærkt, da Dampen strømmer ud i et stort Rum og tilmed fortættes. Den øvre Del ($ABCD$) af Kurven fremstiller altsaa Drivtrykkets Forandring; Stemplet gaar nu tilbage under et Modtryk, hvis Forandring fremstilles ved Kurvens nedre Del ($DEFA$). Først kommer DE, der svarer til *Udstrømningen*, og da Trykket saa er konstant, bliver Linien horizontal eller rettere sagt parallel med PQ; — Trykket kan dog forøvrigt ogsaa være svagt aftagende under Udstrømningen, men saa synker DE skraat nedad mod E; ved Udstrømningens Begyndelse vil der ofte være et pludseligt Trykfald (se Fig.), og ved dens Ende vil Trykket altid stige noget paa Grund af Gliderens snigende Afskjæring. EF viser det stigende Tryk under *Kompressionen* og FA det voldsomt tiltagende Tryk under *Forspringet for Indstrømningen*.

Et saadant Diagram kan tegnes af en Indikator, men denne kan ikke tegne Linien PQ, hvori Trykket er Nul (*Vakuumlinien*), men derimod den dermed parallele Linie RS, der svarer til Atmosphærens Tryk (*den atmosphæriske Linie*) og ligger ca. 15 Pund over den anden, som altsaa let kan tilføjes bagefter. — Maales Trykket fra RS, faas det i Cylindren for den betragtede Stempelstilling herskende Overtryk eller Undertryk (Ph. 25).

115. Richard's Indikator [indicator], som er den for Øjeblikket mest benyttede Indikatorart, vises i Fig. 167. Dampen virker paa et fjederbelastet Stempel, hvis Vandring bliver proportional med dens Tryk og tjener som Maal derfor. Dette Stempel sætter en Skrivestift i Gang og tegner Diagrammet (se 114) paa et Stykke Papir, der sidder paa en Cylinder, som svinger frem og tilbage i Forhold til Dampstemplets Gang. Indikatorens Damprør har en Hane med en lige Boring samt en Vinkelboring, hvorigjennem Instrumentets Indre kan sættes i Forbindelse med Luften; det har ogsaa en Samling, der tillader at dreje Indikatoren men ikke er vist paa Figuren. Indikatorcylindrens Diameter er 1 in., og den er aaben foroven og anbragt inden i en anden Cylinder for at beskyttes mod Stød og Afkjøling. Den ydre Cylinder har et Dæksel med et Par Huller, saa at Atmosphærens Tryk altid virker paa Indikatorstemplet. Dette Stempel er hult for at have en lille Masse, og for at det kan være let bevægeligt, holdes det kun tæt ved Smørelsen, som fordeles ved en inddrejet Smøregang. Fjedren er af hærdet Staal og fæstet paa Møttriker, som skrues fast paa Knaster paa Stemplet og paa Dækslet. Dens Stivhed rettes efter Damptrykket, og den benævnes efter Skrivestiftens Vandring for hvert lb. pr. □ in.; alm. bruges $\frac{1}{40}$ el. $\frac{1}{30}$ in. Fjeder til Højtrcyl. og henhv. $\frac{1}{16}$ el. $\frac{1}{8}$ in. til Lavtrcyl. Stemplets Vandring forplantes ved et Led fra Stempelstangen til en Vægtstang, som gjengiver den forstørret. For at faa Skrivestiften til at gaa i en ret Linie anbringes den midt paa et Led, som forbinder Vægtstangen og en anden lige saa lang Stang. Disse to Stænger dreje sig om Bolte i Arme, som staa ud fra en om den ydre Cylinder drejelig Ring. Skrivestiften er af Metal for ikke at slides, og den skriver paa præpareret Papir [indicator card], som fastholdes ved en Fjeder med en Spalte, hvorigjennem Papirets Ender kunne stikkes. Papircylindren er parallel med Indikator-

cylindren og den kan svinge om en Tap, naar der trækkes i en Snor, som er befæstet til en paa dens Fod anbragt Skive. Snoren holdes stram, og Cylindren trækkes tilbage af en paa Tappens øvre Ende fæstet Uhrfjeder. Snoren styres ved Ledetridser, og dens Længde afpasses f. Ex. ved Knuder, saaledes at Papirets Ender og Fjedren, der holder dem, ikke komme hen til Skrivestiften. Ved en Løkke og en Krog kan Snoren udløses, naar Papiret skal skiftes.

Anm. Pludselige Trykforandringer sætte et Indikatorstempel i Svingninger; Indikatorens bevægelige Dele bør derfor navnlig ved hurtiggaaende Maskiner have en ringe Masse samt en kort Vandring. Ved de gamle Indikatorer bar Stempelstangen Skrivestiften, saa at Stemplet maatte have en lang Vandring; Richard indførte derfor en væsentlig Forbedring ved at lade Stemplet faa en kort Vandring, som forstørredes ved en Vægtstang. Nyere Indikatorer have faaet mindre Stempler samt lettere Stangsystemer (Thomson; Crosby) eller endog Kulisestyr for Stiften (Darke).

116. Indikatorens Benyttelse forudsætter, at Dampcylindren er forsynet med Rør, *Indikatorrørene* fra begge Ender. Disse samles bekvemmest ved en Togangshane (f. Ex. som Fig. 16), hvorfra der udgaar en Tud, hvori Indikatoren kan fastskrues. Indikatorens Snor maa befæstes til en Maskindel, der vandrer frem og tilbage i samme Forhold som Dampstemplet, men ikke saa langt at Fjedren med Papirets Ender kan naa hen til Skrivestiften. Apparatet hertil [indicator gear] kan være en Øsken paa en Pumpebalance eller en særlig Balance eller endelig to uligestore Snoreskiver paa samme Axel; af disse trækkes den største fra Krydshovedet.

Skulle *Diagrammer tages*, sættes Indikatoren og dens Snor paa Plads, og derpaa varmes den, og Luften udblæses af den, idet dens Hane aabnes mod Atmosphæren. Derefter sættes Papir paa, Snoren hages sammen, og der slippes Damp ind først fra den ene og saa fra den anden Ende af Dampcylindren, medens Stiften hver Gang trykkes

let ind mod Papiret. Den atmosphæriske Linie tegnes saa, idet der slippes Luft ind under Indikatorstemplet. Ved bedre Forsøg tages der samtidig Diagrammer fra alle Maskinens Cylindre, og paa Prøvefarter tages Diagrammer hvert Kvartér. Paa hvert Sæt Diagrammer af en Maskine noteres dens Omdrejningstal, Kjedeltryk, Receivertryk og Vakuum i det betragtede Øjeblik samt Fjedrenes Navn (Fig. 170) og, hvis det er nødvendigt, en nærmere Betegnelse af Dampcylindren. Ofte angives tillige Igangsætningsapparatets og Expansionsapparatets Stilling samt Skibets Fart.

117. Et **Indikatordiagrams Udseende** følger i det Væsentlige af det i 114 udviklede. For en enkelt Expansionsmaskine med Kondensation ses det i Fig. 169 og 166; har Maskinen ingen Kondensation, ligger selvfølgelig den atmosphæriske Linie helt under Diagrammet. For en Høj- og Lavtryksmaskine vises Diagrammerne i Fig. 168; ere Stemplerne samtidig paa Dødpunkt ere Udstrømningslinien i den lille Cylinder og Indstrømningslinien i den store Cylinder Expansionskurver (svarende til *BC* i Fig. 166). Er det derimod en Receivermaskine, stiger den lille Cylinders Udstrømningslinie paa Grund af Sammenpresningen af Dampen henimod Midten, og saa falder den, som den punkterede Linie i Fig. 168, a (eller som Fig. 170) viser; Indstrømningslinien for den store Cylinder, der vises punkteret i Fig. 168, b, falder lidt mere end, hvis Dampen strømmede ind fra en Kjedel, men Expansionslinien er ganske almindelig. — Hindres Dampens frie Indstrømning ved uheldige Damprør eller Dampkanaler eller ved Dampspjældet eller Igangsætningsapparatet, falder Trykket under Indstrømningen, saa at det ofte bliver vanskeligt at sige, hvor denne hører op og Expansionen begynder (Fig. 169). — Overdrives Expansionen, ender Drivtrykket med at blive lavere end Modtrykket, og Diagrammets Ende bliver saa en Sløjfe.

Anm. 1. *Indikatorens Fejl* indvirke paa Diagrammets Form, saaledes vil der næsten altid findes en Bølgelinie ved Indstrømningskurvens Begyndelse (Fig. 168 og 169) hidrørende fra en svingende Bevægelse, som meddeles Indikatorstemplet ved den pludselige Trykstigning under Forspringet for Indstrømningen. Gaar Maskinen hurtigere, end Indikatoren kan taale, bliver Bølgelinien fortsat gjennem hele Drivtrykslinien. En Pukkel i Indikatorens Cylinder stopper dens Stempel, saa at der bliver en altfor regelmæssig Indstrømningslinie eller en Pukkel paa Expansionslinien. I begge de sidste Tilfælde er Diagrammet i Reglen værdiløst.

Anm. 2. Af et Diagram kunne en stor Del af *Maskinens Fejl* navnlig i Dampfordelingen ses. Her skal kun nævnes, at en urigtig Stilling af Glideren bevirker, at alle de Punkter, der angive Begyndelserne af Forspringene for Udstrømning og af Compressionerne, vandre hen mod den Ende af Cylindren, mod hvilken Glideren er forskudt.

118. For at komme til at **maale Trykket paa et Indikatordiagram** kunde man først, som Fig. 169 viser, trække Vakuumlinien $M'N'$ 15 Pund under den atmosphæriske Linie MN. Derpaa kunde Slaglængen faas som Afstanden mellem to Linier MM' og NN', der ere dragne vinkelrette paa de to ovennævnte Linier samt saaledes, at de røre Diagrammets Ender. Skal nu Trykket maales, f. Ex. ved $\frac{3}{8}$ Slag, oprejses en Vinkelret i det Punkt ($M'Q = \frac{3}{8} M'N'$ eller $MP = \frac{3}{8} MN$), og paa denne kan saa maales Drivtrykket AQ og Modtrykket BQ. *Det „nyttige“ Tryk* er $AQ \div BQ = AB$, det er *det Stykke af den Vinkelrette, som ligger indeni Diagrammet.*

Man kan udelade Vakuumlinien, da denne intet har med det nyttige Tryk at gjøre, og da Drivtrykket og Modtrykket kunne faas ved at maale, hvormeget Over- eller Undertryk der er; her er f. Ex. Drivtrykket lig 15 lbs. $+ PA$ og Modtrykket 15 lbs. $\div PB$.

Hestekraft.

119. Ved en **Dampmaskines Hestekraft** forstaas *det Antal Hestekræfter*, som den kan udvikle.*

Den *indicerede Hestekraft* er lig den Hestekraft, som *Dampen afgiver til Stemplet.*

Den *effektive Hestekraft* eller Nyttevirkningen er lig den *Hestekraft, som afgives af Maskinaxlen.* Paa Grund af Arbejdstab ved Gnidningsmodstande og Pumpetræk er den effektive Hestekraft mindre end den indicerede; deres Forhold kaldes Maskinens *Virkningsgrad* og er ca. 0,75, altsaa er *E. Hk.* = *0,75 I. Hk.* Paa Grund af Skruens (eller Hjulets) Gnidning eller Stød mod Vandet og dens Slip tabes der atter en Del Arbejde, saa at kun *ca. 0,40 eller 40% af Maskinens indicerede Hestekraft bliver nyttig til Fremdrivning af Skibet.*

120. For at **beregne den indicerede Hestekraft** [indicated horse-power; I HP] bestemmer man først *det nyttige Middeltryk efter Indikatordiagrammerne* for hver Cylinder. For hvert Diagram tages da Middeltallet (Sum divideret med Antal) af de nyttige Tryk (se 118) maalte midt i hver Tiendedel Slag, og derpaa tages Middeltallet af Resultaterne for de to Diagrammer for samme Cylinder. Altsaa oprejses først paa den atmosphæriske Linie to Vinkelrette, som røre Diagrammets Ender (118), og deres Afstand deles i 10 ligestore Dele, i hvis Midtpunkter** der oprejses 10 Vinkelrette, saaledes som Fig. 170 viser.

---

* 1 HP = 33000 ft. lbs. pr. Minut. En Krafts Arbejde (ft. lbs.) er lig Kraften (lbs.) Gange Vejen (ft.) i dens Retning. Se forøvrigt Ph. 11.

** Lettest faas disse 10 Midtpunkter, naar man ved Hjælp af en alm. Maalestok afsætter $\frac{1}{20}$ af den atm. Linies Længde (mellem de to Vinkelrette) indad fra hver Ende og deler deres Afstand i 9 Dele. — De Vinkelrette kunne forøvrigt tegnes endnu hurtigere ved Hjælp af særlige Apparater.

Bølgelinier ved Diagrammernes Ender erstattes af Linier, som trækkes midt igjennem dem, og derpaa maales for hvert Diagram de indeni det liggende Dele af de Vinkelrette (se 118) ved Hjælp af den tilsvarende Skala*. Disse Tal adderes, og deres Sum divideres med deres Antal, der er 10. De to Middeltal for hvert Sæt Diagrammer adderes derpaa og divideres med 2, og saa haves det nyttige Middeltryk fundet i lbs. pr. □ in.

Den hele virkende Kraft eller *Stempeltrykket* faas ved at multiplicere det nyttige Middeltryk (lbs. pr. □ in.) med Stemplets Areal (□ in.), der let beregnes, naar Cylindrens Diameter er maalt. — Til Stempelstangen tages der i Reglen intet Hensyn; ved dobbelt Trunk subtraheres hele Trunkens Tværsnitsareal og ved enkelt Trunk det halve. Et ringformet Stempels Areal beregnes ligesom ellers en Cirkelring.

Stemplets i Minuten gjennemløbne Vej udtrykt i Fod kaldes *Stempelhastigheden* og faas ved at multiplicere Dobbeltslaget (ft.) med Omdrejningstallet (pr. Minut), idet Stemplets Vej for én Omdrejning er lig det dobbelte af Slaglængden. Denne kan let maales, efter at der paa en Kulise er opmærket Dødpunktstillingerne af et Mærke paa Krydshovedet; — ved oscillerende eller Trunk Maskiner opmærkes Stoppebøsningens Kant paa Stempelstangen eller Trunken.

Cylindrens *Arbejde i Minuten* faas ved at multiplicere Stempeltrykket med Stempelhastigheden, og *Cylindrens Hestekraft* faas ved at dividere det derved fundne Tal med 33000.

---

* Egentlig skulde Drivtrykket tages fra det ene af Diagrammerne og Modtrykket fra det andet, men ved at tage det fra det samme Diagram, saaledes som her, faas der dog ingen Fejl; thi faas der for lidt den ene Gang, faas der lige saa meget for meget den anden Gang. — Vinkelrette, der gaa gjennem en Sløjfe (se 117), regnes negative.

For hver Cylinder beregnes Hestekraften paa denne Maade, og Summen af samtlige Cylindres Hestekræfter er lig *hele Maskinens Hestekraft.*

Beregningen skal udføres for en Maskine, hvis i rum Sø tagne Diagrammer ere viste i sand Størrelse i Fig. 170. Maskinen staar i et dansk Koffardiskib og er en ældre Receivermaskine uden Expansionsapparat, Gliderne have fuldt Slag (Gliderkvadranten i «full gear»). Diametrene ere 28 in. og 54 in.; Slaglængden er 36 in. og Omdrejningstallet er 63 pr. Min.

For *Højtryks-Cylindren* haves:

Nyttigt Middeltryk = 33,9 lbs. pr. □ in. (eft. Diagr.)
Stempel-Areal = $\frac{1}{4}\pi \cdot 28^2$ = 616 □ in.
Stempeltryk = 33,9 . 616 = *20882 lbs.*

Slaglængde = 36 in. = $\frac{36}{12}$ = 3 ft.
Dobbeltslag = 2 . 3 = 6 ft.
Stempelhastighed = 6 . 63 = *378 ft. pr. Min.*

Højtr.-Cyl. Arb. = 20882 . 378 = 7893396 ft. lbs. pr. Min.

$$\textit{Højtr.-Cyl. Hkr.} = \frac{7893396}{33000} = \textit{239 I HP.}$$

For *Lavtryks-Cylindren* haves:

Nyttigt Middeltryk = 5,63 lbs. pr. □ in. (eft. Diagr.)
Stempel-Areal = $\frac{1}{4}\pi \cdot 54^2$ = 2290 □ in.
Stempeltryk = 5,63 . 2290 = *12893 lbs.*
Stempelhastighed = *378 ft. pr. Min.* (som ovenfor).

Lavtr.-Cyl. Arb. = 12893 . 378 = 4873554 ft. lbs. pr. Min.

$$\textit{Lavtr.-Cyl. Hkr.} = \frac{4873554}{33000} = \textit{148 I HP.}$$

Altsaa er:
hele *Maskinens Hestekraft* = 239 + 148 = *387 I HP.*

Denne Maskine brugte gjennemsnitlig i Etmaalet (Døgnet) $10\frac{1}{4}$ Tons Newcastle Kul og altsaa, idet 1 Ton = 2240 lbs.,

$$\frac{10\frac{1}{4} \cdot 2240}{24} = 957 \text{ lbs. i Timen}$$

eller

$$\frac{957}{387} = 2{,}47 \text{ lbs. pr. I HP i Timen.}$$

Af Hensyn til Forkortninger vilde det være bekvemmest ved Hestekrafts Beregninger at opsætte Udregningerne til aller sidst; her vilde f. Ex. for Højtryks Cylindren faas:

$$\text{Stempel-Tryk} = 33{,}9 \cdot \tfrac{1}{4}\pi \cdot 28^2 \text{ lbs.}$$

$$\text{Stempel-Hastighed} = 2 \cdot \tfrac{36}{12} \cdot 63 \text{ ft. pr. Min.}$$

$$\text{Hestekraft} = \frac{33{,}9 \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot 28^2 \cdot 2 \cdot \frac{36}{12} \cdot 63}{33000}$$

$$= \frac{33{,}9 \cdot \overset{2}{\cancel{22}} \cdot \overset{4}{\cancel{28}} \cdot 28 \cdot 2 \cdot \overset{3}{\cancel{36}} \cdot 63}{\underset{\underset{1000}{\cancel{11000}}}{\cancel{4} \cdot \cancel{7} \cdot \cancel{12} \cdot \cancel{33000}}} = 239 \text{ I HP.}$$

Anm. Angives en Maskines indicerede Hestekraft uden videre Bemærkninger, menes hvad den gjennemsnitlig har udviklet med fuld Kraft paa Prøveturen, altsaa mere, end hvad den ellers udvikler. — Maskinerne bestilles nu efter deres indicerede Hestekraft, og i Kontrakten betinges tillige, at Kulforbruget (Ph. 74) ikke maa overskride en vis Grændse. Istedetfor at bestille en Maskine af en vis Hestekraft kan man dog ogsaa bestille den saaledes, at den mindst skal kunne meddele Skibet en vis Hastighed.

121. Naar man i daglig Tale angiver en Maskines Hestekraft, mener man i Reglen dens **nominelle Hestekraft** [nominal horse-power; N HP], der forøvrigt er et yderst vagt Begreb. Dens Størrelse er nu ca. $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$ af den indicerede Hestekraft (i Frankrig akkurat $\frac{1}{4}$).

Nominel Hestekraft kan beregnes paa mange Maader og med forskjellige Resultater, her skal kun den vigtigste nemlig Board of Trades Maade angives. Ved Maskiner med Kondensation regnes med *Middeltrykket lig 7 lbs. pr. □ in.* og med *Stempelhastigheden lig 200 ft. pr. Min.*, saaledes som de gjennemsnitlig vare for James Watts Maskiner. Er en Cylinders Diameter D in., bliver dens Areal $\frac{1}{4}\pi D^2$ og dens Stempeltryk $7 . \frac{1}{4}\pi D^2$. Altsaa faas

$$\text{Hestekraften} = \frac{7 . \frac{1}{4}\pi D^2 . 200}{33000} = \frac{7 . 22 . D^2 . 200}{4 . 7 . 33000} = \frac{\boldsymbol{D^2}}{\mathbf{30}}.$$

Adderes samtlige Cylindres Hestekræfter, faas, idet Nævneren er fælles, at en *Maskines nominelle Hestekraft er lig en Brøk, hvis Tæller er lig Summen af Kvadraterne af samtlige Cylindres Diametre, og hvis Nævner er 30.*

For Maskinen i 120 faas altsaa

$$\frac{28^2 + 54^2}{30} = \frac{784 + 2916}{30} = \frac{3600}{30} = 120 \text{ N HP.}$$

For Maskiner uden Kondensation (Højtryksmaskiner) regnes med 21 Pund istedet for de 7, saa at samme Regel som ovenfor kan bruges, naar Nævneren sættes lig 10 istedetfor 30.

Kjedler.

122. Indledning. En Kjedel maa først og fremmest være istand til sikkert at *modstaa Dampens Tryk.* — Den maa ligeledes kunne *modstaa Atmosphærens Tryk*, naar der ved Afkjøling dannes et Vakuum i den; dette har nu ingen Vanskelighed, da vore Kjedler ere svært byggede.

For at kunne *modstaa de ved Temperaturforskjelligheder frembragte Spændinger* maa Kjedler bygges af et paa en Gang sejgt og stærkt Materiale; Støbejern er altsaa ubrugeligt. Alle ældre Kjedler ere af Smedejern, men dette Materiale er nu næsten fortrængt af det bløde Staal, der baade er stærkere og sejgere og kan fremstilles i større Plader, saa at der faas færre Samlinger og derfor færre Utætheder. Pladerne i Hedefladen maa være af det allerbedste Materiale (Lowmoor Jern el. sejgeste Staal) og ikke for tykke (Ph. 64).

Kjedlerne skulle kunne *levere den fornødne Dampmængde*, uden at Fyringen behøver at forceres, da der herved vilde faas en daarlig Forbrænding og megen Spildevarme. *Ristefladen* maa passe til Kulforbruget (paa 1 □ ft. brændes ca. 15 lbs. i Timen under alm. Forhold) og *Hedefladen* maa være saa stor (ca. 30 Gange Ristefladen), at Røgen ikke gaar for varm bort (smlgn. Ph. 64). — Til Hedefladen [heating surface] medregnes enhver Fyrkanals Top [crown] (alt over Risten), hvert Forbrændingskammers

over Fyrbroen liggende Flader samt ethvert Rørs udvendige Overflade; men alt under Risten og Fyrbroens Top fraregnes og i Reglen ligesaa Pladerne i Røgkamret (nærmere senere om alle disse Ting).

De almindelige Skibskjedler ere *Rørkjedler* [tubular boiler], det er Kjedler, i hvilke Størstedelen af Hedefladen (80—85 %) dannes af Rør [tube] istedetfor Kanaler [flue], da der saa kan faas en større Hedeflade anbragt i samme Kjedel. Det samlede Tværsnitsareal af Rørene (Trækfladen) maa være saa stort, at Flammen (og Røgen) frit kan passere det.

For at *undgaa Brandfare* maa samtlige Ildkanaler være omgivne af Vand. For at *undgaa Sprængning* maa Hedefladens øverste Dele altid være dækkede af Vand, selv naar Skibet krænger, normal Vandstand maa derfor være 8—10 Tommer over dem. — I alle Kjedeltegningerne i Atlasset ere Vandlinierne angivne med Punkt og Streg.

Naar Dampen strømmer ind i Maskinen, vil Dampen i *Damprummet* [steam space] udvide sig noget og tabe noget i Tryk; Damprummet maa derfor være saa stort, at Trykfaldet ikke fremkalder Tilbøjelighed til Overkogning (Ph. 60). At *Vandrummet* [water space] er rigelig stort er heldigt, da der saa under en Manøvrering kan frembringes en større Dampmasse af Vandet uden synderligt Trykfald (Ph. 60). Kanalerne og Rørene maa placeres saaledes, at der kan blive en fri Cirkulation for Vandet, samt Plads til at Dampboblerne kunne stige frit op uden at rive for meget Vand med. Af den sidste Grund maa *Vandets Overflade* (Vandarealet) ogsaa være tilstrækkelig stor. — Anordningen af Kanaler og Rør betinges ogsaa af Hensynet til en tilstrækkelig *bekvem Kjedelrensning*.

De fleste Skibe forsynes med baade *Hovedkjedler* og en Hjælpekjedel, *Donkeykjedlen*; denne skal give Damp til Spil og Kraner, saa at man kan faa Tid til at efterse Hovedkjedlerne.

Mindre Skibe have selvfølgelig kun én Kjedel, men noget større Skibe have Valget mellem én større og to mindre Kjedler. Det første er billigst, men det sidste er sikrest, da man saa kan komme frem omend kun langsomt, naar en Kjedel bliver ubrugelig, f. Ex. ved at Toppen af en Kanal synker ned. Kun meget store Koffardiskibe have mere end to Kjedler.

123. Førend en Kjedel maa bruges, skal den underkastes en **Prøve** [test] med «koldt» Tryk; det er Vandtryk frembragt ved Hjælp af en Pumpe. Kjedlens overflødige Aabninger lukkes saa, og den sættes i Forbindelse med en Trykpumpe og et Kontrolmanometer. Efter at Kjedlen er fyldt, lukkes den helt til, og der sættes Tryk paa den. Eftersom Trykket stiger, sammenlignes Kjedlens Manometer med Kontrolmanometret, og naar normalt Tryk er opnaaet, efterses om Sikkerhedsventilen virker tilfredsstillende. Derpaa lukkes Manometerhanen, og Sikkerhedsventilen fastspændes, og mere Vand sættes paa, indtil Prøvetrykket naas; dette er hos os $\frac{5}{3}$ Gange og i England 2 Gange det normale Overtryk. Ved et Eftersyn skal det nu vise sig, at Kjedlen ikke har faaet nogen kjendelig Formforandring, samt at der ikke strømmer Vand ud i anden Form end Støvregn. Utætte Steder mærkes med Kridt og stemmes, naar Trykket igjen er borte. — Senere Trykprøver foretages paa samme Maade; men er Kjedlen svækket ved Fortæring, prøves den med et mindre Tryk, og hos os kan der saa gaas med $\frac{3}{5}$ af Prøvetrykket. Er en Kjedel prøvet i Udlandet, maa den gaa med $\frac{3}{5}$ af det der anvendte Prøvetryk.

124. Et **Ildsted** [furnace] i en Kjedel vises i Fig. 171. Det anbringes i en *Fyrkanal*, som ligger dybt nede i Kjedlen, for at der kan faas gode Strømninger i Vandet (Ph. 65). Dets Hoveddele ere: (1) *Fyret*, hvori Kullene ligge, og hvori Forbrændingen hovedsagelig foregaar, (2) *Risten*, som bærer Kullene og tillader Luften at slippe

op i dem samt Asken at falde ned — den «frie» Risteflade er ca. $\frac{1}{3}$ af den hele —, (3) *Askegraven*, der optager Asken og lader Luften trænge ind under Risten. Fortil anbringes en *Fyrkarm* [furnace front], der kan være af Støbejern (Fig. 171) eller af Pladejern (Fig. 173) og omslutte hele Ildstedet eller blot Fyret. Adgang til Fyret faas gjennem en *Fyrdør* [fire door], der er af samme Materiale som Karmen og sædvanlig firkantet. Den fastholdes ved Hængsler og en Klinke, hvis Hage har to Indhak (Fig. 171), saa at Døren kan lukkes helt til eller paaklem. Døren og ofte tillige Karmen har forinden en *Brændplade* (baffle plate], der fastholdes ved Stag og tjener som Skjærm mod Varmestraalerne (Ph. 63); den afkjøles ved Luft, der gaar gjennem Huller i den og nogle Aabninger i Døren. Trækken reguleres ved Hjælp af en Smedejernsplade, *Dæmperen* [damper], der er anbragt for Askegraven [ash-pit]. Dæmperen kan være boltet til en vandret Stang, der passerer dens Tyngdepunkt, og Stangen hviler i aabne Lejer, saa at Dæmperen let kan faas bort, naar der skal gaas med fuld Kraft i længere Tid. Dæmperen kan ogsaa træffes hængende paa en fast Stang ved Hjælp af Lapper (Fig. 173). Dæmperen kan fastholdes i en passende Stilling ved en Tandbue og en Pahl (Fig. 171) eller ved et Stykke Kul. Overfladen af *Risten* [grate] er en Plan, som hælder indad, saa at der fortil bliver god Indgang for Luften og bagtil god Plads til Flammens Passage; endvidere lettes Fyringen derved. Fortil i Risten findes *Dødpladen* [dead plate], der er af Støbejern og uden Aabninger, saa at Ilden ligger dødt paa den og ikke angriber Karmen og Døren. Selve Risten bestaar af *Ristestænger* [fire-bar], der ere skjærpede nedad for at lette Askens Nedfalden og Oprensningen, samt for at Luften bedre kan slippe op. Stængernes Ender ere flade for at hvile sikkert, og de have Knaster paa Siderne for at bevare Stængernes Afstande. Stængerne ere af Smedejern eller Støbejern; det sidste er

billigst, men det tillader ikke Reparation. Stængerne ligge i Reglen i to Længder, og de maa have Plads til at udvide sig enten ved Spillerum (Fig. 171) eller ved en Skraaplan ved den ene Ende (Fig. 173). De hvile paa Dødpladen og Fyrbroen samt paa en Ristebærer, der maa være dobbelt, for at Asken kan falde igjennem. Bagtil begrændses Risten af en Opbygning, *Fyrbroen* [fire-bridge], der er en med ildfaste Sten [fire-brick] udfyldt Støbejerns Vinkel, under hvilken Luftens fri Passage er forhindret ved en Plade, der kan staa lige ned fra Broen (Fig. 171) eller skraat op fra dens Overkant (Fig. 172), og ofte have en Dør til at trække Sod ud igjennem (Fig. 173). Ved at hvirvle Flammen hjælper Broen paa Forbrændingen (Ph. 71). Dødplade, Ristebærer og Fyrbro hvile paa Klodser, der ere boltede fast til Kanalen. — For at hjælpe paa Forbrændingen kan der føres extra Luft til Flammen gjennem fine Huller i Brændpladen og i den Plade, der hindrer Luftens Gang under Broen.

Anm. Af Hensyn til Forbrændingen bør en Fyrkanals Diameter være stor, da der saa bliver et højere Rum over Risten og derfor mindre Afkjøling af Ilden og Flammen, samt fordi den ligeledes større Askegrav tillader en friere Indgang for Luften. Gjøres paa den anden Side Diametren altfor stor, bliver det vanskeligt at holde Risten dækket med Brændsel samt at faa Kanalen stærk nok.

125. Den nu mest anvendte Type af Skibskjedler [marine boiler] er **den almindelige Højtrykskjedel** [high pressure boiler] eller mere præcist den cylindriske Kjedel [cylindrical boiler] med tilbagegaaende Træk og udvendigt Røgkammer og Optræk. Højtrykskjedlerne have i Reglen 2 eller 3 Fyrkanaler [furnace], der ligge saa dybt nede som muligt, saaledes som Jernkjedlen Fig. 172 og Staalkjedlen Fig. 173 vise. Fra *Fyrkanalen (Ildstedet)* træder Flammen ind i et rummeligt opretstaaende Kammer, *Forbrændingskamret* [combustion chamber], hvori Forbrændingen fuldendes, saa vidt som den i det Hele kan (Ph. 71). Sædvanlig har hvert Ildsted sit Forbrændingskammer, da

der saa faas lidt mere Hedeflade og navnlig mindre Forstyrrelse, dersom et Ildsted kommer i Uorden f. Ex. paa Grund af en smeltet Rist. Endel Kjedler navnlig med to Fyr, have dog et fælles Forbrændingskammer (ligesom i Fig. 177), da der saa faas en bedre Forbrænding, naar der fyres skiftevis i de to Fyr, hvis Flammer blandes, saa at det enes Luftoverskud kommer til Nytte for det andet. For at lette Dampboblernes Opstigning kan man udvide de smalle Vandrum ved Forbrændingskamrene opadtil (Fig. 173). Fra Forbrændingskamrene gaar Flammen ind i *Rørene*, hvori den slukkes og forvandles til Røg, og gjennem hvis Vægge den afgiver største Delen af sin Varme. Rørene gaa tilbage over Ildstedet (tilbagegaaende Træk) og ikke i dettes Forlængelse (direkte Træk; som i Fig. 177) for at faa en kort Kjedel, der ikke tager formeget Rum fra Lasten. At Kjedlen bliver høj derved har intet at sige i Koffardiskibe, hvori den endog godt kan rage delvis op over Dækket (Fig. 172, b). Røgen gaar fra Rørene ind i *Røgkamret* [smoke-box], der sidder uden paa Kjedlen og har en vandret Underflade og en Forflade, som hælder skraat udad, saa at der forneden bliver Plads nok til at fyre og foroven Plads nok indvendig til al Røgen. Røgkamret fastholdes til Kjedlen ved Tapper (Pindebolte), der gaa gjennem Vinkler i dets Kant eller gjennem Spændestykker, der fastholde Vinklerne. For hvert Rørparti findes der en *Røgkammerdør* [smoke-box door], som i Reglen har Hængsler foroven og Vridere forneden; indvendig have Dørene Brændplader (uden Lufthuller for ikke at svække Trækken). Skulle Rørene i et Rørparti renses, hejses dets Dør op i vandret Stilling ved en Kjæde med en Krog, der hugges i en Ring i Dørens Nederkant. Fra det flade Røgkammer gaar Røgen op i det tragtformede *Optræk* [uptake], som forneden har en flad Tud for hvert Røgkammer, og hvortil foroven *Skorstenen* slutter sig. — Udenpaa Siderne af Røgkamret (ogsaa paa dettes Døre)

og Optrækket er der i et Par Tommers Afstand anbragt en Pladejerns Kappe [air casing], som standser Varmestraalerne. Det under Kappen værende Rum er aabent foroven og forneden, for at der ikke skal samle sig varm Luft i det og ophede Kappen.

Kjedler med meget stor Diameter faa fire Fyr og meget smaa Kjedler faa kun ét Fyr (Fig. 174). *Ét Fyrs Kjedler* anvendes i *Bugserbaade* og i Dampbarkasser samt som *Donkeykjedler*; deres Rør komme tildels til at ligge ved Siden af Fyrkanalen, over hvis Midte der af Hensyn til Oprensning helst ingen Rør anbringes. — Tidligere anvendtes ogsaa Højtrykskjedler med *indvendigt Optræk* [wet uptake] og Røgkammer (Fig. 175), da der derved opnaaedes en lidt større Hedeflade end ved udvendigt Optræk [dry uptake]; deres Afstivning er imidlertid vanskeligere og deres Fortæring hurtigere. — Af og til benyttes *ovale Kjedler*, der tage mindre Plads op end de cylindriske, men kræve mere indvendig Afstivning. Deres Sider ere plane og deres øvre og nedre Dele ere Halvcylindre (Tværsnit som i Fig. 179, a).

126. De ovenfor omtalte Kjedler have kun Fyr i den ene Ende [single ended boiler], men meget store **Kjedler** bygges **med Fyr i begge Ender** [double ended boiler], saa at en af dem ligner to alm. Højtrykskjedler, hvis Bagender ere sammennittede efter Borttagelsen af Endebundene og oftest tillige Bagpladerne i Forbrændingskamrene (Fig. 176); den bliver altsaa ligesaa virksom som de to men lettere. Hver to i Forlængelsen af hinanden liggende Ildsteder have nu i Reglen fælles Forbrændingskammer.

127. I *Orlogsskibe* med tilstrækkeligt Dybgaaende anvendes Kjedler af de ovenfor beskrevne Arter, men stikke de ikke saa dybt at en saadan Kjedels Overdel kan komme langt nok ned under Vandgangen, tager man Tilflugt til Kjedler med direkte Træk og finder sig i, at de

ere lange og kræve en extra Plads, hvorfra Rørene kunne renses.

I større Skibe anvendes saa i Reglen **cylindriske Kjedler med direkte Træk** (Fig. 177). Disse Kjedler pleje at have to Fyrkanaler og et fælles Forbrændingskammer og et fælles Rørsystem. For at faa Flammen bedre hvirvlet samt bedre bragt ind i de nedre Rør anbringes der midt i Forbrændingskamret en «Hængebro» [hanging bridge], hvis nedre Del er en Hvælving, som bærer den øvre Del. For at kunne trække Sod ud af Forbrændingskamret anbringes der nu ofte fra dette og hen til Kjedlens Bagende et Pladejernsrør (vist punkteret), som kan lukkes med en Slags Dæksel.

Da de nylig beskrevne Kjedler have et langt Forparti, anvendes ofte for at spare Plads og navnlig i Torpedobaade istedetfor dem **Lokomotivkjedler**, der kunne faa en bred og derfor kort Rist og undvære Forbrændingskammer. I en Lokomotivkjedel er Ildstedet, som Fig. 178 viser, en fra neden indskudt firkantet *Fyrkasse* [fire-box], der er befæstet i en tilsvarende Udvidelse af Forpartiet i den ellers cylindriske Kjedel. Indfyringen sker gjennem et eller to Fyrhuller i Forsiden af Kjedlen, og Asken falder gjennem Fyrkassens aabne Bund ned i en Kasse, i hvilken der ved Torpedobaade er Vand for at forhindre en Ophedning af Risten fra neden af. — Ved en anden men mindre anvendt Type af Lokomotivkjedler er Fyrkassen oval og indskudt forfra i en tilsvarende Udvidelse af Kjedlen (Fig. 179), saa at Ildstedet nu bliver aabent fortil og lukket forneden ligesom ved de almindelige Skibskjedler. — Begge Typer af Lokomotivkjedler anvendes af og til i Bugserbaade og i Barkasser.

128. Lodrette cylindriske Kjedler anvendes sjældent som Hovedkjedler men ofte som *Donkeykjedler*; den eneste Form af dem, som har faaet nogen Udbredelse, vises i Figur 180. Yderskallen og Inderskallen ere lodrette Cy-

lindre, og for at forstørre Hedefladen og fremme Vandets Cirkulation, findes der i Kanalen krydsvis stillede, vandrette Rør, som ere fyldte med Vand. Disse Rør, der sædvanlig ere cylindriske, ere sammensvejsede af Jernplader og fastnittede ved Hjælp af Flanger i deres Ender. — Lodrette Kjedler fylde mindre i vandret Plan end ét Fyrs Rørkjedlerne (se 125 og Fig. 174) og komme ikke saa let i Uorden.

129. Til Lavtryksmaskiner (75; 93) med indtil 30 Punds Tryk anvendes **Lavtrykskjedler** [low-pressure boiler], der ere kasseformede (firkantede) Kjedler [box-boiler] med tilbagegaaende Træk og indvendigt Røgkammer og Optræk, saa at de kunne udnytte Pladsen i Skibet og Røgens Varme bedst muligt; deres Hovedtype vises i Fig. 181. Fyrkanalerne, hvis Antal kan stige til fem, ere firkantede med afrundede Hjørner; deres Top og ogsaa ofte deres Bund er hvælvet. Da der i saadanne Kanaler kan faas høje Rum over og under Risten, bliver Forbrændingen god. Den øvre Del af Kjedlens Forside hælder i Reglen udad, saa at Røgkamret kan blive vidt opad; at der maa være Vand mellem det og Kanalerne er indlysende. Lavtrykskjedler egne sig godt til at staa tværskibs, da de let kunne afrundes bagtil forneden, og det uden at det skader Forbrændingen (Fig. 181, a). Til at staa langskibs passe de ikke saa godt, da en Afrunding (vist punkteret i Fig. 181, b) saa vilde gjøre en Askegrav daarlig, — til langskibs Opstilling egne derimod cylindriske Kjedler sig godt. — Naar det har knebet paa Plads i Højden, har man ogsaa anvendt Lavtrykskjedler med direkte Træk, men almindeligere var det saa at anvende Kjedler med Rørene ved Siden af Ildstederne [low boiler]. — Lavtrykskjedlerne med «vaad» Bund ere vanskelige at faa eftersete forneden; man har derfor ogsaa bygget Kjedler med «tør» Bund, idet alle de smalle Vandrum om Ildstederne (og Forbrændingskamrene) lukkes forneden (som

i Lokomotivkjedlerne), saa at Askegravenes Bunde kun dannes af løse Plader.

130. Førend Rørkjedlerne vare opfundne eller bleve almindelige, anvendtes **Kanalkjedler** [flue-boiler]. Det var firkantede Kjedler med firkantede Ildsteder og Ildkanaler (Fig. 182). Flammen gik fra Ildstederne ind i et fælles Forbrændingskammer og derfra gjennem en paa Højkant stillet Kanal, der bugtede sig frem og tilbage i Kjedlen og i Reglen midt for Kjedlens ene Side gik tilvejrs til Skorstenen. Fyrbroen var i Reglen af Pladejern og fyldt med Vand.

131. **Kjedelpladers Samling** sker ved Nitnagler [rivet], og Samlingerne stemmes [caulk] tæt. Sædvanlig ere Pladerne samlede ved Overlapning [lap joint] og dobbelt Nitning [riveting] (Fig. 183), naar de ikke ere for tykke; enkelt Naglerække træffes kun anvendt i en Del Kjedlers Inderskal og i Tværsamlingerne i smaa Kjedlers Yderskal; støde 3 Plader sammen, skjærpes den ene (Fig. 183). Er der svære Plader i en Kjedels Yderskal, anvendes der paalangs i Kjedlen stumpt (stuk) sammenstødte Plader [butt-joint], som samles ved dobbelte Lasker [strap] med tredobbelt Naglerække (Fig. 184). En cylindrisk Yderskal samles af Ringe, sædvanlig er der 3 Ringe i Jernkjedler (Fig. 172) og 2 i Staalkjedler (Fig. 173). — Damptrykket vil søge at udjævne en Urundhed i en cylindrisk Yderskal men søge at forøge den i en cylindrisk Fyrkanal. Kanalerne bør altsaa være nøjagtig cylindriske, og deres Plader samles derfor nu ikke mere paalangs ved Overlapning men ved dobbelte Lasker (Fig. 172, b) eller ved Svejsning (Fig. 177, b); Samlingerne lægges forneden for ikke at paavirkes af Ilden. Kanalerne afstives ofte mod Sammenklapning [collapsing] ved at laves riflede paatværs [Fox's corrugated flue] (Fig. 173, a) eller ved at gives en Forstærkning paa Midten, mest Adamsons Flangesamling (Fig. 177, a). Ved riflede Kanaler maa de yderste Ristestænger passe til Ril-

lerne; Rillerne i Askegraven kunne dækkes med en Plade. — Vinkelsamlingerne udføres nu ikke mere ved Hjælp af Vinkeljern men ved at tage Kanten op paa den ene Plade [flanging the plate], da det giver en paalideligere Samling med kun halvt saa mange Steder, som kunne blive utætte. Ved Fyrkanalens Inderende er det bedre at flange Kanalen (Fig. 173, a) end Forbrændingskamrets Forplade (Fig. 172, a), da Naglerækken saa kan faas bort fra Flammens direkte Paavirkning.

132. Flade Kjedelpladers Afstivning. Alle flade Plader maa afstives for ikke at bule sig ud [bulge out], deres Antal er derfor indskrænket til det mindst mulige i de nyere Kjedler nemlig til Endebundene og Forbrændingskamrene. Afstivningen i Damprummet sker i Reglen ved lange Ankerbolte, Stagene [stay], der gaa gjennem de overfor hinanden liggende Plader (Fig. 173) og fæstes til disse ved indvendige og udvendige Møttriker med Underlagsskiver (Fig. 185), af hvilke den ydre ofte gjøres meget stor og nittes til Kjedelpladen for yderligere at styrke denne. De yderste af disse Stag fæstes ofte ved et Par Lapper til den cylindriske Kjedelskal (Fig. 172). Møttrikerne i Optrækket beskyttes af og til ved en Brændplade (Fig. 172, a). For Passagens Skyld maa Stagenes Afstand være 14—16 in., hvilket kræver tykke Endebunde. Tidligere foretrak man at gjøre disse Plader tyndere, og man afstivede dem saa ved parallele, parvis anbragte, fastnittede Vinkeljern med Stag imellem (Fig. 186), eller ogsaa lod man Stagene ende i Gafler (Fig. 187), der dannedes af Skinner, som omsluttede to Øjebolte i Kjedlen og et Øje i Staget og samledes med Øjerne ved Bolte med Split for. For at undgaa de lange Bolte afstiver man af og til ved Hjælp af Vinkelplader [gusset stay], der fæstes ved Vinkler (Fig. 177); denne Afstivning anvendes ogsaa undertiden forneden i Kjedler, som ellers afstives ved Bolte (Fig. 173, a). — Forbrændingskamrenes Sider afstives ved Stagbolte [stay bolt]

(Fig. 172), der anbringes i ringe Afstand fra hinanden (7—8 in), da Forbrændingskamrenes Plader skulle være tynde (122). Stagboltenes Ender ere forsynede med lave Møttriker (eller nittede), og for at holde Pladerne fra hinanden kunne de være skruede gjennem Pladerne (Fig. 188, a) eller være omgivne af Rør (Fig. 188, b). — Et Forbrændingskammers Top kan hvælves, saa at den ikke behøver at afstives (Fig. 173), men sædvanlig er den flad og afstivet ved Stagbolte, som gaa op i Tværbjælker [girder stay], der hvile paa Kamrets Rande (Fig. 172). Blandt andre Maader skal kun nævnes fastnittede T-Jern, der yderligere kunne bæres af Stag, som befæstes i andre T-Jern paa Yderskallen (Fig. 177, a); disse Stag ende i Gafler, som fæstes ved Bolte med Split for. — Rørpladerne afstives ved Støtterør, hvorom senere.

I Lavtrykskjedlerne maa samtlige Plader afstives, de faa derfor Stag i tre Retninger. Stagene kunne fæstes ved Møttriker eller ved Gafler og Øjebolte, og de af dem, der gaa imellem Rørrækkerne, ere sædvanlig flade.

133. Kjedel **Rørene** [tube] ere nu hyppigst trukne Jernrør, der enten ere stuksvejsede [but welded] eller lapsvejsede [lap welded], bedre Varmeledere og varigere men ogsaa langt dyrere ere Messingrør; Staalrør uden Svejsning begynde at blive anvendte. Rørenes Diameter er ca. 3 in., og de alm. Rørs Godstykkelse er ca. $\frac{1}{8}$ in.; Støtterørenes er ca. $\frac{1}{4}$ in. Rørpladerne [tube plate] ere tykke og ligesom Kjedlen af Smedejern eller Staal. De ere forsynede med Huller til Rørene, som anbringes i Rækker, der af Hensyn til Rensningen ikke maa forløbes for hinanden (Fig. 172, b) *. De almindelige Rør stikkes gjennem Hullerne (Fig. 189, a) og vides ud med en Rør-

* I Torpedobaade forløbes Rørrækkerne for at faa en stor Hedeflade (Fig. 178), men saa er Afskrabning af Sten umulig, og der maa kun «spædes» med færsk Vand fra en Beholder.

udvider, kun undtagelsesvis blive de nittede (Fig. 189, b) eller forsynede med Ringe [ferrule] (Fig. 189, c). I den sidste Tid anvendes af og til for at lette en senere Udtagning Rør med lidt udvidede Ender [swelled end]. Støtterørene blive undertiden kun nittede (særlig ved Metalrør), men sædvanlig fæstes de ved Hjælp af Gevind enten med udvendige og indvendige lave Møttriker (omtrent som Stag; Fig. 185) eller endnu bedre, ved at den ene Ende af Røret er udvidet og dette saa skruet ind i Rørpladerne og mulig tillige forsynet med lave Møttriker udvendig (Fig. 189, d). Støtterør befæstede paa den sidste Maade blive mere og mere almindelige, da de holde godt fast paa Pladerne og ikke desto mindre ere lette at faa ud igjen.

134. Adgang til en Kjedels Indre for Rensning og Eftersyn faas gjennem **Mandehuller** [man-hole] og **Rensehuller** [mud-hole], der ere anbragte oveni Kjedlen og ved Siden af Fyrkanalerne (Fig. 173, b). For at faa et Mandehul saa lille som muligt af Hensyn til Svækkelsen af Kjedlen gjøres det ovalt (ca. 12 in × 16 in.). Rensehullerne ere nu ogsaa hyppigt ovale, men kunne de saa ikke blive store nok, rettes de efter Pladsen og blive trekantede med afrundede Hjørner. For at styrke Kjedlen nittes der altid en Ring eller en Plade udenom Mandehullet og nu ogsaa ofte om Rensehullerne. Dørene til Hullerne kunne dannes af to sammennittede Plader (Fig. 190) eller af en Plade med en fastnittet Vinkeljernsring, som passer til Hullet; i sidste Tilfælde ere Dørene lettere at sætte paa Plads uden Forskydning af Pakningen (Kautschuk; Asbest; Hampeplatting med Rødkit). Hver Dør fastholdes ved to Tapper, der gaa gjennem to Tertser (Fig. 190), og alle Mandedøre have paa Midten et Haandtag. Smaa Kjedlers Rensedøre kunne ikke passeres, og de fastholdes kun ved én Bolt.

135. Trækken i en Kjedel, ɔ: Luftstrømmen, tilveje-

bringes i Reglen ved Hjælp af en Jern **Skorsten** [funnel], der tillige fjerner Røgen fra Dækket (ang. dens Virkemaade henv. til Ph. 65). Skorstenen, der i Reglen er cirkelrund og undtagelsesvis oval, er for Udseendets Skyld stillet parallelt med Masterne. Den fæstes ved Vinkeljern og Bolte til Optrækket (Fig. 173) eller i visse Tilfælde til en Overheder (Fig. 172, a), og dens Plader samles ved Overlapning eller enkelte Lasker. I sidste Tilfælde ere de vandrette Lasker udvendige Ringe, medens de lodrette ere lagte indvendigt for Udseendets Skyld, og af samme Grund ere de udvendige Naglehoveder forsænkede. Skorstenens Overkant er styrket ved en Ring, og den er afstivet ved Barduner, der ere befæstede i Øjer i en Ring tæt ved dens Overende (Fig. 172, a). Bardunerne ere af Jerntraadstovværk eller Kjæde og deres nedre Ender fæstes til Øjer i Dækket f. Ex. ved Sytove; de maa være lidt slappe, for at Skorstenen kan udvide sig frit. Der, hvor Skorstenen gaar ud af Dækket eller Jernkappen over Kjederummet, er den omgivet af Skorstenstrøjen (Fig. 172, a), der er fastboltet forneden og aaben i begge Ender, saa at Skorstenen har Frihed til at udvide sig, og saa at den varme Luft kan slippe bort fra Kjederummet; sidder Trøjen paa et Trædæk, beskytter Luften indeni den Dækket mod Opvarmning. For at holde Vand ude anbringes der paa Skorstenen en Art Tag over Trøjen. Indeni en Skorsten anbringes der ofte en Række vandrette Kramper, som tjene som Stige. Donkeykjedlen har sin egen Skorsten og denne føres i Reglen op indeni Hovedskorstenen, til hvilken den er befæstet.

En *Bugserbaads Skorsten* indrettes saaledes, at den kan *lægges ned*, naar der sejles under en Bro, hvilket opnaas ved at fæste den til Optrækket ved et Hængsel og en Bolt (Fig. 174, a). — *Orlogsskibe med store Rejsninger* forsynes med *Teleskopskorstene* (Fig. 191), det er Skorstene, hvis øvre Del kan hejses ned i den nedre, naar der skal

gaas med Sejl alene. Den bevægelige Del hænger i Kjæder, der gaa op over Skiver og ned om Spiltromler, paa hvis Axler der er anbragt Snækkehjul. Snækkerne bevæges ved Haandsving paa Enderne af deres Axel, der er anbragt ved Siden af Skorstenen og er fælles for begge, saa at Skorstenen ikke kan trækkes skjævt.

Til at regulere Trækken anbringes der undertiden foruden Dæmperne for Askegravene ogsaa et *Drejespjæld i Skorstenen*. Dette Spjæld kan bevæges nedefra ved Stænger, og det virker meget kraftigt til at stoppe Trækken. Det maa ikke slutte aldeles tæt, da der saa kan risikeres en Gasexplosion i Ildkanalerne.

Den friske Luft føres ned paa Fyrpladsen ved Hjælp af *Luftrør* (58 og Fig. 96).

136. Træk tilvejebragt ved Skorsten alene kaldes *naturlig Træk*, men det strækker ikke til, naar Skorstenen er lav, eller naar Farten skal forceres, man maa da for at faa den fornødne Kulmængde brændt benytte **kunstig Træk** [forced draught].

Blæserøret [blast pipe] fører en Dampstraale opad i Skorstenen (Fig. 174), hvori den bevirker en Sugning (smlgn. 107). Ved Maskiner uden Kondensation benyttes Spildedampen ellers bruges Kjedeldamp; i sidste Tilfælde anvendes Blæserøret kun til Forcering, da det anvender Dampen yderst uøkonomisk.

Blæser anvendes i alle Torpedobaade og er derfra gaaet over til større Orlogsskibe til Brug under Forcering af Farten. En lille Dampmaskine trækker direkte Blæseren, der er en Centrifugalblæser [fan] af Jernblik. Den ligner Hjulet i en Centrifugalpumpe (Ph. 32), men den har intet Hus; den staar frit paa Fyrpladsen ved Siden af Maskinskodtet. Luften træder fra et Luftrør ind i Hjulets Midte og afgives ved dets Yderkant til Fyrpladsen, som er lufttæt tillukket, saa at Luften ikke har anden Udvej end at gaa op gjennem Ilden.

137. **Damprøret** [steam pipe] tager Dampen saa højt oppe i Damprummet som muligt, for at den ikke skal rive formeget Vand med, og af samme Grund anbringes der et vandret liggende, indvendigt Damprør (Fig. 192), der er lukket i Inderenden og foroven forsynet med Huller, Tværspalter eller en Længdespalte. Lige hvor Dampen forlader Kjedlen, anbringes der en Stopventil (Fig. 192), for at Kjedlen kan afspærres fra Damprøret under Opfyring, eller naar Røret eller Kjedlen havareres. I Orlogsskibe tjener en Kjedels Stopventil ogsaa til at sætte Kjedlen fra, naar der gaas langsomt i længere Tid. I disse Skibe ombyttes Stopventilen ofte med en Kontraventil, saa at den af sig selv kan aflukke Damprøret, dersom Kjedlen skulde blive skudt itu. De fra Kjedlerne udgaaende Damprør samles direkte eller med Mellemled af en Overheder (Fig. 210) til et Hoveddamprør, der gaar til Maskinen og er forsynet med Hovedstopventil og Dampspjæld. Fra Hoveddamprøret udgaa Stikrør til Hjælpemaskinerne, Hjælpegliderne og Damptrøjerne; disse Rør udgaa forøvrigt hyppigt fra en Ventilanordning (44). Damprørs Beklædning er tidligere omtalt (44).

138. For at faa Dampen mindre vaad, bliver Damprummet jævnlig forstørret ved en **Damphat** [steam dome], hvilken kan bestaa af en lodret cylindrisk Beholder, der nagles til Kjedlen (Fig. 174) og bærer Stopventilen. Ofte lukkes begge *Dampbeholderens* Ender med hvælvede Bunde og den anbringes saa vandret paa to Pladejernsrør (Fig. 176) eller lodret paa ét.

139. Den af Dampen medrevne Fugtighed giver Anledning til et Varmetab, idet den erstattes af koldere Fødevand, og den kan tillige give Stød i Dampcylindrene. Man har derfor ofte anvendt **Midler til at tørre Dampen.** Da Dampen skal gjennemstrømme alle hertil anvendte Apparater, vil dens Tryk falde lidt under Tørringen.

Mest anvendt er *Overhederen* [superheater], hvori

Dampens Fugtighed delvis eller helt fordampes ved Hjælp af Spildevarmen, hvoraf altsaa med det samme noget udnyttes. Nu tørres Dampen kun delvis (af Hensyn til Smørelsen; Ph. 57), og de nye Overhedere have derfor kun en lille Hedeflade. Ved en enkelt Kjedel anvendes mest en ringformet Overheder, der indskydes mellem Optrækket og Skorstenen og gjennemstrømmes af Røgen (Fig. 172). Ved to eller flere Kjedler anvendes mest en cylindrisk Beholder, der lægges vandret gjennem Optrækket (Fig. 173) og varmes udvendig af Røgen; dens Hedeflade kan forøges ved at trække Optrækket noget ind paa Kjedlen (Fig. 173, a). Indeni den liggende Overheder anbringes der indenfor Stopventilen et opadbøjet Rør, som tager imod Dampen uden at rive udskilt Vand med. Vand, som samles i Bunden af en Overheder, tappes tilbage til Kjedlen. — Overhederne gjøre ligesom Damphatte Gavn ved at forstørre Damprummet, og de gjøres derfor ofte større end nødvendigt for Overhedningens Skyld (se Fig. 173 og 210). — De ældre Overhedere, som kunde tørre Dampen fuldstændig, havde én temmelig stor Hedeflade; en af dem bestod f. Ex. af en lodret stillet Kasse, som var anbragt i Optrækket og forsynet med en hel Del lodrette Rør, som gjennemstrømmedes af Røgen, der opvarmede Dampen paa dens Gang gjennem Kassen. Ved disse kraftige Overhedere var der Stopventiler ved Dampens Indgangs- og Udgangsaabninger samt et med Stopventil forsynet Omløbsrør. Man kunde altsaa sende Dampen udenom Overhederen, naar denne kom i Uorden eller virkede for kraftigt, fordi Maskinen gik langsomt; i sidste Tilfælde kunde ogsaa Dampen samtidig sendes dels gjennem den dels udenom den, saa at den «blandede Damp» fik en passende Temperatur (ca. 150°; se Ph. 57).

Ved *Separatoren* [separator] passerer Dampen et stort Rum, hvori dens Strømningsretning forandres; den vil altsaa tabe i Hastighed og ikke mere kunne rive alt Van-

det med sig, og de udskilte Vanddraaber ville paa Grund af Retningsforandringen ikke selv fare videre. En Separator kan, som Fig. 193 viser, bestaa af en lodret cylindrisk Beholder, der er indskudt i Damprøret og foroven forsynet med et Skillerum, der rager et Stykke nedenfor Damprøret. Forneden forsynes den med et Vandstandsglas og en Aftapningsventil. Vandet tappes i Varmvandskassen eller i Kondensatoren, da Separatoren anvendes i Orlogsskibe, hvor den ikke kan anbringes saa højt, at Vandet af sig selv kan løbe tilbage til Kjedlen. — I Torpedobaade gjøres Aftapningsrøret saa stort, at Dampen kan sendes gjennem det til Kondensatoren, naar Baaden maa stoppe. Der spildes saa intet færsk Vand, og der faas ingen Larm af udstrømmende Damp.

140. Da **Fyringen** reguleres efter Damptrykket (Ph. 52 og 71), maa der foruden Manometret paa Hoveddamprøret ogsaa paa hver Kjedel være anbragt et for Fyrbøderen synligt *Manometer*. Kullene kastes ind med en *Fyrspade*, og de større af dem knuses først med en *Kulhammer*. Til Udjævning af Kullaget paa Risten samt til Udtrækning af Aske og Slagger eller Kul tjener *Rageren* (Fig. 194, a), til at brække Slagger af Risten eller sammenbagte Kul fra hinanden tjener den mejselformede *Brækstang* (Fig. 194, b), og til at kradse op mellem Ristestængerne tjener det som en smal Øxe formede *Syvtal* (Fig. 194, c), der under Arbejdet lægges paa Dæmperstangen; disse tre Redskaber ere af Smedejern og have et rundt Skaft med et øjeformet Haandtag. Den i Rørene afsatte Sod, der svækker deres Varmeledningsevne, maa af og til fjernes. Hertil kan bruges en *Rørskraber* (Fig. 194, d), der kan have to halvrunde Skrabere anbragte paa Enderne af to flade Fjedre, samt en *Rørbørste* (Fig. 194, e), hvis Børster ere anbragte mellem sammensnoede Jerntraade. Ere Børsterne af Jerntraad, behøver Skraberen kun at bruges til at fjerne Saltskorper; ere de af Haar eller Piasava, maa Skraberen

bruges før Børsten. Et Rør kan ogsaa renses med en Dampstraale f. Ex. fra én i det Øjemed anbragt Slange med Mundstykke. Aske, Slagger og Sod kunne fjernes i *Askespande*, der kunne hejses op med et i et Luftrør anbragt *Askespil* og udtages foroven gjennem en Dør i Luftrøret og udtømmes gjennem en paa Skibssiden anbragt *Asketragt*. Paa Fyrpladsen er der til Brug ved Afslukning anbragt en *Vandhane* paa et med Søen forbundet Rør.

141. Kullene indeholdes i **Kulkasserne** [coal bunker], der i mindre Skibe ere anbragte ved Siden af Kjedlen (Fig. 209) og i større Skibe tillige tværskibs (Fig. 210) eller undertiden kun tværskibs. Kullene styrtes ned i Kasserne gjennem Huller i Dækket; er der flere Dæk føres de mellem Dækkene gjennem et i Kulhullerne anbragt Rør. Kulhullerne dækkes i godt Vejr med en Rist og i daarligt Vejr med et Dæksel. Kullene bringes ind paa Fyrpladsen gjennem Døre forneden paa Kulkasserne; en saadan Dør kan bestaa af en Plade, som kan trækkes lodret op mellem et Par Styrelister og holdes i den aabne Stilling ved en Stump Kjæde og en Krog. Kunne Kullene ikke falde ud af sig selv, maa de lempes ud; i store Skibe kan der i det Øjemed være smaa Vogne, som kjøre paa Skinneveje.

142. Det Vand, der bruges til Dampdannelsen samt mistes ved Skumning (Ph. 60) og Utætheder, erstattes ved **Fødning**. Fødevandet tages under almindelige Forhold af Fødepumperne (55) i Varmvandskassen, hvor Vandet altid er varmt og ved Overfladekondensator tillige færskt. Naar Maskinen staar, fødes der med Donkeypumpen (105), som tager Vandet fra Søen, og naar Maskinens Fødepumper eller Føderør ere i Uorden, fødes der ligeledes med Donkeypumen, som saa tager Vandet i Søen eller hellere, naar den har en Rørledning til Varmvandskassen, fra denne. Rørledningerne fra de to Fødepumper samles til et fælles Føderør [main feed pipe], der føres hen til Kjedelrummet og sender en Gren ind til hver Kjedel

(Fig. 210). Donkeypumpens Føderør [donkey feed pipe] føres ligeledes hen og forgrenes til Kjedlerne (Fig. 210); det maa ikke samles med Fødepumpernes Føderør, da saa et Brud paa et Rør kunde gjøre Fødning fuldstændig umulig. Fødevandet kan føres ind i Kjedlen omtrent i Højde med Fyrene, saa at det kan komme til at deltage i Strømningerne; man anvender imidlertid ofte et indvendigt Føderør, der føres opad og forsynes med en nedadbøjet Ende, hvoraf Vandet kan strømme ud oppe mellem to Rørpartier.

Hvert Føderør forsynes ved sin Indgang i Kjedlen med en *Fødeventil* [feed valve], der skal tjene til at regulere Fødningen (efter Angivelse af Vandstandsglasset) samt til at forhindre, at Vandet atter kan forlade Kjedlen. En Fødeventil er derfor indrettet som en almindelig Kontraventil (12 og Fig. 18), ved hvis Spindel Reguleringen let udføres. — Tidligere anvendtes en Reguleringshane samt en Kontraventil uden bevægelig Spindel. I Reglen findes saa Kontraventilen, som Figur 195 viser, anbragt i den øvre Ende af Hanen, som da er en Vinkelhane. En saadan Hanes Nøgle, der er forsynet med en paa en Skala pegende Viser, sidder forneden og er med det samme Stoppebøsning i Pakdaasen om Spindelen.

Fødningen af en Donkeykjedel besørges ved en i det Øjemed anbragt lille Donkeypumpe.

Ved Skibsmaskiner uden Kondensation tages Fødevandet fra Søen og sendes af Fødepumpen gjennem en *Forvarmer* [feed water heater], hvori det opvarmes af Maskinens Spildedamp. Den kan f. Ex. være en af Spildedampen gjennemstrømmet Beholder, hvori der er anbragt en Bugt af Føderøret (Fig. 196).

143. Vandstandsmaalerne paa en Skibskjedel bestaa af et *Vandstandsglas* [glass water guage] og *Prøvehaner* [test cock]; sædvanlig 3 Stk. Maalerne anbringes i Reglen ikke direkte paa Kjedlen men for at faa roligt Vand

samt ikke formegen Slam i Glasset paa en rund, støbt Kapsel (Fig. 197), der forbindes med Kjedlen ved Rør, der gaa højt op i Damprummet og langt ned i Vandrummet. Skal Kapslen sidde paa Kjedlens Forside, anbringes den mellem et Par Røgkammerdøre. Rørene fra Kapslen gjøres store for ikke at forstoppes, og de forsynes med Bøjninger for ikke at ødelægges af Temperaturforandringer. Det er heldigt at anbringe Haner eller Ventiler, der hvor Rørene støde til Kjedlen. Kjedlens normale Vandstand angives af en Viser, som peger paa Vandstandsglasset.

Vandstandsglasset, der vises i Fig. 198, er et stærkt Glasrør, der er anbragt midt for normal Vandstand i et Par Metalkapsler, som sidde paa Enden af Haner for at kunne aflukkes, dersom Glasset skulde springe. Ere Hanerne aabne, staar Vandet lige højt i Kjedlen og i Glasset, da de saa blive kommunicerende Rør (Ph. 22). Glasset holdes tæt ved Kautschukringe, der ligge i Skruepakdaaser, og det sættes paa sin Plads gjennem et Hul foroven, som kan lukkes med en Skrueprop. Ligeud for Hanerne anbringes der Skruepropper, for at de kunne stødes igjennem, dersom de skulde blive forstoppede. Forneden anbringes der en Aftapningshane med et Rør til Lasten, saa at man af og til kan blæse Glasset igjennem og derved rense de to første Haner. Ønskes Gjennemblæsningen foretaget, saaledes at Skyllingen af de to Haner bliver bedst mulig, lukkes den ene af dem, medes den anden blæses igjennem. En Gjennemblæsning er tillige en Prøve paa, om Alt er i Orden, da Vandet i saa Fald stiller sig som før i Glasset, medens det udebliver, dersom den ene eller begge de to førstnævnte Haner ere forstoppede. — Vandstandsglassets nedre Ende er ca. 2 in. over Hedefladen, saa at Fare for en Explosion ikke indtræffer ligestrax, dersom Vandet forsvinder fra Glasset.

Prøvehanerne skulle hos os være tre i Antal; den øverste sættes et Stykke over og den nederste ligesaa

langt under normal Vandstand; den mellemste sættes lidt under denne Vandstand eller lige derved (Fig. 197). De ere nærmest at betragte som en Reservemaaler, der kan bruges til at give en omtrentlig Angivelse af Vandstanden, naar Glasset er i Uorden. Hanerne forsynes med en Renseprop (Fig. 199), og de tappe Vandet ned i en opstaaende Tud paa en Kop, hvorfra det løber i Lasten (Fig. 197). For at de ikke skulle oversprøjte hinanden, stilles de paaskraa, f. Ex. som Fig. 197 viser.

144. En **Kjedel Sikkerhedsventil** [safety valve] tjener til at forhindre Kjedeltrykket i at overstige en vis Grændse, hvilket opnaas ved at belaste Ventilen passende, og ved at give Kjedlen en eller flere Sikkerhedsventiler af saa stort et Areal, at al den Damp, som Kjedlen kan udvikle, kan strømme ud. Størrelsen af dette Areal voxer med Hedefladen, og det kan være mindre ved høje Kjedeltryk end ved lave; i vor Kjedellov angives der hvilken Brøkdel af en Kvadrattomme, der svarer til hver Kvadratfod Hedeflade ved forskjellige Kjedeltryk. I Reglen forsynes hver Kjedel med to Sikkerhedsventiler, da det saa bliver mindre farligt, hvis en Sikkerhedsventil skulde sidde fast; har Kjedlen under 400 Kvadratfod Hedeflade er det hos os tilladt at nøjes med én Ventil, ellers ikke.

Belastningen [load] er nu i Reglen en Fjeder [spring] og ikke en «død Vægt» [dead weight], da Fjedrens Virkning ikke vil aftage og tillade Ventilen at blæse, naar Skibet slingrer. Fjedre have den Ulempe at slappes, naar de blive ældre, men de nyere Fjedre have imidlertid vist tilstrækkelig Uforanderlighed. Belastningen anbringes nu i Reglen «direkte», men tidligere anbragtes den i Reglen paa en enarmet Vægtstang, saa at den ikke behøvede at være saa stor. Begaas der en Fejl i Belastningen, har den forholdsvis mindre Betydning ved en direkte Belastning end ved en Belastning paa en Vægtstang. — Bruges død Vægt, er Vægtstang nødvendig ved høje Damptryk.

Sædet for en Kjedels Sikkerhedsventil skal være meget smalt, da det saa er lettere at holde det tæt, og da en Utæthed saa ikke skaffer Dampen et saa meget større Areal at trykke paa, at den blæser Ventilen for tidligt op. Fjederbelastede Sikkerhedsventiler udvides ofte ovenfor Sædet, saa at Dampen faar et større Areal at trykke paa, naar den har lettet Ventilen; den kan da kraftigere modvirke den ved Løftningen forøgede Spænding i Fjedren; Fig. 200 viser Formen af Adam's Ventiler, der ere meget udbredte. Ventilens Sæde er enten koniskt (Fig. 200) eller fladt (Fig. 201), og den styres ved Vinger; den maa højst kunne løfte sig en Fjerdedel af sin Diameter, og den maa derfor forsynes med en Stoppeindretning f. Ex. et Bryst paa Spindelen (Fig. 200). De to til samme Kjedel hørende Sikkerhedsventiler pleje at sidde i et vandret Skillerum i et aflangt Hus (Fig. 200 og 201), der i Reglen er af Jern og foret med Metal paa passende Steder. — Den direkte Fjederbelastning kunde anbringes som omtalt i 12 og vist i Fig. 19, men i Reglen spændes Fjedren til ved en Metalkapsel, som er skruet ned i Dækslet af et Støbejerns Hus (Fig. 200). Kapslen har langs Overkanten en Krave, der spændes til mod en Ring af passende Tykkelse, saa at Overbelastning forhindres. Uden om Kapslen og Spindelens Overende anbringes et Lukke af Støbejern. — En Ventil med Belastning paa en enarmet Vægtstang vises i Fig. 201. Belastningen, der her er en død Vægt, er anbragt paa Vægtstangens Ende; for at undgaa Overbelastning er det nemlig hos os forbudt at lade Vægtstangen have Overlængde, — at lægge noget paa Vægten er ligefrem strafbart. Vægtstangen drejer sig om en Bolt og gaar gjennem et Hovede paa Ventilspindelen, der har en skarp Kant, hvorpaa Vægtstangen trykker, saa at «Armens» Længde bliver en bestemt Størrelse. Stangen kan styres mod Sidebevægelser ved at gaa i en Slidse i en Opstander paa Dækslet. Belastningen er hos os i Reglen Støbejernsskiver (se Fig.),

der hvile paa et Bryst paa en rund Stang, som er fæstet til Vægtstangen ved en Gaffel og en Bolt og er styret ved en Øsken forneden; er der ikke Plads nok under Vægtstangen, kan Belastningen ogsaa anbringes delvis eller helt over den paa en foroven styret Stang. Støbejernsskiverne have et Indsnit, saa at de kunne skydes ind over et fladt Sted paa Stangen. — Anvendes der Fjederbelastning paa Enden af en Vægtstang, er Fjedren en Trækfjeder (Fig. 202) hvis af to Kapsler dannede Hus er fastgjort forneden og foroven forsynet med en Skrue, hvis Møttrik hviler paa Vægtstangens Ende; et Rør om Skruen forhindrer Overbelastning.

Dampen fra Sikkerhedsventilerne strømmer bort gjennem Kjedlernes *Spildedampsrør* [waste steam pipe], der i Reglen er af Kobber og er fæstet til Skorstenen ved Bøjler. Det kan modtage Spildedampen fra flere Kjedler samt fra Donkeypumpen og Ballastpumpen. Det i dette Rør dannede Vand løber bort gjennem et paa Sikkerhedsventilernes Hus anbragt Afløbsrør (Fig. 200) og hen til en Beholder; det er færsk og kan bruges til Vaskevand eller Fødevand.

For at man kan blæse Damp ud samt forhindre, at Sikkerhedsventilerne sidde fast, forsynes disse med *Letteapparat.* Hertil kan f. Ex. bruges en toarmet Vægtstang, der kan virke paa Ventilspindelen og selv paavirkes af en Kjæde (Fig. 200), som føres hen over drejelige Skiver til en Slags Skruedunkraft (Fig. 203), hvis Skrue spændes til ved en i et Haandhjul anbragt Møttrik og forhindres i at dreje rundt, ved at dens firkantede Overdel gaar i et firkantet Hul i dens Stativ.

Beregningen af Belastningen af en Sikkerhedsventil skal vises ved et Exempel. For den i Fig. 204 skitzerede 4 in. Ventil er Arealet lig $\frac{1}{4}\pi \cdot 4^2 = 12{,}57$ □ in., og da Dampens Tryk er lig 70 lbs. pr. □ in. Overtryk, bliver hele dens Tryk paa Ventilen lig $70 \cdot 12{,}57 = 880$ lbs.

Subtraheres herfra Egenvægten 6 lbs. af Ventilen og dens Spindel, faas den Belastning 880 — 6 = 874 lbs., der behøves direkte paa Spindelen. Belastningen skal imidlertid her «flyttes ud» paa Enden af Vægtstangen, hvilket sker ved Multiplikation med Armenes Kvotient (Ph. 10; Anm. 2), saa at der derude kun vilde behøves $\frac{3}{32} . 874 = 82$ lbs. Flyttes Vægtstangens Egenvægt 10 lbs., der virker i dens ved Balancering fundne Tyngdepunkt (Ph. 9), ogsaa derud faas $\frac{14}{32} . 10 = 4$ lbs. Belastningen maa være de to Størrelsers Forskjel, altsaa er $P = 82 - 4 = 78$ lbs.

Man kunde ogsaa her have taget samtlige virkende Kræfters Momenter med Hensyn til Hvilepunktet, saa at man (ifølge Ph. 10) fik:

$$P . 32 + 10 . 14 + 6 . 3 = \overline{\tfrac{1}{4}\pi . 4^2 . 70} . 3;$$
$$32 P + 140 + 18 = 2640;$$
$$32 P + 158 = 2640;$$
$$32 P = 2482;$$
$$P = \frac{2482}{32} = 78 \text{ lbs.}$$

Omvendt kan det hænde, at Damptrykket skal findes for en given Belastning; dets Beregning skal her vises for den samme Ventil under Forudsætning af en Belastning $P = 90$ lbs. «Flyttes» de 90 lbs. ind paa Spindelen, faas $\frac{32}{3} . 90 = 960$ lbs., og flyttes Stangens Egenvægt ind faas $\frac{14}{3} . 10 = 47$ lbs.; endvidere haves derinde Egenvægten 6 lbs. af Ventilen og dens Spindel. Hele Trykket paa Ventilen er altsaa $960 + 47 + 6 = 1013$ lbs., og dens Areal er $\frac{1}{4}\pi . 4^2 = 12{,}57$ □ in.; den blæser følgelig af for et Kjedeltryk af $\frac{1013}{12{,}57} = 81$ lbs. pr. □ in.

Ogsaa her kunde der tages Momenter, saa at der for $P = 90$ lbs. og Damptrykket x lbs. pr. □ in. Ovtr., vilde faas:

$$90 . 32 + 10 . 14 + 6 . 3 = \overline{\tfrac{1}{4}\pi . 4^2 . x} . 3;$$
$$2880 + 140 + 18 = 37{,}7x;$$
$$3038 = 37{,}7x;$$
$$x = \frac{3038}{37{,}7} = 81 \text{ lbs. pr. } \square \text{ in. Ovtr.}$$

145. Spinkelt byggede Kjedler, særlig alle Lavtrykskjedler forsynes med en **Luftventil** [atmospheric valve], der aabner sig og indlader Luft i Kjedlen, saasnart der ved Dampenes Fortætning efter Afslukningen begynder at danne sig et Vakuum i Kjedlen. Den er en Kontraventil og kan ligne en Pumpesnøfteventil (Fig. 88), der forsynes med en fast Stopper. Af og til er den belastet lidt (Fig. 205), saa at den ikke aabner sig, før Undertrykket har naaet en vis Størrelse. Det kan nemlig hænde, at Trykket i en Lavtrykskjedel under forceret Gang synker lidt under Atmosphærens, og Luft, der slap ind, vilde saa øjeblikkelig ødelægge Kondensatorens Vakuum og standse Maskinen.

146. **Dampfløjten** [steam whistle], der benyttes til at give Signaler, anbringes i Reglen paa Skorstenen, inden i hvilken dens Damprør nu sædvanlig er anbragt for at undgaa Fortætninger deri. Nu anvendes mest *Orgelfløjten* (Fig. 206), der bestaar af et for begge Ender lukket Rør, som forneden er forsynet med to Indsnit, mod hvis Kanter Dampen strømmer ud af to Spalter og frembringer en Lyd, som forstærkes af Røret. Dampen kommer til Fløjten gjennem en lille fjederbelastet Kontraventil, der aabnes ved et Tryk fra en Vægtstang, som bevæges fra Kommandobroen ved Hjælp af en Snor. — Kommer der Vakuum i Kjedlen, virker Fløjteventilen som Luftventil. — Førend Orgelfløjten var opfundet og trængt igjennem benyttedes den mindre kraftigt lydende *Klokkefløjte*. Ved denne strømmede Dampen ud af en ringformet Spalte mod Kanten af en høj Klokke, der fastholdtes af en Spindel i Midten.

147. Kjedlers Skumning, Tømning og Fyldning. Udenpaa Kjedlen anbringes en saakaldet *Skumhane* [scum-cock], hvorfra der udgaar et Rør, *Skumrøret* til Søen samt et Rør ind i Kjedlen (Fig. 207). Det sidste Rør ender i en opadvendt Tragt, som sidder nogle Tommer under normal Vandstand og tjener til at opsamle en Del af det fine Grums, som Dampboblerne rive op med sig. Forneden paa Kjedlen anbringes en med Topnøgle forsynet Hane, *Bundhanen* [blow-off cock], hvorfra et Rør, *Udblæsningsrøret* fører til Søen (Fig. 207). De to Rør kunne gaa til Søen, hver for sig eller samlede indbyrdes (Fig. 207) eller hver med sit tilsvarende Rør fra en anden Kjedel; ved Søen anbringes der selvfølgelig en Søhane eller en Kingston med Hane.

At *skumme* vil sige at tappe noget Vand ud af Kjedlen. Dennes Saltholdighed kan formindskes derved, idet det udblæste Vand erstattes af friskt Fødevand (Ph. Slutn. af 60). — Anvendes Overfladekondensator, skummes der «periodisk», det er af og til f. Ex. en Gang hvert Døgn og i en saadan Mængde, at Saltholdigheden holdes paa ca. $\frac{2}{32}$, dog kan man ifølge nyere Undersøgelser godt lade den stige til $\frac{3}{32}$ eller endog $\frac{4}{32}$; den maales af og til ved en Saltmaaler (Ph. 35 og 36). Sædvanlig skummes gjennem Skumhanen for at faa det mest mulige Fidt ud, men en Gang imellem f. Ex. hver 3—4de Gang skummes gjennem Bundhanen for at faa Grums og Slam ud af Kjedlens Bund. — Ved Indsprøjtningskondensator maa der skummes langt mere; periodisk Skumning kan saa kun gaa for Skibe, der gjøre korte Farter og skumme, naar de ligge stille; thi det vilde ellers paa Grund af den ved Fødevandet fremkaldte Afkjøling være umuligt at holde Trykket tilstrækkelig konstant under Gangen. Der foretrækkes derfor «stadig» Skumning, idet Fødepumpen saa bliver ved at føde jævnt og rigeligt, medens Skumhanen holdes aaben til Stadighed eller aabnes af og til (naar

Vandet er steget ca. 2 in.); Saltholdigheden holdes paa ca. $\frac{2}{32}$. Skumhanen benyttes, fordi en Del fint Grums saa faas ud med det samme, samt fordi Uagtsomhed saa ikke kan medføre Kjedlens Tømning. En Udblæsning fra Bunden er ogsaa her af og til nødvendig.

En Kjedel kan *tømmes* ved Udblæsning gjennem Bundhanen, efter at en Del Damp først er blæst ud, for at Rystelsen ikke skal blive for stærk (et Tryk af 7 Pund Plus $\frac{1}{2}$ Pund for hver Fod Bundhanen er under Vandgangen er passende). At Vandet er ude høres, ved at Dampen knalder, eller ses, ved at Trykket falder raskt. Methoden er hurtig, men Kjedlen svækkes af Rystelserne og den hurtige Afkjøling. Bedre er det at lade Vandet afkjøles tilstrækkeligt og saa pumpe Kjedlen tom med Donkeypumpen, eller, naar denne ingen Damp kan faa, lade Kjedlen tømmes ud i Lasten gjennem det nederste Rensehul. — En Kjedel kan *fyldes* gjennem Bundhanen, naar dens normale Vandstand er under Vandgangen, ellers maa Resten pumpes ind med Donkeypumpen.

148. En **Kjedels Tilbehør** (Armatur) bestaar, foruden hvad der vedrører Fyrene og Røgkamrene, af Mandedør, Rensedøre, Stopventil, Sikkerhedsventiler, Manometer, Fødeventiler, Vandstandsmaalere, Skumhane og Bundhane. Nødvendige Ting, som ikke sidde paa selve Kjedlen, ere Fødepumper, Donkeypumpe og Saltmaaler. Manometret anbringes paa Kjedlens Forende og Fødeventiler, Vandstandsmaalere, Skum- og Bundhane ligesaa undtagen i Koffardiskibe med en eller to Kjedler, som vende Bagenden mod Maskinrummet; thi saa sættes de paa denne Ende.

149. Hvor omhyggeligt end Skumningen passes, kan det ikke undgaas, at der efterhaanden dannes et Lag **Kjedelsten** [scale] (se Ph. Slutn. af 60) og afsættes et Lag af **Fidtstoffer** [greasy matter] i en Kjedel. Begge Dele ere slette Varmeledere og forhindre, at Varmen forplantes hurtigt nok til Kjedelvandet, saa at en Tilvæxt i deres Mængde

bevirker, at Spildevarmen tiltager, samt at Hedefladen udsættes for en hurtig Fortæring (Forbrænding) eller endog for en Glødning, der kunde blive Anledning til en Kjedelexplosion. Kjedlen maa derfor af og til renses for disse Stoffer. Stenen afhugges med Pikhamre eller brækkes løs ved Skrabere; der for Rørenes Vedkommende kunne have den i Fig. 208 viste Form. Fidtmasserne afskrabes og afvaskes med Petroleum eller en Opløsning af Soda eller Potaske.

150. En Kjedel er stadig udsat for **Fortæring** [corrosion] af Rust. Indvendig vil der jævnt og langsomt tæres et Lag af overalt, uden at Kjedlen svækkes synderligt. Men foruden denne Fortæring vil der indvendig dannes Rustrender [grooving] langs Pladesamlingerne, idet Rusten her stadig afbrydes ved de af Temperaturforandringerne fremkaldte Bevægelser; denne Fortæring kan formindske Kjedlens Styrke betydeligt, dersom den tager Overhaand. Paa enkelte Steder og særlig i Toppen af Fyrkanalerne dannes der Tærehuller [pitting], der kunne volde Bryderier, naar de gaa helt igjennem Pladen. Disse stærke lokale Fortæringer kunne ofte standses ved at fylde Renderne eller Hullerne med Portlandcement. Som Middel mod Fortæringer i det hele taget anvendes Zinkklodser, der ophænges inde i Kjedlen, paa Steder, hvor Vandet er i stærke Strømninger, eller hvor der har vist sig en stærk Fortæring; Klodserne tæres bort, men Kjedlen skaanes. Et passende Overtræk af Kjedlens Inderside kan ogsaa virke beskyttende, saaledes et ganske tyndt Lag Kjedelsten eller en Overstrygning med Portlandcement udrørt i Vand eller Kultjære. — Smøres Dampcylindrene ikke som nu almindeligt med mineralsk Olie, men med Tælle eller Maskinolie, ville disse Smøremidlers fede Syrer (22; Anm.) fremskynde Kjedlens Fortæring, dersom man ikke sørger for at mætte dem ved af og til at sætte en Opløsning af Kalk eller Soda til Vandet i Varmvandskassen.

En langsom udvendig Fortæring af Kjedlen forhindres ved en forsvarlig Mønniemaling. En stærk udvendig Fortæring kan let undgaas, da den kun fremkommer paa Steder, som ere udsatte for stadig Fugtighed f. Ex. fra Lækager.

151. Opvarmningen af Bundvandet er vanskelig i en Skibskjedel, da Ildstederne ligge over det, saa at det ikke kan komme i Strømninger, og faar man det ikke varmet, springer Kjedlen læk i Bunden (Ph. 65). For at faa det varmt fyrer man altid langsomt op, men man kan endvidere varme det ved særlige Methoder. Man kan: (1) fylde Kjedlen rigeligt og blæse Bundvandet ud, naar der er kommet Tryk nok dertil, (2) opvarme det ved Damp fra Donkeykjedlen og en Hydrokineter, (3) suge Bundvandet ud med Donkeypumpen og lade den sende det tilbage højere oppe gjennem dens Fødeledning, (4) anbringe en Slags opretstaaende flade Kapsler [circulator], der er aabne foroven og forneden og anbragte saaledes i Vandrummet, at Vandet kan gaa ned gjennem Kapslerne og op imellem Kjedelrørene.

152. En Højtrykskjedel hviler paa **Kjedelstrøer** eller Kjedelbæringer [boiler bearing], der ere anbragte paa tværs af den paa en saadan Maade, at de ikke hindre Stemning af Pladesamlingerne (Fig. 172 og 173). De blive fæstede til Spanterne og lavede af samme Stof som Skibet; i Jernskibe kunne de være Pladejernsbjælker paa hvilke Kjedlen hviler direkte (Fig. 173, a) eller med et Mellemlag af Træ (Fig. 172), der ofte først bestryges med et Lag Portlandcement. En Kjedel kan forhindres i at forskyde sig ved Knægte, der staa op fra Skibsbunden eller ved Vinkler, der støtte mod Strøerne, og den kan forhindres i at dreje sig ved Afstivning mod Strøerne, mod Skibet eller mod en anden Kjedel. — Lavtrykskjedler staa i Reglen i et Cementlag paa et Plankegulv, som er understøttet af Strøer.

153. For at undgaa Varmetab forsynes en Kjedel med **Beklædning** [clothing] paa Toppen, paa Siderne og paa Bagenden. Forenden beklædes ikke af Hensyn til Ildstederne m. m. og Bunden ikke, fordi den skal være let tilgjængelig for Stemning, da den ofte er utæt, og fordi Beklædningen dernede let kunde samle Fugtighed, saa at Kjedelbunden fortæredes af Rust. Beklædningen kan være Filt (Fæhaar), der kan limes fast paa Kjedlen og beskyttes ved en med Baand fastholdt Træbeklædning. Kork fastholdt ved Jernbaand anvendes ogsaa, den er varigere og mindre brandfarlig end Filt. Ofte beklædes med Kjedelcement, der er en leragtig Masse, som klines paa Kjedlen og hindres i at falde af lodrette Sider ved et grovt Net af Baandjern. Kjedelcement er brandfri, og det er let at finde en Læk i Kjedlen, da Cementen bliver blød omkring den; det er ogsaa let at fjerne Cementen paa et saadant Sted og stemme Kjedlen og kline til igjen. En Kjedels Beklædnig dækkes jævnlig af tynde galvaniserede Jernplader, der ere samlede saaledes, at de let kunne faas af; de tjene til at holde Fugtighed borte.

154. **Kjedlerne anbringes** i Kjedelrummet, som støder lige op til Maskinrummet og i Skrueskibe altid er anbragt foran dette, for at Axlen kan være let tilgjængelig (Fig. 210). I mindre Skibe med én Kjedel anbringes Fyrpladsen lige ved Maskinrummet uden nogen Adskillelse, da der spares Plads derved, idet Fyrpladsen saa erstatter det Rum, der ellers maatte være mellem Maskinen og Kjedlen. Ved denne Anordning er Maskinen imidlertid udsat for Støv og Aske, saa at den vanskelig holdes ren og temmelig let løber varm; i alle blot nogenlunde store Skibe adskilles derfor Fyrpladsen fra Maskinrummet. Sædvanlig sker dette, ved at Kjedlen eller Kjedlerne lægges imellem de to Rum (Fig. 209, b og Fig. 210), der saa kun ere forbundne ved en Gang ved Siden af eller mellem Kjedlerne. Vægten af en Hammermaskines Kondensator og Pumper

kan kontrabalanceres ved at flytte Kjedlerne lidt henimod den modsatte Side af Skibet.

Fig. 209, a viser Anordningen af Kjedlen og Fyrpladsen i et mindre og Fig. 209, b i et større Skib med én Kjedel; de samme Figurer vise ogsaa Kulkassernes Beliggenhed. Skrueskibe med to Kjedler have Kjedlerne m. m. anordnede som Fig. 210 viser. Store Skrueskibe have fire Kjedler med en fælles tværskibs Fyrplads (Fig. 211) eller to Kjedler med Fyr i begge Ender og to Fyrpladser (Fig. 212). Kun særdeles store Skibe have mere end fire Kjedler, og de faa saa i Reglen Kjedlerne anordnede i to forskjellige Kjedelrum. Kjedler med direkte Træk ligge i større Skibe i Grupper paa to til fire Side om Side. Lavtrykskjedler ere i Reglen opstillede tværskibs med en fælles langskibs Fyrplads. — Hjulskibe med én Kjedel have i Reglen denne liggende agtenfor Maskinen, men have de flere Kjedler ligge sædvanlig én eller to foran og henholdsvis én eller to agtenfor Maskinen. — Alle Kjedler i samme Kjedelrum have fælles Skorsten; er der flere Kjedelrum er der en Skorsten for hvert.

Donkeykjedlen kan anbringes ovenpaa en Hovedkjedel og have Indfyring fra Dækket (Fig. 209, a) eller bygges ind i en Kulkasse (Fig. 209, b og Fig. 210) og have Indfyring fra Hovedkjedlernes Fyrplads.

Fyrpladsen forsynes ligesom Maskinrummet med Stiger, Risteværk og Belysningsapparater, men disse Ting ere her simplere udstyrede. Som tidligere omtalt føres Kullene ind paa Fyrpladsen gjennem Kulkassernes Døre; den friske Luft kommer ned gjennem Luftrørene, og den varme Luft gaar ud foroven gjennem Skorstenstrøjen (eller Rister, der dog dækkes i haardt Vejr). Ovenover Kjedelrummet er der sædvanlig en firkantet Pladejerns Opbygning (Fig. 172).

155. Skibets forskjellige Rum opvarmes med Damp ved **Varmerør** eller Dampkakkelovne. Dampen faas fra Hovedkjedlerne, Donkeykjedlen eller en særlig Kjedel. For

Sikkerheds Skyld samt for lettere at kunne holde Varmeapparaterne tætte anvendes helst lave Damptryk i dem. Kjedeldampens Tryk kan formindskes ved en Reduktionsventil, som i Principet bestaar af en Dobbeltsædeventil, der aabnes eller lukkes af en Spindel, som er befæstet til et Stempel eller en riflet Plade, som paavirkes af en Belastning paa den ene Side og den reducerede Damps Tryk paa den anden; stiger dette, lukkes Ventilen noget til, falder det, aabnes den noget mere. Aftapningen af Vandet fra Varmeledningerne kan ske ved selvvirkende Ventiler, der bevæges ved Hjælp af de Forandringer, som Rør eller Stænger af forskjellige Metaller faa i Længde, eftersom Aftapningsapparatet fyldes med Vand, der bliver koldt, eller Damp, som kommer ned i det og opvarmer det, efter at Vandet er blæst ud.

Praktiske Arbejder.

Pasning af Kjedler og Maskiner.

156. Skal en **Kjedel forberedes til Brug**, efterses først om intet er forglemt inden i den eller i dens Ildkanaler, samt om alle Aabninger inden i den til Haner og Ventiler ere frie. Derefter blive Mandedøren og Rensedørene pakkede og satte paa Plads. Alle Haner og Ventiler lukkes; men først bør de bevæges, for at se om de ere i Orden, og deres Pakdaaser maa spændes til eller pakkes om, dersom det er fornødent. Stopventilen spændes meget løst til, for at Spindelens Varmeudvidelse ikke skal faa den til at sidde fast. Rister og Fyrbroer maa efterses, og mulige Mangler maa afhjælpes.

157. Efter Forberedelsen **fyldes Kjedlen.** Er dens normale Vandstand under Vandgangen, aabnes Bundhanen og Udblæsningsrørets Søforbindelse samt Sikkerhedsventilen og Prøvehanerne (for at slippe Luften ud). Naar Vandstandsglasset viser, at Fyldningen er udført, lukkes Bundhanen og derpaa de andre Haner og Ventiler. — Er den normale Vandstand over Vandgangen, fyldes der først paa samme Maade, saalænge der endnu kan løbe Vand ind, hvilket viser sig, ved at der endnu strømmer Luft ud af Prøvehanerne, efter at Sikkerhedsventilen er lukket; Vandstanden kan forøvrigt ogsaa findes ved Lyden af Hammerslag paa Kjedlen. Løber der ikke mere Vand

ind, lukkes Bundhanen og Søforbindelsen, og saa pumpes Resten af Vandet ind med Donkeypumpen, der faar Damp fra Donkeykjedlen eller bevæges med Haandkraft. — Kan man faa fersk Vand til Kjedlen, fyldes den gjennem Mandehullet.

158. Efter Fyldningen kunne **Fyrene lægges.** Kul lempes saa frem foran Kjedlerne, og store Kulstykker slaas itu, saa at de største Stykker blive saa store som én til to knyttede Hænder. Efter Dørenes Aabning, kastes et jævnt Lag Kul — uden Smaakul samt, dersom der fyres med blandede Kul, uden magre Kul — ind paa Risterne, og de Kul, der falde ned i Askegravene, trækkes ud igjen. Foran paa Risten lægges Pindebrænde og fidtet Tvist eller Blaar, der har været brugt til Aftørring, og ovenpaa Brændet lægges der Kul. Døre og Dæmpere lukkes, og Fyrpladen renses, hvis der ikke strax skal sættes Damp op.

159. Til at **sætte Damp op** tages der helst rigelig Tid (4—6 Timer, uagtet det kan gjøres paa $1^1/_2$—2) for at faa Kjedlen opvarmet ensformigt, særlig for at bevare Rørene og Kjedlens Bund tætte. Fra Skibsføreren lyder Ordren paa, at Dampen skal være oppe til en vis Tid, og en passende Tid før stikkes der Fyr, idet Tvisten tændes med en Haandlampe. Foreløbig holdes Dæmperne lukkede og Fyrdørene passende aabne, og naar der er god Ild foran, skuppes en Del af de brændende Kul tilbage i Fyret, og friske Kul kastes ind foran. Naar Kullene brænde godt overalt, lukkes Fyrdørene, og Dæmperne aabnes passende. Fyringen begynder nu, og der fyres med Maade, indtil Dampen er oppe, hvilket ses paa Manometret og saa bakkes Fyrene (herom senere). — Luften i Kjedlen slippes ud af Sikkerhedsventilen eller af Stopventilen og Gliderkassens Aftapningshane; den aabnede Ventil lukkes igjen, naar Dampen strømmer ud. — Mulige Forholdsregler til at opvarme Bundvandet (151) blive at træffe under Opfyringen.

160. De til **Fyringen*** nødvendige Kul lempes efterhaanden hen foran Fyrene og slaas om fornødent itu. Der indfyres hvert tiende til femtende Minut, og Indfyringen udføres hurtigst muligst, for at der ikke skal slippe for megen kold Luft ind. Der sørges for, at Kullaget bevares jævnt, og om fornødent jævnes Laget med Rageren. Bage Kullene, eller bliver der formange Slagger, brækkes der op med Brækstangen. Risterne renses jævnlig med Syvtallet, saa at der altid er lyst i Askegraven, og denne holdes tilstrækkelig fri for Aske ved Hjælp af Rageren. Den indfyrede Kulmængde og Dæmpernes Stilling — i rum Sø ere disse sædvanlig helt aabne eller endog borttagne — reguleres efter Manometrets Angivelser, saaledes at Trykket holdes. Halvbrændte Kul og Smaakul kunne bruges, naar de blandes med gode Kul. — Skal Fyringen svækkes, lukkes Dæmperne tilstrækkelig til, og der fyres smaat. Skal Fyringen forceres, holdes Dæmperne helt aabne; Risten holdes særlig godt ren med Syvtallet, og Slaggerne brækkes jævnlig op med Brækstangen; der fyres selvfølgelig stærkt, og har man Apparater til kunstig Træk, benyttes de. — Brummer en Kjedel, hidrører det fra, at Trækken er for stærk, saa at Luftstrømmen sætter Kjedlen i Svingninger; disse svække Kjedlen, og Brumningen maa derfor strax bringes til at ophøre ved at svække Trækken ved at lukke Dæmperne og aabne Fyrdørene en kort Tid.

Naar *Asken* er raget ud af en Askegrav, afkjøles den med Vand, der sprøjtes paa den ved Hjælp af en Askespand eller en Slange. Der drages Omsorg for ikke at faa Asken blandet ind i Kullene paa Dørken samt for ikke at sprøjte Vand paa Kjedlen. Af og til — helst til bestemte Tider — hejses Asken op og kastes overbord.

En *nedfalden Ristestang* kan lægges paa Plads i et brændende Fyr ved Hjælp af en særlig Tang, efter at

---

* Se Forbrændingen i en Dampkjedel; Physik 71.

Kullene ere ragede tilside. Ristestangen kan ogsaa med Skibmandsgarn bindes til en Brækstang og sættes ind med den og hjælpes paa Plads med Syvtallet; Brækstangen kan tages tilbage, efter at Bindslet er brændt. Er Stangen paa Plads, jævnes Kullaget igjen.

161. Skal man **ligge under Damp** og være klar til at *gaa uden Varsel*, maa *Trykket holdes* lige tæt under det normale. Fyrene bevares da i god Stand, men Trykstigning forhindres ved at «*bakke Fyrene*», det er ved at lukke Dæmperne og aabne Fyrdørene eller Røgkammerdørene. Skulde Trykket ikke destomindre stige, kan man aabne en Sikkerhedsventil lidt eller, naar Støjen derved ikke kan taales, bruge Overskuddet af Damp i Hjælpemaskinerne samt sende det i Kondensatoren gjennem Gliderkassens Aftapningshane, eller ogsaa kan man føde med Donkeypumpen og mulig skumme lidt. Skal Maskinen gaa, ophæves Bakningen ved at lukke Fyrdørene eller Røgkammerdørene og aabne Dæmperne. — Af Ovenstaaende fremgaar, at man vil kunne *bringe Trykket til at falde* ved at bakke Fyrene og om fornødent aabne Sikkerhedsventilen eller bruge Dampen i Hjælpemaskinerne eller sende den ned i Kondensatoren eller endelig føde med Donkeypumpen.

Skal man først være klar til at *gaa med 20—30 Minuters Varsel*, lader man *Trykket falde en Del.* Ilden holdes da kun brændende dødt, idet «*Fyrene bunkes*», det er Ilden (de glødende Kul) rages sammen i en Bunke foran paa Risten og klappes godt sammen, medens Dæmperne holdes lukkede og Fyrdørene passende aabne; der fyres ikke mere end lige nødvendigt til at holde Ilden. Kommer der Ordre til at sætte Dampen fuldt op igjen, jævner man Ilden, lukker Fyrdørene og aabner Dæmperne. Derefter fyrer man, indtil Trykket igjen er oppe og Fyrene i god Stand, saa bakkes Fyrene som ovenfor omtalt. — Methoden anvendes, naar man skal ligge stille i nogen

Tid; men skal man ligge i længere Tid, bør den ikke bruges, da Kjedlen svækkes ved de uheldige Temperaturforhold, som fremkaldes i Ildkanalerne. Man maa saa hellere slukke af og senere fyre op paany, naturligvis under Forudsætning af at Skibet ligger paa en sikker Plads.

162. At et **Fyr** trænger til at **renses**, giver sig tilkjende ved at der bliver mørkt i Askegraven, og Ilden brænder dødt, selv om der brækkes op i den og renses mellem Ristestængerne. For at Trykket ikke skal falde formeget, indretter man sig en vis Methode i Rensningen, saa at kun ét Fyr ad Gangen trænger til Rensning; de første Fyr renses derfor tidligere, end de behøvede af Hensyn til Forbrændingen i dem. Nogen Tid før et Fyr skal renses, fyrer man kraftigere i de andre Fyr, medens man lader det brænde ned. Skal man til at rense Fyret, lukker man Dæmperen for dets Askegrav og aabner dets Fyrdør og skyder med Brækstangen dets Ild over paa den ene Side af Risten. Paa den blottede Side brækker man derpaa Slaggerne løs og rager dem saa ud og kjøler dem af med Vand. Derefter skyder man Ilden over paa den rensede Side og renser den anden, og naar dette er gjort, jævner man Ilden og lukker Fyrdøren. Saa aabner man Dæmperen og renser mellem Ristestængerne og i Askegraven. Fyret, der nu er renset, forsynes med nye Kul og bringes i god Gang igjen.

Man kan ogsaa før Rensningen «trække Fyret», det er rage Ilden ud og slukke den af eller kaste den ind i de andre Fyr. Slaggerne brækkes derpaa løs, Rist og Askegrav renses, og det udtrukne afkjøles med Vand. Efter Rensningen lægges der paany Fyr, og der antændes med Ild fra de andre Fyr eller ved Brænde. Denne Rensemaade passer især godt, naar man kan benytte sig af de Tider, Skibet ligger stille, til at foretage Rensningen.

163. At Rørene ere altfor belagte med Sod giver sig tilkjende, ved at Fyrene ligge døde, uagtet de ere rene, samt mulig ogsaa ved at Kager af Sod flyve ud af Skorstenen. Man maa saa **udstøde Rørene** (rense dem), og i det Øjemed lader man først Fyrene i den Kjedel, der skal renses, brænde ned og forstærker dem i de andre Kjedler. Derpaa lukker man Kjedlens Dæmpere og aabner dens Røgkammerdøre en for en, og efterhaanden udstødes Rørene fra oven og nedad med en Jerntraadsbørste; Saltskorper fjernes med Skraberen; haves en Haarbørste, bruges Skraberen først, og saa fejes ud med den vædede Børste. Er det nødvendigt, kan man danne sig et Stillads af et Brædt og et Par Askespande. Efter Udstødningen fejes Røgkamret, og Soden tages ud og kommes i en Spand Vand eller blandes med vaad Aske for at tabe sin Bevægelighed. Efter Udstødningen lukkes Røgkammerdørene efterhaanden, og tilsidst aabnes Dæmperne, og Fyringen forstærkes. Om muligt fjernes Soden fra Forbrændingskamret; er der en Lem under Fyrbroen, trækkes den ud derigjennem; er der en Plade skraat op fra Broen, trækkes Soden ned i Ilden og arbejdes ned gjennem denne med Rageren. Saavidt muligt benyttes Tider, hvor Skibet ligger stille, til Rensningen.

164. Naar det er meddelt Maskinmesteren, at Skibet skal stoppe til en vis Tid eller paa et vist Sted, lader han kort iforvejen **Kjedlerne forberede til Stopning** ved at formindske Fyringen, da det saa er lettere at blive Herre over Trykket, naar der stoppes. Her maa dog iagttages, at Fyrene ere saa kraftige, at der ikke mangles Damp til Manøvreringerne ved Anlægspladsen.

164. Skal et Skib ligge standset paa en sikker Plads i længere Tid, end der behøves til en Opfyring, saa **slukkes** der **af.** Før Slukningen lukkes Stopventiler og Fødehaner, og ligger der Kul foran Fyrene, skaffes de tilside. Skal et Fyr trækkes, kan der passende være to

Mand i Gang dermed, idet den ene trækker ud, og den anden slaar Vand paa det udtrukne. Først trækkes Kullene ud, og naar de ere slukkede, rages de lidt tilside, for at Slagger og Aske ikke skulle blandes ind i dem. Derpaa brækkes Slaggerne løse og trækkes ud og afkjøles; saa renses Risten og Askegraven, og den udtrukne Aske kjøles ogsaa af med Vand. Fyrdøre og Dæmpere lukkes snarest muligt for at undgaa Afkjøling og Utætheder i Ildkanalerne. Endelig sorteres og renses der paa Fyrpladsen; Kullene opbevares, og Aske og Slagger bringes i Land eller gjemmes og kastes senere overbord i rum Sø.

166. **Fødningen** maa være jævn, for at Trykket kan holdes uforandret, samt for at det færske Vand (ved Overflkond.) ikke skal løbe i Søen. Den reguleres ved Hjælp af Fødeventilerne, saaledes at den normale Vandstand i Kjedlerne holdes; ved Overfladekondensator maa der spædes passende. At der fødes, kan ses paa Vandstanden i Glasset og høres ved Fødeventilens Slag eller føles paa dens Hus, da dette bliver varmt, naar Fødningen afbrydes. — Er Kjedlen læk, fødes og spædes der stærkere, ligesaa fødes der stærkere under en Overkogning. Føder man skjødesløst, kan Vandstanden synke saa dybt, at der bliver Fare for en Explosion, eller ogsaa kan den stige saa højt, at der kan faas en Overkogning. Havarerer Fødepumpen eller dens Rørledning, eller staar Maskinen stille, fødes med Donkeypumpen.

167. Kjedelvandets **Saltholdighed** maales af og til, f. Ex. ved hvert Vagtskifte, med Saltmaaleren (Ph. 35 og 36); skulde denne imidlertid være ødelagt, kan man selv lave sig en eller benytte Thermometret. I sidste Tilfælde koges Vandet, og efter dets Kogepunkt kan man se Saltholdigheden i en Tabel (se Ph. 60). Er Barometerstanden ikke 30 in., bliver der imidlertid at rette en Fejl, der er ca. 0,5° F. pr. in. Afvigelse fra de 30 in. og bliver at addere

til den aflæste Kogetemperatur, naar Barometerstanden er under de 30 in., og at subtrahere, naar den er over dem.

Anm. En Saltmaaler kan laves efter følgende Anvisning af Ledieu, der her er omsat i engelsk Maal. Af tyndt Metalblik sammenloddes et Rør af $\frac{3}{8}$ à $\frac{1}{2}$ in. Diameter og 4 à 6 in. Længde, det forsynes med en lille Krave i den ene Ende og pudses godt og loddes med Kraven fast paa Grundfladen af en paa samme Maade lavet Kegle med 1 à $1\frac{1}{4}$ in. Grundfladediameter og ca. $2\frac{1}{2}$ in. Højde. Derpaa nedsænkes denne Flydevægt i færsk Vand af 200° F., og der fyldes Hagl el. lign. i den, indtil kun ca. $\frac{1}{4}$ in. stikker over Vandet. Derpaa tages den op, og en Bund loddes i foroven; skulde den tilfældig være sunket for dybt, loddes der en større Kegle paa. Derefter sættes den først i færsk Vand af 200° F. og saa i en mættet Kogsaltopløsning ($\frac{12}{32}$ Salt) af 200° F.; begge Gange mærkes Vandets Overflade af paa Stilken, og endelig deles der i 12 Dele mellem Mærkerne; hver Inddeling svarer saa til $\frac{1}{32}$ Salt.

168. Skal en periodisk **Skumning** (se 147) udføres, aabnes Søforbindelsen for det Rør (Skumrør el. Udblæsningsrør), hvorigjennem der skal skummes, og derpaa aabnes dets Hane paa Kjedlen (Skumhanen el. henhv. Bundhanen). Naar Vandstanden er sunken passende (ca. 2 in.), lukkes Hanen paa Kjedlen og derpaa Søforbindelsen. Benyttes Bundhanen, er det heldigt at løsne Pakdaasens Møttriker lidt, da Tollen under Skumningen udvider sig mere end Hanehuset og derfor let kunde sidde fast. — Angaaende stadig Skumning, som nu næsten aldrig forefalder, henvises til 147.

169. Tømning af en Kjedel finder Sted, naar den skal renses eller efterses indvendig. Den udføres helst (se 147) ved Donkeypumpen, efter at Dampen er blæst ud gjennem Sikkerhedsventilen, og Vandet er blevet koldt nok. Kan Donkeypumpen ingen Damp faa, tømmes Vandet ud i Lasten og pumpes senere ud af den. Har man Hastværk, blæser man Kjedlen ud gjennem Bundhanen, efter at man har blæst en passende Mængde Damp ud gjennem Sikkerhedsventilen (se 147).

170. En **Overkogning,** hvorved der forstaas, at Dampen river Kjedelvandet voldsomt med, indtræffer altid pludseligt, og den er skadelig, da den svækker Kjedlen ved Rystelser og kan blotte dens Hedeflade. Det medrevne Vand giver Stød i Cylindrene og kan derved blive farligt for Maskinen. En Overkogning opdages ved uroligt (kogende) og urent Vand i Vandstandsglasset, hvori Vandet ofte pludseligt kan forsvinde helt, samt ved Stød i Dampcylindrene. Den kan opstaa: (1) ved pludselig Aabning af Stopventilen eller Sikkerhedsventilen, (2) ved uregelmæssig Fyring og Fødning, (3) ved Fidtmasser i Kjedlen, navnlig hidrørende fra Fødevandet, der har faaet det fra Dampcylindren, (4) ved nye Hedeflader, (5) ved Konstruktionsfejl i Kjedlen, (6) ved Skiftning af Fødevand, naar et Skib med Indsprøjtningskondensator gaar over fra Havvand til Flodvand el. omv., (7) ved Fødning med mudret Vand.

En Overkogning bringes til at ophøre ved at lukke Dæmperne, aabne Fyrdørene eller Røgkammerdørene og mindske Maskinens Gang eller mulig endog stoppe den; at føde med Donkeypumpen hjælper ogsaa godt. Sikkerhedsventilen maa ikke røres. Er Overkogningen ophørt, gaas der forsigtig over til den normale Gang. — En Overkogning kan ogsaa beroliges ved Indsprøjtning af Talg eller mineralsk Olie ved Hjælp af en «Talgsprøjte», der skrues paa en «Talghane» paa Kjedlen; den virker kun for en kort Tid, og Fidtstoffer i Kjedlen ere som tidligere omtalt ikke heldige.

Er Kjedlen rigtigt konstrueret, kan man i Reglen undgaa Overkogninger, naar man sætter Maskinen saa forsigtigt igang, at pludselige Trykfald undgaas, samt føder og fyrer regelmæssigt.

171. Skal en **Maskine forberedes til Gang,** blive forskjellige Arbejder at foretage. Pakninger af Samlinger og Pakdaaser efterses og fornyes om fornødent; Stoppebøsningerne spændes passende til. Skal Rejsen være lang,

indsmøres alle pudsede Jerndele med Talg og Blyhvidt. Haner, Ventiler, Hjælpeglidere og Dampspjælds Bevægelighed undersøges. Spildevandsventilerne samt Cirkulationspumpens, Reserveindsprøjtningens og Donkeypumpens Sugerørs Søforbindelser aabnes. Expansionsapparatet sættes fra, og Igangsætningsapparatet sættes i Stoppestilling. Smørekopperne renses og fyldes, Smørevægerne gjøres i Orden; Kuliser m. m. smøres med en Oliekande. Hjælpemaskinerne bevæges med Haanden og prøves derpaa med Damp, efterat være varmede. Stævnrørets Stoppebøsning løsnes lidt, saa at Vandet siver igjennem og smører Pakningen i dets Pakdaase. Snækken sættes fra; det er dog heldigt først at dreje Maskinen en Gang rundt med den. Har det været Frostvejr, maa al Is i Pumper, Rørledninger og Ventiler tøes op. Uvedkommende Gjenstande fjernes fra Maskinen; løse Gjenstande i Maskinrummet sættes paa Plads. Maskintelegrafens og Dampfløjtens Virkning undersøges. Det er en Selvfølge, at Sammenpasning af slidende Steder, saasom Pander og Styreklodser samt Tilspænding af alle Bolte og Stopskruer maa være besørget tidligere.

172. Efter Forberedelsen **varmes og røres Maskinen** efter indhentet Tilladelse hos den Vagthavende paa Dækket, der har at efterse, om Fortøjningerne ere i Orden, samt om intet er til Hinder for Skruens eller Hjulenes Bevægelse. Trækkes Cirkulationspumpen (en Centrifugalpumpe) af en Hjælpemaskine, sættes denne igang. Smørevægerne sættes i Smørehullerne. Fyrenes Bakning ophæves, og Dæmperne aabnes passende, og der skrides til *Varmningen*, som maa udføres forsigtigt af Hensyn til Skjørheden af Støbejernet. Stopventilen aabnes meget langsomt; Dampspjældet aabnes lidt, og alle Aftapningshaner samt Damphanerne til Damptrøjerne aabnes. Lidt Damp slippes derpaa ind i Cylindrene ved at manøvrere med Igangsætningsapparatet eller Hjælpegliderne; Maskinen kommer

derved til at bevæge sig lidt, men den stoppes strax ved ovennævnte Apparater eller ved Dampspjældet. Dampindslipningen gjentages, indtil Cylindrene ere varme, hvilket viser sig, ved at der kun strømmer Damp ud af Aftapningshanerne. Derpaa lukkes disse Haner, og *Røringen* begynder, det er man lader Maskinen gaa langsomt i nogen Tid først frem og saa tilbage (dog kun det sidste, naar der ligges for Anker), saa at man faar at vide, om alt er i Orden. Man maa være parat til at stoppe strax, dersom det skulde støde i Maskinen, og opdager man Mangler, maa man afhjælpe dem og røre paany, indtil alt gaar godt. Efter Røringen bakkes Fyrene. Kommer man ikke til at gaa kort efter Røringen, maa man røre om igjen.

Anm. Ved Røringen faas der tillige Vakuum i Kondensatoren, men havde man haft Indsprøjtningskondensator med Gjennemblæsningsapparater, maatte man tilvejebringe Vakuummet ved lige efter Varmningen og før Røringen at *blæse Kondensatoren igjennem.* For at gjøre dette, aabner man Gjennemblæsningsventilen, saa at Dampen blæser Luft og Vand ud af Snøfteventilen. Naar Dampen strømmer ud af denne, standses Gjennemblæsningen, og der sprøjtes Vand ind, indtil et passende Vakuum er opnaaet. Havde man nu glemt at lukke Indsprøjtningshanen, var Kondensatoren løben fuld af Vand, der maaske endog kunde komme ind i Cylinderen og støde, naar Glideren bevægedes; man maatte saa følgelig lukke Indsprøjtningshanen og tappe Vandet ud og gjennemblæse igjen. — Skulde en Overfladekondensator være overfyldt af Vand paa Grund af utætte Rør, maatte den selvfølgelig ogsaa tømmes førend Røringen.

173. Efter Røringen faas der **Manøvreringer med Maskinen**, indtil Skibet er kommet ud i rum Sø. Kommanderes der *klar* i Maskinen, stille Maskinmesteren og hans Hjælpere sig paa Plads; Vand tappes ud af Cylindre og Gliderkasser, og Fyrenes Bakning ophæves. Kommanderes der, at Maskinen skal *sættes igang*, manøvreres der med Igangsætningsapparatet og Dampspjældet, saaledes at Maskinen kommer til at gaa den rette Vej med den rette Fart, men uden at den sættes saa voldsomt igang, at man kan risikere en Overkogning. Har man Overfladekon-

densator, passer den sig selv; har man derimod Indsprøjtningskondensator, maa man aabne passende for Indsprøjtningen. Ved en Receivermaskine maa man muligvis benytte Hjælpeglideren for at faa sat igang; ved enkelt Maskiner eller ved Maskiner med diametrale Krumtapper, er det maaske nødvendigt først at slaa omtrent et Kvart Slag modsat Vej (se Slutn. af 65). Skal man *forøge Farten* af Maskinen, aabner man Spjældet mere og stiller Igangsætningsapparatet nærmere ved eller helt i Yderstillingen, hvis det ikke allerede er der iforvejen (ved Indsprkond. aabnes mere for Indspr.). Skal man *mindske Farten*, lukkes Spjældet mere, og mulig rykkes Igangsætningsapparatet passende bort fra dets Yderstilling (ved Indsprkond. lukkes mere for Indspr.). Skal man *stoppe* Maskinen, lukker man Dampspjældet og stiller Igangsætningsapparatet i Midtstilling (ved Indsprkond. lukkes for Indspr.); saavidt muligt stoppes Maskinen i en for Igangsætning gunstig Stilling; — er det en enkelt Maskine eller en Maskine med diametrale Krumtapper, maa man, hvis den skulde stoppe paa et Dødpunkt, strax dreje den bort derfra med Haandkraft (se Slutn. af 65). Skal man *skifte Gangen* er det heldigt først at stoppe og ikke sætte i Gang den modsatte Vej, førend Maskinen er i tilstrækkelig Ro, men skal det udføres, bevæger man Igangsætningsapparatet over i dets modsatte Stilling og stoler paa, at Maskinen som Regel taaler de deraf følgende Stød og Rystelser. Under Maskinmanøvrer maa *Fyrbøderne* stadig manøvrere med Dæmperne og mulig ogsaa med Fyrdørene eller Røgkammerdørene, saaledes at Trykket forandres det mindst mulige.

Anm. Det er heldigt, at Befalingsmanden paa Broen ikke kommanderer fuld Kraft strax, da der saa kan risikeres en Overkogning; ligeledes er det heldigt, at han ikke kommanderer en pludselig Omskiftning af Maskinens Gang, da den svækkes og mulig havareres derved; det er altsaa her bedst først at kommandere stop og lidt efter modsat Gang, saafremt Skibets Sikkerhed ikke kræver en pludselig Manøvre.

174. Naar Skibet gaar over til regelmæssig **Gang i rum Sø**, fastspændes Dampspjæld, Igangsætningsapparat m. m. i deres rigtige Stillinger, og Expansionsapparatet, der har været sat fra, indstilles i dets normale Stilling. Under Gangen maa Cirkulationen (el. Indspr.) reguleres efter Vakuummetrets Angivelser, Fødningen efter Vandstandsglassets og Fyringen efter Manometrets. — Skal der gaas hurtigere end normalt, forøges Fyldningen i Cylindren samt Fyringen, og omvendt formindskes disse, naar der skal gaas langsomt, i hvilket Tilfælde Spjældet mulig tillige maa lukkes til (men helst ikke; se 40). I haard Sø kan det være nødvendigt at forøge Fyldningen i Cylindren og regulere Dampforbruget ved Spjældet.

Et af de vigtigste Arbejder under Gangen er *Smøringen*, man maa derfor stadig sørge for at Lubrikatorer og Smørekopper ere tilstrækkelig fyldte og virke godt og for at gamle forstoppede Smørevæger eller vaade Væger ombyttes med nye. Man maa jævnlig gjøre en Runde, hvorunder man efterfylder Smørekopperne og fylder Olie i Smørehullerne m. m. samt føler paa Pander, Kuliser m. m., for at overbevise sig om, at de ikke varme. Spildebakkerne tømmes af og til ved Hjælp af en Oliesprøjte; til Smøring kan Olien derfra kun bruges, hvis man er istand til at filtrere den først. Stempel- og Gliderstænger maa ligeledes holdes godt smurte; skulde de varme, viser det sig, ved at de blive mørke samt, hvis det tager Overhaand, tillige ved sveden Lugt. *Lunke Pander*, smøres de efter Udtagelse af Smørevægen stærkt, ved at Olie eller mulig smeltet Talg hældes direkte ned i Smørehullet eller sprøjtes derned med en Oliesprøjte, hvilket sidste ofte kan drive Urenhederne ud af Lejet. Hjælper dette ikke, men *varme Panderne*, sættes der i Reglen strax Vand paa dem; mulig maa man opgaa Møttrikerne paa de Bolte, der holde dem, lidt, for at give Axlen eller Tappen inden i dem Plads til at udvide sig. Mener man, at Varmen hidrører

fra Urenheder eller Metalspaaner i Lejet, forsøger man om man kan faa den til at forsvinde ved at komme Svovlpulver eller lidt Blyantspulver ind i Smørehullet. Hidrører Varmen fra urigtig Tilspænding, retter man Fejlen. Er Varmen gaaet bort, smøres der stærkt i nogen Tid, førend man gaar over til en regelmæssig Smøring. Skulde Varmen derimod stadig forværres, maa man stoppe og skille ad; ligesaa hvis det hvide Metal smelter ud. Opdages Varmen først, naar den er stærk, maa Vandet sættes forsigtigt til, for at en Pande ikke skal springe. — Varme Kuliser, Stempelstænger el. lign., afkjøles de ved at oversprøjtes forsigtigt med Vand; ved Hjælp af Blyantspulver kan man forøvrigt ofte faa Varme i Kuliser til at ophøre. — Varmer et Stempel eller en Glider, frembringes der en skrigende eller brummende Lyd samt Rystelser, og Varmen bringes til at fortage sig, ved at man smører stærkt med Olie gjennem en Smørehane.

Af og til maa man *aftappe Vandet* fra Cylindre, Damptrøjer og Gliderkasser. Kommer der formeget Vand i en Cylinder, f. Ex. hidrørende fra en Overkogning, høres der stærke Slag, og det aftappes saa strax.

Pakningerne i *Pakdaaserne* tilspændes, naar disse blæse, eller naar de for Lavtrykscylindrenes Vedkommende suge Luft; det sidste undersøges af og til ved et Lys. Tilspændingen maa udføres med Omhu, og især maa der passes paa at spænde Stoppebøsningerne lige til, for at undgaa at Stængerne varme.

Maskinens Lyd maa stadig iagttages opmærksomt, da en Uorden let opdages derved. Foruden de Lyde, der allerede ere nævnte, kan anføres, at en Pumpes Lyd strax forandres, naar dens Ventiler eller dens Stempelpakning komme i Uorden, og at for haard Tilspænding af Pander m. m. tilkjendegiver sig ved Rystelser, samt at Løshed i Møttriker eller Kiler, der fastholde bevægelige Dele, tilkjendegiver sig ved Stød (Dunk). Efter det Sted, hvorfra

Stødet høres, kan man ofte vide, hvad der er løst, og ved at lægge Haanden paa de stødende Dele opdager man endnu bedre den løse Samling. Er en Stempelstang løs, støder det ved Enderne af Stempelslaget; er en Gliderstang løs, støder det omtrent ved Midten af Stempelslaget, da Glideren saa er paa sit Dødpunkt. Blive Stødene (Dunkene) stærke, maa der standses og spændes til.

Standser en Skruemaskine, der er i Gang, *pludselig* af sig selv, er der kommen noget i Skruen; der udføres da alle Stoppemanøvrer med Maskinen, og derpaa søger man at fjerne den fremmede Gjenstand (f. Ex. et Tov). Gaar en *Skruemaskine pludselig hurtigere*, er der gaaet et eller flere Skrueblade itu; Maskinen bringes saa tilbage til en passende Gang. Løber en *Skruemaskine uventet løbsk*, ere alle Blade gaaede af Skruen, eller ogsaa er denne tabt eller en Axel brudt; der stoppes da øjeblikkelig. Høres der *Stød i en Hjulkasse*, som hurtigt fortage sig, har der i Hjulet været en Gjenstand, som strax er gaaet bort. Blive Dunkene derimod ved, er Hjulet i Uorden, og saa maa der stoppes.

Kommanderes der *uventet stop*, er der Fare for en Kollission med et andet Skib, en Grund eller et Skjær, og man maa da øjeblikkelig lukke Spjældet og om fornødent tilkalde Hjælp. Hurtigst muligt sættes derpaa Igangsætningsapparatet i Midtstilling og Expansionsapparatet fra, og Klemskruerne for Hjælpegliderne spændes løs, saa at man er klar til at manøvrere. Fyrene bakkes strax.

Blandt *Arbejder*, der blive at foretage *under Gangen*, skulle nævnes Udblæsning af Vandstandsglas og Manometre, Saltmaaling, Skumning, Fyrrensning, Rørudstødning og Askeophejsning, hvilke Arbejder alle blive at foretage med en vis Regelmæssighed.

Skal en *Vagt skiftes*, afgives de fornødne Oplysninger om Saltholdighed, Skumning, Rensning af Fyr og Rør, Lækager, Fejl i Haner eller Ventiler, varme Pander m. m.

Vandet i Lasterne pejles af og til, og naar det er fornødent, pumpes der lænds med Lastpumperne. Har Skibet faaet en *Læk*, pumpes der tillige lænds med Donkey- og Ballastpumpen og om fornødent ogsaa med Cirkulationspumpen (el. Lastindspr. ved Indsprkond.) og Lastejectoren, hvis man har én. Lækken opsøges og stoppes om muligt; er det kun et Rør, der er ødelagt, lukkes dets Søforbindelse.

Strander Skibet, stoppes Maskinen, og Fyrene bakkes. Der efterses derpaa i Lasten, om Skibet er tæt, og er dette Tilfældet, forsøges om man kan komme af Grunden ved at bakke eller ved at vente paa Højvande. Først naar man veed, at man ikke selv kan redde Skibet, slukkes Fyrene.

175. Udbryder der en **Brand** ombord, sættes Donkeypumpen igang, og Slangen skrues paa dens Dæksrør, saa at den kan bruges som Sprøjte.

Gaar der *Ild i en Kulkasse*, forhindres Lufttilførslen dertil ved at lukke dens Døre til Kjedelrummet, og der slukkes saa fra oven med Vand. Man kan ogsaa have en Dampledning indlagt til hver Kulkasse og saa i Tilfælde af Brand aabne for Dampen og lade den drive Luften ud af Kulkassen, saa at Ilden gaar ud af Mangel paa Luft. — For saa vidt muligt at undgaa Ild i Kullene ved Selvantændelse, indtager man helst kun svovlfri, tørre Kul, og man undgaar Opsamling af Smaakul, og Kulkasserne udlufter man godt. — At Kullene tage Varme, kan opdages ved Lugten, saa at man kan være paa sin Post itide. En Brand kan i saa Tilfælde undgaas, dersom man kan faa Kullene op paa Dækket og udbredte til Svaling.

Nogle Kul, særlig nybrudte Kul udvikle Kulbrinter, saa at man ved dem kan faa en *Gasexplosion* i Kulkasserne, dersom disse ikke udluftes godt.

176. Skal et **Skib stoppe**, bør, som tidligere omtalt, Maskinmesteren have det at vide noget iforvejen,

for at Fyringen kan indrettes derefter. Ligger Skibet kun meget kort stille, bliver der ikke andet at gjøre, end at stoppe Maskinen og bakke Fyrene samt mulig lade Donkeypumpen cirkulere Vandet i Overfladekondensatoren. Skal Skibet derimod ligge noget længere, trækkes Smørevægerne ud af Smørehullerne, og Kjedelstopventilerne og alle Søforbindelserne lukkes; Fyrene bunkes. Under Standsningen kan Maskinen aftørres og Pakdaaserne spændes til eller pakkes om; Fyr og Rør kunne renses, og Kjedlen kan skummes og fødes op igjen med Donkeypumpen o. s. v. — Skal Skibet ligge stille en eller flere Dage, kunne foruden ovennævnte Arbejder Maskinens Smaafejl rettes, saaledes kunne Luftpumpens Ventiler efterses, og Pander m. m. spændes efter. Fyrene trækkes; Rister og Fyrbroer kunne efterses. Er der Tid og Trang dertil, kunne Kjedlerne tømmes, renses og efterses. Maskinrummet og Kjedelrummet renses, og hvor det behøves, males der. Er det Frostvejr, tappes Vandet ud af alle Rørledninger m. m.

Vedligeholdelse af Kjedler og Maskine.

177. Almindelige Bemærkninger. De Smaafejl, der opstaa ved Slid og Fortæring, maa stadig rettes, for at der ikke skal faas uøkonomisk Drift eller opstaa Kilder til mindre Brud eller større Havarier. En Del af disse Arbejder kunne udføres, medens Skibet er i Gang, andre kræve derimod, at der skal være stoppet, og de udføres derfor saavidt muligt, naar Skibet ligger stille. Er det paatrængende nødvendigt, stoppes der under Farten men først efter indhentet Tilladelse hos Skibsføreren. Skal der Folk paa Arbejde inde i Maskinen, maa Snækken først sættes i Indgribning, for at Maskinen ikke skal røre sig. — En Gang aarlig maa Maskinen skilles ad og under-

kastes et grundigt Eftersyn, og samtidig maa slidte eller beskadigede Dele, f. Ex. Pander, erstattes med nye.

178. Skal noget **skilles ad,** afskrues Møttrikerne. Skulde de sidde fast, varmes de, hvorved de udvide sig og mulig kunne faas af; hjælper dette ikke, maa de krydses over. Knækker en Bolt, maa den erstattes af en ny. Skulle Flangesamlinger skilles, anvendes Sprængskruerne, hvis de findes, ellers drives der Kiler eller Mejsler imellem Flangerne.

179. **Haner og Ventiler** maa af og til efterses og slibes til. En Hane kan forøvrigt holde sig længere i Orden, dersom man kan komme til at dreje i samme Retning f. Ex. altid med Uhret, baade naar den aabnes, og naar den lukkes.

180. Smaa **Ridser** i slidende Flader i Cylindre og Stempelringe, Gliderspejle og Gliderfæs, Pander m. m. fjernes ved Skrabning.

181. **Efterspænding** af Pander, Excentrikbøjler, Styreklodser, Stempelringe m. m. maa foretages saaledes, at der ingen Slør bliver men heller ikke saa haard Sammenspænding, at de slidende Flader kunne komme til at rive. Der maa altsaa files af, udtages eller indlægges Mellemstykker, saaledes at dette opnaas, samtidig med at intet kommer ud af Linie. — Hvormeget der skal af en Pandes Kanter kan ses ved at lægge Voxkugler midt paa dens Axel eller Tap og spænde den til; thi de derved dannede Voxskivers Tykkelser ere lig Spillerummet.

182. Skal en **Glider stilles** efter at have været ude, drejes den tilsvarende Cylinders Krumtap hen paa sit ene Dødpunkt. Glideren indstilles saa med et passende liniært Forspring og befæstes — mulig maa der lægges Blik ind mellem Excentrikstangen og Excentrikbøjlen — medens Gliderkvadranten staar paa fuld Kraft frem. Maskinen drejes saa til det andet Dødpunkt, og passer Forspringet dér ikke, stilles der lidt paa Glideren, og der prøves atter paa

det første Dødpunkt, o. s. v. Ligesaa undersøges Forholdene for Gliderkvadranten stillet for bak. Er der ikke Expansionsglider, maa Fyldningerne efterses og mulig stilles der af Hensyn til dem lidt om paa Glideren; er der derimod Expansionsglider indstilles denne, saaledes at Fyldningerne blive rigtige. De Stempelstillinger, der her skulle undersøges, bestemmes bekvemmest ved Hjælp af Mærker paa en Kulise svarende til en Streg paa den tilsvarende Styreklods.

Anm. Skal man bestemme et Dødpunkt for en Krumtap, stiller man den først ca. 30° ($\frac{1}{3}$ Ret) foran det og afmærker Krydshovedets Stilling paa en Kulise samt slaar et Kørnslag paa Axlen og et andet lige derved paa en Pande. Derpaa drejer man Maskinen over Dødpunktet, indtil Krydshovedet har den samme Stilling som før, og slaar et nyt Kørnslag paa Panden lige ved det paa Axlen. Afstanden mellem Kørnslagene paa Panden halveres, og Midtpunktet mærkes med et Kørnslag. Drejes nu Axlens Kørnslag hen til dette Midtpunkt, staar Krumtappen paa Dødpunkt.

183. Springer et **Rør læk,** aflukkes den Rørledning, hvori det findes, og er der Beklædning paa det, fjærnes den. En mindre Læk kan tættes ved at lægge en Bandage om Røret; denne kan bestaa af Strimler af Sejldug eller uldent Tøj, som indgnides med Kit af Mønnie og Bleghvidt og vikles stramt om Røret og fastholdes ved en Bevikling af Sejldug, der surres stærkt fast med en smækker Line. Om fornødent kan Bandagen styrkes ved Trælister, der spændes sammen ved Baand, som lægges om i to Dele og samles ved Bolte gjennem Lapper paa Delenes Ender. Er Røret et Damprør med højt Tryk, vil Bandagen næppe holde, uden at Trykket formindskes. Ved Damprør eller ved en større Læk vil der i Reglen ikke være andet at gjøre end at lodde en Lap paa Røret.

184. Bliver en **Kondensator** *utæt*, suges der Luft ind. Lækken giver sig altsaa tilkjende, ved at Vakuum bliver daarligt, uagtet Kondensatoren er kold og Luftpumpen i Orden. Kan man ikke høre, hvor Luften suges ind, maa

Lækken søges op ved at føre et Lys langs alle Samlingerne. Lækken kan tættes midlertidig ved at kalfatres med Hamp, der er indgnedet med Mønniekit, eller ogsaa ved at man driver Blystrimler eller Trækiler ind i den. — Springe *Kondensatorrør læk*, faas der formeget Vand i Varmvandskassen; Lækken opdages følgelig, ved at der gaar Vand ud af Fødepumpens Sikkerhedsventil eller af Luftpumpens Spildevandsventil. Kondensatordækslerne tages saa af, efter at der er stoppet, og de utætte Rør pakkes om; de havarerede Rør proppes med Træpropper og skiftes senere, naar Tiden tillader det. — Af og til under Gangen *renses Kondensatorrørene* ved en Sodaopløsning, der sendes ind gjennem Sodahanen (se 48), men foruden det maa de renses grundigt under det aarlige Maskineftersyn. De kunne saa udtages og skrabes rene (med Forsigtighed for ikke at skade Fortinningen) og derefter vaskes med Petroleum eller en Opløsning af Soda eller Potaske. Ere de pakkede ved Pakdaaser, kan man ogsaa lade dem sidde og smelte Fidtet af med en Dampstraale eller opløse det i en Soda- eller Potaskeopløsning, der fyldes i Kondensatoren og varmes med Damp. — *Gruber i Kondensatorvæggene*, hidrørende fra Fortæring, udfyldes med Portlandcement.

185. At **Pumpeventiler** komme i Uorden giver sig tilkjende ved en daarlig Virkning samt ved en forandret Lyd af Pumpen. Ved *Kautschukventiler* kan Uordenen ofte indskrænke sig til, at de ere blevne krumme, og de blive saa blot vendte. Er en Kautschukventil ødelagt, erstattes den af en ny eller, dersom Reserveventilerne ere slupne op, af en Ventil, som bliver sammensyet af Sejldug. *Metalventiler* kunne komme i Uorden ved Urenligheder paa Sæderne, der saa blot renses, eller ved at deres Stoppere eller Spindler knækkes af. Stopperne maa repareres eller erstattes af andre, som man selv smeder; er en Ventilspindel ødelagt, indsættes en Reserveventil. — Ere Luft- eller Cirkulationspumpeventiler i Uorden, maa Maskinen

stoppes, medens de bringes i Orden, men ved en Føde- eller en Lastpumpe behøver man kun at aflukke dens Suge- og Stigerør. — At en Lastpumpe nægter at give Vand kan ogsaa hidrøre fra, at dens Bruse i Mudderkassen eller i Lasten er forstoppet; den maa saa renses.

186. Er en **Kjedel læk** i en Pladesamling, stemmes den tæt. Falder en Nagle ud, drives midlertidig en Træprop i Hullet; er Kjedlen tom kan der ogsaa anbringes en pakket Bolt i Hullet. Lækager ved Rørenes Ender tættes ved Hjælp af en Rørudvider, og er tillige Enden af et Rør svækket, drives der en Ring ind i den.

187. Et **Kjedelrør** kan springe i Svejsningen eller blive tæret igjennem; det bliver i saa Fald lækt, hvilket viser sig ved Vand i Røgkamret eller i Askegraven. Man maa da *proppe Røret*, hvilket lettest sker ved at anbringe en Patentprop i det. Denne kan bestaa (se Fig. 213) af et Par Kautschukskiver, som ligge imellem Jernskiver og kunne spændes udad ved Hjælp af en lang Bolt, som gaar igjennem dem samt gjennem et imellem dem anbragt Rør. Rørene kunne ogsaa proppes ved Træpropper, der ere indsmurte med Rødkit. Den inderste af disse Propper maa fra først af være saa lang, at den kan naa til Forbrændingskamrets Bagside, og den maa i den i Røret værende Ende have en Trækile i en Spalte; naar Proppen er skudt ind paa sin Plads ved Hjælp af en Stang, drives Kilen ind, og senere brændes den i Forbrændingskamret værende Del af den. Efter at Fyret er trukket, kan et Rør proppes ved pakkede Jernskiver, som spændes mod dets Ender ved Hjælp af en gjennemgaaende Bolt. — Ere mange Rør proppede, blive Hedefladen og Trækfladen for smaa, og man maa saa *skifte Rørene*, efter at Kjedlen er tømt. Skal et Rør ud, afhugges den Kant af det, der springer udenfor Rørpladen i Forbrændingskamret, og om fornødent sprænges Kjedelstenen af det ved at stikke en gloende Rundjernsstang ind i det. Derpaa stikkes en lang

Bolt gjennem Røret, og inde i Forbrændingskamret anbringes der paa Bolten en Skive, hvis Diameter er en lille Smule mindre end Rørets udvendige Diameter, og udenfor den en Møttrik. I Røgkamret sættes en tobenet Buk udenom Bolten og ind paa Rørpladen, og derpaa skrues en Møttrik paa Bolten; drejes nu Møttriken, vil den støtte sig mod Bukken og trække Røret ud. Derefter indsættes et nyt Rør paa almindelig Maade.

188. Er et **Vandstandsglas sprunget**, tillukkes dets Haner til Kjedlen med et Fyrredskab eller med Haanden, efter at denne er pakket ind. Derpaa fjernes Glassets Rester og de gamle Pakninger, og et nyt Glas indsættes. Skulde Reserveglasset være for langt, kan Enden fjernes, f. Ex. ved at man filer en Rille rundt om den og slaar den af. Skal det nye Glas i Brug, aabnes Damphanen forsigtigt for at opvarme det, og først, naar det er varmt, aabnes Vandhanen.

189. Skal en **Kjedel renses**, aabnes efter dens Tømning Mandehul og Rensehuller, for at den kan udluftes, saa at man kan aande i den, hvilket kan kjendes paa, at et Lys kan brænde derinde. Derpaa tilstoppes inden Rensningen alle Huller inde i Kjedlen til Haner og Ventiler for at undgaa at faa Urenheder i disse. Fidtet afskrabes, og Stenen afbankes eller afskrabes, hvilke Arbejder i det Hele maa udføres med Omhu men med særlig Omhu for Toppen af Fyrkanalerne; Afbankningen af Stenen maa ske forsigtigt for ikke at beskadige Pladerne. Alt Snavset fjernes fra Kjedlen, som udskylles ved Hjælp af en Sprøjteslange fra Donkeypumpen; resterende Fidtmasser kunne fjernes ved Petroleum. Derefter undersøges Kjedelpladerne omhyggeligt og fortærede Steder (Huller eller Render) fyldes med Portlandcement. Dybe Tærehuller i Kanalernes Top bores igjennem, skrueskjæres og lukkes med Skruepropper med nittede Ender. Utætheder stemmes, løse Nagler ombyttes, og fortærede Stagbolte fornyes; lige-

saa efterses Kjedelrørene, Risterne og Fyrbroerne, og Mangler afhjælpes. Zinkklodserne efterses og fornyes om fornødent, og har der noget Steds vist sig en stærk Fortæring, ophænges en ny Zinkklods tæt derved eller ogsaa omflyttes de gamle. Efter Rensningen fjernes de Propper, der vare satte i Hullerne inde i Kjedlen, og forglemte Gjenstande tages ud af den. Herefter kan Kjedlen igjen forberedes til Brug (se 156).

190. Ligger et **Skib i Dok** eller paa Beding, efterses alle Søforbindelserne samt Stævnrøret og Skruen eller Hjulene. Alle Søhanerne og Søventilerne slibes til, og deres Pakdaaser pakkes om, og have de Beskyttelsesringe af Zink, fornyes disse. Pakdaasen i Stævnrøret pakkes om. Ved Skruer eller Hjul efterses deres Befæstelser og deres Lejer; ved Hjul med bevægelige Skovler efterses alle bevægelige Deles slidende Steder.

191. Skal et **Skib oplægges,** maa der drages Omsorg for, at Maskine og Kjedler bevares mod Fortæring.

Maskinen skilles ad, og mulige Fejl afhjælpes. Pakningerne fjernes af alle Pakdaaser. Smørekopperne tømmes og renses, og alle Smørerør og Huller til Vand proppes for at holde Støv ude. Kautschukklapperne tages ud af Pumperne og opbevares paa et koldt og mørkt Sted. De indvendige Dele af Maskinen renses godt overalt, og alle indre Flader i Receivere, Gliderkasser (undt. de Steder Glideren berører) og Kondensatorer møniemales. Alle slidende Flader og arbejdende Dele pudses og indsmøres med Olie; de blanke Dele indsmøres dog mulig med Talg og Bleghvidt. Rundt om Randene af Pander og Pakdaaser lægges der Platting for at holde Smuds ude. Alle Dæksler sættes paa uden Pakning, efter at Flanger, Bolte og Møttriker ere indsmurte med Olie. — Under Oplægningen maa man med passende Mellemrum dreje Maskinen noget ved Hjælp af Snækken og Igangsætningsapparatet samt

Hjælpemaskinerne med Haanden, da de slidende Dele ellers kunne ruste sammen.

Haner og *Ventiler* skilles og slibes, og derpaa smøres de med Olie og samles igjen. Skal Oplægningen vare længe, skilles Sørørene fra Søforbindelserne, som derpaa lukkes med Blindflanger.

Kjedlerne renses og efterses og opbevares tørt, da de saa staa sig bedst mod Rust. Efter Rensningen aftørres de indvendig med Svabere saa godt som muligt. Det Indres fuldstændige Udtørring tilvejebringes ved Opvarmning med Ovne, der sættes ind i Fyrene, eller ved Fyring paa smaa Rister, som indrettes forneden i Forenden af Fyrkanalerne efter Borttagelsen af Risterne. Mandehul og Rensedøre holdes aabne under Tørringen, for at der kan strømme Luft gjennem Kjedlen. For kortere Tid kan Kjedlen opbevares efter at være udtørret paa denne Maade, men skal den henstaa i længere Tid, lukkes den tæt til, efter at der er anbragt vandsugende Midler i den. Hertil benyttes enten nybrændt Kalk (2—300 Pund for en stor Kjedel) eller smeltet Klorkalcium (30—40 Pund), som sættes ind i Bakker og engang imellem fornyes. Kjedlernes ydre ubeklædte Dele samt alle Fyrkanaler og Forbrændingskamre og ligesaa Skorstene, Optræk og Røgkamre møniemales, og alle Hængsler og Vridere smøres. Skorstene og Spildedampsrør lukkes med Hætter.

Havarier.

192. Almindelige Bemærkninger. Indtræffer der et Havari, stopper man kun, naar det er bydende nødvendigt, ellers mindsker man Farten og begjærer Tilladelse til at stoppe. Sker der Brud paa Cylindre eller Gliderkasser, tillukkes Hovedstopventilen strax, hvilket mulig kun kan ske fra

Dækket paa Grund af udstrømmende Damp. — Naar der strømmer Damp ud i et Maskin- eller Kjedelrum, maa man, naar man ikke kan slippe op, lægge sig ned, da der sædvanlig findes Luft under Dampen. Ansigtet, det indre af Næse, Mund og Ører befugtes med Lastvand for ikke at brændes. Fra Dækket sprøjtes eller kastes der Vand ned for hurtigst muligt at fortætte Dampen.

Før noget Arbejde foretages i Maskinen, sættes Snækken i Indgribning (se 177).

Havarerer en Maskindel, hvortil man har et *Reservestykke*, sættes dette i Stedet derfor. Ellers udfører man en *Reparation*, saavidt det er muligt; og det er næsten utrolige Ting, der ere udførte i den Retning. Hvad der kan gjøres, afhænger af Havariets Omfang, af de Materialer og det Værktøj, som man har til sin Raadighed, samt af Størrelsen og Dueligheden af Maskinpersonalet. Reparationen bliver kun midlertidig, det drejer sig blot om, at faa Apparaterne saa vidt arbejdsdygtige, at man kan komme i Havn og frelse Skibet. Er det nødvendigt, gaar man efter Reparationen langsomt og med formindsket Damptryk.

193. Revne **støbte Gjenstande**, begrændses enhver *Revne* ved at bore Huller for dens Ender. Hullerne skrueskjæres og proppes med Skruepropper, som nittes for Enderne. Derpaa tilpasses en Lap af Pladejern, som lægges over Revnen og fæstes med Skruer eller Bolte; skal Revnen være damptæt (Cylinder m. m.) eller lufttæt (Kond.), pakkes der omhyggeligt under Lappen, og ved en Kondensator kan der for yderligere Tætheds Skyld klines til med Cement. Findes Revnen i en Cylinder, lægges der for Styrkes Skyld Stangjernsbaand tværs over den. Hvert Baand laves i to Stykker, som samles ved Bolte gjennem Lapper, efter at Baandets Ender ere befæstede ved Hjælp af Skruer (Fig. 214). Istedetfor Baand har man benyttet Kjæder (paa lignende Maade som i Fig. 216). Et Cylinderdæksel eller et Stempel, der er revnet paatværs, om-

gives af en Stangjernsring, som lægges varmt paa; Stempelfjedrene maa i saa Tilfælde laves om. Revnede Flanger og Styrkeribber forstærkes ved fastskruede Stangjernsvinkler. Indvendig i en Dampcylinder affiles og skrabes Enderne paa de ovennævnte Propper; undertiden har man ogsaa herinde sat en Lap paa, idet man omhyggelig har sløjfet en Plade ind og fastholdt den ved forsænkede Bolte og tildannet den nøjagtigt cylindrisk. Er der lagt en Lap ovenpaa et Stempel eller indenpaa et Cylinderdæksel, pakkes Cylinderdækslet med Rødkit og en tyk Pidsk for at faa Plads til Lappen. En repareret Cylinder maa varmes forsigtigt og holdes omhyggeligt fri for Vand. *Støbehuller*, der aabne sig, udbores og proppes, eller ogsaa støbes de fulde af Tin, som stemmes godt ind. Er der *dybe Ridser* (om smaa Ridser se 180) i Cylindre eller Gliderspejle, maa der hugges ud og indsløjfes et Stykke, som tildannes omhyggeligt. Knækker en *Stempelring*, og har man ingen Reservering, lapper man den, naar den er i faa Stykker, men ellers tager man den bort og gaar uden Ring eller med en Pakning af Hamp. I sidste Tilfælde fyldes det Indre af Rillen i Stemplet med Træ, der surres fast, og det ydre af Rillen fyldes med Platting, som er gjennemtrukket af Talg. En revnet *Stoppebøsning* kan styrkes ved en varmt paalagt Ring; er en Stoppebøsning ødelagt, laves der en af Smedejern i Form af en tyk Ring med paaskruede Ører til Boltene. En brudt *Excentrik*, som man ikke kan lappe, kan man erstatte af en Træskive, der styrkes ved Plader paa Siderne.

194. Til de **smedede Gjenstande**, saasom Stempelstænger, Plejlstænger, Plejlstangsbolte og Gliderstænger har man i Reglen Reservestykker, der kunne sættes istedet, naar de havarere. Mindre *Stænger*, der bukkes eller brækkes, rettes eller svejses let. Bukkes en stor Stang, kan man varme den i et af Fyrene, og derpaa kan man rette den ved at lægge den paa et Par Træklodser

med Bugten opad og saa gjentagne Gange lette den ene Ende et Stykke og lade den falde ned; Bugten kan ogsaa spændes ned med en Dunkraft, der virker paa en ovenpaa Bugten lagt Jernskinne. En knækket Pind i en Skruemaskines *Krumtap* har man boret igjennem og samlet med en Bolt (Fig. 215), og en knækket Arm har man samlet ved paaskruede Lapper og styrket ved en Bandage af Smedejern samt en Kjæde (Fig. 216). En knækket *Axel* har man samlet ved Nother og Ringe, der lægges varmt paa i to Stykker og spændes sammen ved Bolte; ved den i Fig. 217 viste Reparation blev der først anbragt en Bolt (ogsaa varmt) gjennem Axlens Stykker. En lignende Reparation af en Axel, der var revnet foran i Tryklejet, er ogsaa bleven udført; dette flyttedes, saa at det kun modtog Trykket af de agterste Kraver. De i Fig. 215—217 viste Reparationer ere udførte i rum Sø i store Skibe.

Alle de arbejdende Dele for Højtrykscylindren og Lavtrykscylindren i en Receivermaskine eller for de to Maskiner i en Tvillingmaskine ere lavede aldeles ens for begge dels for at lette Fabrikationen dels for at kunne nøjes med færre Reservestykker. Dette Forhold kan man benytte, naar man vil nøjes eller maa nøjes med at gaa med ufuldkommen Maskine, idet man kan foretage en *Ombytning* af havarerede Stænger m. m. fra den ene Cylinder eller Maskine med tilsvarende fra den anden, naar man vil sætte denne fra. Ligeledes kunne Dele af Luftpumpens Bevægemekanisme ombyttes med Dele af Cirkulationspumpens, saa at man kan blive istand til at benytte Kondensatoren som Indsprøjtningskondensator istedetfor helt at maatte opgive den, naar Luftpumpen har lidt Havari.

195. Gang med ufuldstændig Maskine. Er et Cylinderdæksel helt ødelagt, kan *Cylindren* gjøres *enkeltvirkende*, idet Dækslets løse Stykker fjernes, og Dampkanalen proppes. Proppen laves af Træ og smøres ind med Rødkit og drives

ind fra Gliderkassen; der sørges for at intet af den rager udenfor Gliderspejlet. — Ved en *Tvillingmaskine* kan man *gaa med den ene Maskine*, naar den anden ikke kan repareres. Gangen gaar godt nok i rum Sø, men Manøvrering bliver meget vanskelig, saa at der helst maa tages Bugserbaad, naar Skibet skal i Havn. Ved den Maskine, der skal sættes fra, fjernes Plejlstangen og Excentrikstængerne; Gliderkvadranten surres fast eller fjernes, og Stemplet sprosses af, hvis det er nødvendigt, hvad det i ethvert Fald altid vil være ved liggende Maskiner; Damprøret og Spildedamprøret lukkes med Blindflanger. Angaaende Ombytningen af havarerede Maskindele henvises til 194, her skal blot bemærkes, at dersom Havariet findes i den agterste Krumtap, saa er dens Ombytning med den forreste i Reglen kun mulig, naar Maskinaxlen er delt i to Dele og indrettet dertil. — Ved *Receivermaskiner* kan der paa lignende Maade *gaas med én Cylinder*. Arbejderne blive omtrent de samme som ovenfor omtalt; men Spildedamprøret maa selvfølgelig ikke lukkes, og den ubrugelige Cylinders Glider maa fjernes for at tillade Dampens Passage, og er denne Cylinder revnet, maa den lappes saameget, at Dampen ikke kan strømme ud gjennem dens Revner. Er det Lavtrykscylindren, der bruges, maa Damptrykket formindskes stærkt, hvilket let opnaas ved kun at aabne Hovedstopventilen meget lidt. — Uorden ved en *Overfladekondensator* indtræffer, naar en Maskine eller Cylinder, der trækker Luft- eller Cirkulationspumpen, sættes fra, samt naar en af disse Pumper eller selve Kondensatoren lider Havari, eller endelig naar Pumpernes Rørledninger havareres, eller Cirkulationspumpens Sugerør forstoppes. Stammer Uordenen fra Cirkulationspumpen, andvendes der direkte Indsprøjtning. Er Luftpumpen i Uorden, og kan Cirkulationspumpen bruges som Luftpumpe, lukkes denne Pumpes Søforbindelse og dens Kondensatorforbindelse aabnes, og derpaa gaas der med

direkte Indsprøjtning; kan der slippe Luft ind i Kondensatoren gjennem Luftpumpen, maa denne fjernes og Kondensatorens Aabning til Pumpen lukkes med Blindflange. Er Luftpumpen i Uorden, kan man ogsaa gaa med Kondensation uden Vakuum, idet man lader den fortættede Damp løbe i Lasten gjennem Kondensatorens Aftapningshane; fra Lasten pumpes Vandet op med Lastpumpen; der maa saa fødes med Donkeypumpen. Skal der gaas uden Overfladekondensation i længere Tid, vil der komme megen Sten i Kjedlerne; saafremt man ikke kan lade Trykket falde ned til omtrent 30 Pund, da først saa Skumning er tilstrækkelig virksom mod Stendannelsen. — Bliver Søindsprøjtningen ved en *Indsprøjtningskondensator* havareret eller forstoppet, bruges Lastindsprøjtningen, og der skaffes Vand i Lasten gjennem Donkeypumpens Sugeledninger til Søen og Lasten eller gjennem en Søhane, hvis Rørledning skilles ad; stopper man, maa man huske at lukke Søforbindelsen. — Er en Kondensator bleven rent ubrugelig, indretter man sig paa at *gaa uden Kondensation*. Udmunder Luftpumpens Spildevandsrør over Vand, kan man lade Dampen strømme den Vej ud, efter at Luftpumpens Ventiler ere fjernede og dens Stempel fjernet eller sprosset af. Man kan ogsaa sende Spildedampen ud gjennem Maskinskylightet ved Hjælp af et Spildedampsrør, som man selv laver helt eller med Benyttelse af et Luftrør.

196. Enkelte **Hane- eller Ventil-Havarier** kan man reparere; saaledes kan man lappe et revnet Hus eller rette en bukket Spindel; men i Reglen maa man tage den havarerede Hane eller Ventil bort og lukke de tilstødende Rør eller Aabninger med Blindflanger eller Træpropper. Man maa derefter se saa vidt muligt at hjælpe sig med de andre Rørledninger; dette bliver forøvrigt ogsaa Tilfældet, hvis et Rør ødelægges helt. Er en Hoved-Fødeventil ødelagt, fødes med Donkeypumpen. Ødelægges en Bund-

hane, kan Kjedlen ikke mere blæses ud, men det kan ogsaa undværes, og skal den fyldes, maa dette ske med Donkeypumpen. Havarerer en Skumhane, skummes der med Bundhanen alene. — Sidder en *Kjedel-Sikkerhedsventil* fast, medens der er Damp oppe, gjør det intet, saa længe Maskinen kan holdes igang, men skal denne stoppes, maa man være særlig forsigtig, for at Trykket ikke skal stige (se under Bakning af Fyrene; 161). Kan man ikke forhindre en større Trykstigning, maa man trække Fyrene, men dette Tilfælde indtræffer ikke let, da der er to Ventiler i samme Hus, og da Dampen fra Kjedlen kan gaa ud gjennem de andre Kjedlers Sikkerhedsventiler, naar Stopventilerne ere aabne. Falder Belastningen af en Sikkerhedsventil, koger Kjedlen voldsomt over; Ventilen maa derfor hurtigt presses ned mod sit Sæde og sprosses af.

197. I en **Dampkjedel** kan det hænde, at en *Plade* revner. Er Revnen lille, bores der for dens Ender, og en Lap sættes over den (smlgn. 193). Faas der en større Revne, eller opdages der en Blære i en Plade, borthugges det beskadigede Stykke, og en Lap sættes over Hullet, hvilket man bør give runde Hjørner og tilfilede Rande; Lappen nittes fast og stemmes, eller ogsaa boltes den fast efter at være pakket. At anbringe en større Lap eller en helt ny Plade uden Hjælp fra Land forekommer nu sjældent; skal det ske, benyttes for at spare Arbejde saavidt muligt de gamle Naglehuller; Pladen, der skal indsættes, tilpasses; dens Huller opmærkes og bores, og derefter nittes den fast og stemmes tæt. Faar en Fyrkanals Top en Bule, varmer man denne og presser den tilbage ved Hjælp af en Plade og et Par Dunkrafte; derefter styrkes Kanalen ved paanittede Vinkeljern, der anbringes paatværs af den. — Knækker et *Stag* udtages dets Stykker og sammensvejses, eller ogsaa erstattes det af et nyt. Knækker en Stagbolt, sættes en ny ind; var der et Rør om den gamle, drives dennes Stykker ud med et Stykke Rundjern, der bliver siddende

for at holde paa Røret og senere drives ud med den nye Bolt. — Ruster en *Skorsten* igjennem, sættes der en Lap indeni den. Er den meget svækket, styrkes den ved paanittede Vinkler. Knækker en Skorsten, bakkes Fyrene, og Spildedampsrøret, der er bukket, hugges over eller skilles ad. Derefter tildannes bedst muligt en ny Skorsten maaske med Benyttelse af en Del af den gamle.

198. Om **Instrument-Havarier** er der ikke meget at sige, og angaaende *Saltmaaleren* henvises til 167. Havarerer en *Trykmaaler*, tages den af, og er det blot Viseren, der er bukket, bøjes den tilbage til Nul. Er Røret i en Bourdons Maaler sprunget læk, loddes det sammen, og derpaa justeres Maaleren ved Sammenligning med en anden (Ph. 26) og om fornødent laves der en ny Skala. Havarerer *Maskintelegrafen*, repareres den snarest muligt, og midlertidig benyttes Talerøret alene; har man intet Talerør, opstilles én eller flere Mand, som raabe Ordren videre fra Broen til Maskinen.

199. Havarerer en **Skibsskrue**, er der i Reglen intet andet at gjøre, end at gaa med Stumperne af Bladene eller stoppe, naar den er helt ubrugelig. Kan man faa Skibet hen paa et sikkert Sted med roligt Vand, kan man lempe Lasten, saa at man kan komme til at sætte Reservebladene paa, hvis Skruen har løse Blade. Gaar en *Skibsskrue løs*, kan den i haardt Vejr hænge og dingle paa Axlen og blive farlig for Skibet, man maa saa lade den falde, idet man trækker Skrueaxlen ind efter at have fjernet en Mellemaxel. Herved kommer Skrueaxlens Metalforing indenfor Pakdaasen i Stevnrøret, der maa derfor iforvejen udenom Pakdaasen være befæstet en stærk Sejldugspose eller en Tud af tynde Plader, og denne maa saa snøres sammen om Skrueaxlen, naar Foringen er kommen indenfor Pakdaasen, saa at Vandet holdes ude.

200. Ødelægges en Skovle i et **Skovlhjul**, sætter man man en Reserveskovle istedet, eller ogsaa tager man den

og dens Styrestang bort. En havareret Radius kan lappes eller svejses eller helt borttages tilligemed dens Skovle. En havareret Ring lappes. Er et Hjul ødelagt, kobles det fra, ved at tage Pinden ud af den nærmeste Cylinders Krumtap, og der gaas saa videre med det andet Hjul og den anden Cylinder.

Dampkjedel-Explosioner.

201. Indledning. En Dampkjedel kan *kun explodere, naar den er for svag til at modstaa Dampens Tryk.* Altsaa maa enten Trykket være blevet for højt, eller ogsaa maa Kjedlen være bygget for svagt eller være bleven svækket ved Fortæring, eller ved at Plader i den ere blevne glødende, eller ved at den faar et Stød. En Kjedelexplosion kan altsaa altid undgaas, undtagen naar Kjedlen skydes itu. Aarsagerne til Explosioner skulle i det følgende undersøges hver for sig, og der skal angives, hvorledes man kan undgaa dem, eller hvad der skal gjøres, naar der ved Forsømmelighed er indtruffet en Mulighed for en Explosion. Thi opdages en saadan Mulighed, kan man næsten altid undgaa en Explosion, naar man bliver paa sin Plads og handler fornuftigt og koldblodigt.

202. En Kjedel kan være **for svagt bygget**, idet Pladerne kunne være for tynde eller utilstrækkeligt afstivede eller af daarligt Materiale; en slet udført Reparation kan ligeledes henføres hertil. Saadanne Fejl findes aldrig, naar Arbejdet stammer fra en solid Fabrik; de undgaas forøvrigt let ved god Kontrol under Bygningen, og i Reglen ville de opdages ved Trykprøven.

Anm. *Mandehullet* svækker Kjedlen stærkt, da der gaar Materiale bort af den, og da Døren spændes til indefra og derved virker til at forøge Pladernes Anstrengelse af Damptrykket. Her kan imidlertid anføres, at man i den Anledning ogsaa har anvendt udvendige

Mandedøre; en saadan Dør boltes fast til en Krave i Kanten af en Pladejernstud, der er nittet paa Kjedlen ved Nagler gjennem en Krave i Tudens anden Ende.

203. **Alt for højt Tryk** kan der kun komme i en Kjedel, hvis Sikkerhedsventiler sidde fast eller forsætlig ere overbelastede. Det første undgaas ved af og til at lette den, det sidste er en strafbar Handling. Skulde en Ventil sidde fast, kan man dog let undgaa en Explosion (se 196), naar man blot kan stole paa Kjedlens Manometer. Manometret maa derfor af og til underkastes en Prøve, og ved af og til at blæse dets Rør igjennem undgaar man, at dette forstoppes.

204. Fra **Fortæringen** opstaar der ingen Fare, naar man er paa det rene med, hvor vidt den er fremskredet, og handler i Overensstemmelse dermed. Kjedlen maa altsaa være bygget og opstillet saaledes, at den kan efterses grundigt, og den maa af og til efterses overalt. Er man i Tvivl om en Plades Tykkelse i Bunden af en tæret Rende, bores den igjennem, og efter at Tykkelsen er maalt, proppes Hullet igjen. Ere Pladerne svækkede, maa man gaa med formindsket Tryk eller, dersom Svækkelsen bliver for stor, kassere Kjedlen. — De tidligere omtalte Midler mod Fortæring have intet hermed at gjøre, de bidrage kun til at forlænge Kjedlens Liv.

Anm. En ved Fortæring svækket Kjedel maa man ikke udsætte for Temperatur-Forskjelligheder i Pladerne, da de forøge den ved Trykket fremkaldte Spænding i disse. I en saadan Kjedel maa der altsaa aldrig fyres hurtigt op.

205. I en Kjedel kan der kun fremkomme **glødende Plader**, naar der er for tyk Sten (eller Fidt) eller for lidt Vand; en Explosion af denne Grund undgaas altsaa ved at rense Kjedlen ordentligt og ved at føde regelmæssigt samt ved ikke at fyre op i en Kjedel, medmindre der er Vand nok i den. Skulde Vandet være forsvundet af Vandstandsglasset, bestemmes Vandstanden ved at banke paa

Kjedlen. Viser det sig, at Hedefladen er dækket, fødes der strax stærkt, men er dette ikke Tilfældet, maa Fødningen ikke forøges, da Vandet derved vilde stige op og afkjøle Hedefladens øvre Dele, der saa vilde briste paa Grund af den pludselige Afkjøling. Man maa i saa Fald strax trække Fyrene og derefter lukke for Fødeventilen og Stopventilen og lade Kjedlen staa hen og blive kold. Vil man af med Trykket, maa man ikke aabne Sikkerhedsventilen, da saa en Opkogning af Vandet vilde afkjøle og sprænge Pladerne; der er saa ikke andet at gjøre end at blæse Kjedlen meget forsigtigt ud, efter at Fyrene ere trukne. — Synker Toppen af en Kanal, der er dækket med formeget Fidt (el. Sten), eller opdager man en af samme Aarsag glødende Plade, gaar man frem som ovenfor, idet man strax trækker Fyrene o. s. v.

206. **Stød**, som ramme en Kjedel, kunne hidrøre fra svære Masser, der styrte ned paa Kjedlen (hvilket Tilfælde ikke let kan indtræffe i et Koffardiskib), men de kunne ogsaa hidrøre fra Vandet indeni den. Thi aabnes Stopventilen eller Sikkerhedsventilen pludseligt, vil den deraf følgende voldsomme Dampudvikling bevirke, at Vandet slynges op mod Kjedlens Top. Man bør altsaa altid og særlig i svækkede Kjedler aabne meget forsigtigt for Dampen.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri (F. Dreyer).