

DE DANSKE STATS BANER.
MASKINAFDELINGEN.

DAMPLOKOMOTIVET
og dets Betjening

Tillæg 1944

2. Udgave 1945

T E K S T

R E G I S T E R .

Stk. Nr.	Indhold.	Side.
	Atmosfærisk Luft	2
	Mættet Damp	5
	Overhedet Damp	9
87	Grundstoffer	10
88	Kemiske Forbindelser	10
89	Opløsninger	11
90	Forbrænding	11
91	Varmeudvikling	13
92	Varmens Forplantning	15
93	Overkogning	16
94	Fødevand	16
	<u>Lokomotivsystemer:</u>	
95	Dampens Gang igennem Cylinderen	18
96	Dampens Virkemaade	20
97	Højtrykslokomotivet	20
98	Kompoundlokomotivet	22
99	Anvendelsen af overhedet Damp	23
	<u>Lokomotivets Teori:</u>	
100	Almindelige Bemærkninger	24
101	Dampens Indstrømningstryk	25
101 a	Indikator og Indikator-diagram	25
102	Dampfordeling	28
103	Glidernes Bevægelse ved en enkelt Ekscentrik	30
104	Glidernes Bevægelse ved 2 Ekscentriker	34
105	Heusingers Styling	37
106	Ændring af Lokomotivets Kørselsretning	38
106 a	Igangsætning med Stylingen i Midten	40
107	Kørsel med lukket Regulator	40
108	Glidernes Regulering	42
109	Kraftens Overføring til Hjulene	44
110	Igangsætning	46

NATURVIDENSKABELIGE

OPLYSNINGER.

..... ATMOSFÆRISK LUFT. Som bekendt er Jordkloden omgivet af et Luftlag, Atmosfæren, der hovedsagelig bestaar af Luftarterne Ilt og Kvælstof, idet Ilten udgør cirka $1/5$ og Kvælstoffet cirka $4/5$ af Atmosfæren, der desuden bestaar af en hel Del andre Luftarter, af hvilke skal nævnes Kulsyre og Vanddamp, men disse sidste forekommer dog kun i ganske ringe Mængder i Atmosfæren.

Det vil være de fleste bekendt, at Tilstedeværelsen af Ilten i den atmosfæriske Luft er en af de vigtigste Betingelser for, at Mennesker, Dyr og Planter kan leve her paa Jorden.

Kvælstoffets Opgave er at virke som en Fortynder af Ilten, da hverken Mennesker, Dyr eller Planter taaler at leve i ren Ilt.

Iltens Tilstedeværelse overalt her paa Jorden er desuden en Betingelse for visse Funktioner, som Videnskaben kalder for kemiske Processer. En af de mest kendte af disse Processer er den, man kalder for Forbrænding, der bestaar deri, at Luftens Ilt indgaar en kemisk Forbindelse med et eller andet Brændstof, f.Eks. Kul, hvorved der udvikles Varme og Lys, se nærmere herom under Stk.

Atmosfæren, der af Videnskaben anslaas at strække sig cirka 300 km ud fra Jorden, udøver et Tryk paa Overfladen saavel af selve Jorden som af de Lege-mer (Mennesker, Dyr, Planter og døde Ting), der befinder sig paa denne.

Dette kan illustreres ved følgende Forsøg:

I en lodretstaaende Cylinder, Fig. 16, som er lukket i Bunden og aaben foroven, anbringes et tæt sluttende Stempel, der skydes helt i Bund i Cylinderen, idet man lader den under Stemplet værende Luft undvige gennem Hanen 1. Naar Stemplet har naaet Cylinderens Bund, lukkes Hanen, og dersom man derefter prøver at løfte Stemplet opad, vil man mærke en Modstand mod Bevægelsen, som er større end den, der svarer til Stemplets Vægt, og som hidrører fra, at der paa Stemplets Overside hviler en Luftsøjle, som naar op til Grænsen af det Luftlag, der omgiver Jorden, medens der under Stemplet findes et lufttomt Rum, et saakaldt Vakuum.

Har man overvundet Modstanden og løftet Stemplet et Stykke op i Cylinderen, vil den ydre Luft, naar man atter slipper Stemplet, tvinge dette ned til Bunden af Cylinderen.

Man kan imidlertid forhindre Stemplet i at synke nedad ved at forbinde det med et Vægtlod som vist i Figuren, og samtidig faar man et Middel til at maale Luftens Tryk paa Stemplet, det saakaldte atmosfæriske Tryk.

Dersom Stemplets Tværsnitareal er 100 cm^2 , og Stemplets Vægt f.Eks. er 2 kg, vil det vise sig, at Vægtloddets Vægt maa være ca. 102 kg, for at Stemplet skal være i Ligevægt.

Da de 2 kg medgaar til at afbalancere Stemplets Vægt, maa Luftens Tryk paa Stemplets Overside være ca. 100 kg, d.v.s. ca. 1 kg paa hver cm^2 af Stemplets Areal.

Anbringes Cylinderen i forskellige andre Stillinger, f.Eks. vandret som i Fig. 17 eller lodret med Bunden opad som i Fig. 18, vil den ydre Lufts Tryk stadig presse Stemplet indad mod Bunden af Cylinderen, med mindre dette forhindres ved Hjælp af Vægtlodder af passende Størrelse, og man vil saaledes finde, at Luftens Tryk paa Stemplet er det samme for enhver Stilling af Cylinderen.

Ovenfor er udfundet, at Luftens Tryk paa en cm^2 er cirka 1 kg, men da den atmosfæriske Lufts Tryk som bekendt fra Tid til anden forandrer sig lidt, kan den altsaa ikke benyttes som en nøjagtig Maaleenhed for Luft- og Damptryk.

I Tekniken anvendes derfor som Enhed for Luft- og Damptryk den saakaldte metriske Atmosfære (1 atm), der er bestemt som 1 kg pr. cm^2 .

Naar Trykket i et Rum er mindre end Atmosfærens Tryk, siges der at være Undertryk til Stede i Rummet.

I et Rum, hvor Trykket er større end Atmosfærens Tryk, siges der paa samme Maade at være Overtryk.

Afsondrer man en vis Mængde Luft i en foroven aaben og i Bunden lukket Cylinder, Fig. 20, ved Hjælp af et tæt sluttende Stempel, vil man mærke en stadig voksende Modstand, baade naar Stemplet trykkes nedad, og naar det løftes opad. I det første Tilfælde hidrører Modstanden fra, at den indesluttede Luftmasses Tryk vokser, efterhaanden som den tvinges til at indtage mindre og mindre Plads, og i det andet Tilfælde skyldes Modstanden, at den indesluttede Luftmasses Tryk formindskes, efterhaanden som den faar mere Plads at udbrede sig over, saaledes at den ydre Lufts Tryk paa Stemplets Overside bliver større end Trykket af Luften under Stemplet og søger at presse dette nedad.

Slipper man Stemplet løs, vil det i begge Tilfælde søge tilbage til den Stilling, det oprindelig indtog.

Bruger man Vægtlodder til at trykke Stemplet nedad eller til at løfte det opad, kan man maale Forøgelsen, henholdsvis Formindskelsen, af Lufttrykket i Cylinderen, svarende til de forskellige Stillinger af Stemplet.

Saaframt Begyndelsestrykket i Cylinderen netop er 1 kg pr. cm^2 , vil det vise sig, at man for at formindskes Luftens Rumfang til Halvdelen af det oprindelige maa anvende en Vægt, der svarer til 1 kg paa hver cm^2 af Stemplets Areal, saaledes at Luftens Tryk altsaa bliver dobbelt saa stort som Begyndelsestrykket og lig med 2 kg pr. cm^2 .

Formindskes Luftens Rumfang til en Fjerdedel af det oprindelige, vil man finde, at Trykket bliver fire Gange saa stort som Begyndelsestrykket, altsaa 4 kg pr. cm^2 , og saaledes fremdeles.

Hvis man ved den i Fig. 21 viste Anbringelse af Vægtloddet forøger Rumfanget af den indesluttede Luftmasse til det dobbelte af det oprindelige udkræves hertil en Vægt, der svarer til en Formindskelse af Trykket paa Stemplet af $1/2$

kg paa hver cm^2 af dettes Areal.

Den udvidede Luftmasses Tryk maa da være $1 + 1/2 = 1/2$ kg pr. cm^2 , hvilket er Halvdelen af Begyndelsestrykket.

Forøges Rumfanget paa samme Maade til det firedobbelte, bliver Trykket en Fjerdedel af Begyndelsestrykket, altsaa $1/4$ kg pr. cm^2 , og saaledes videre.

Opvarmer man den atmosfæriske Luft, vil den stræbe efter at forøge sit Rumfang.

Dette kan vises ved Hjælp af Apparatet i Fig. 20. Anbringes f.Eks. en Gasflamme under Bunden af Cylinderen, vil den indesluttede Luft, efterhaanden som den bliver varmere, skyde Stemplet højere og højere op i Cylinderen.

Hvis Luftens Temperatur før Opvarmningen f.Eks. var 10° , og Luften opvarmes til 100° C., vil dens Rumfang blive forøget til cirka $4/3$ af det oprindelige. Da den indesluttede Luft før og efter Opvarmningen vejer det samme, maa Vægten f.Eks. pr. Liter efter Opvarmningen være blevet mindre, d.v.s. Luften er blevet lettere, og hvis den havde kunnet, vilde den være steget til Vejrs.

Dette Forhold benytter man sig - ved Lokomotivet - af f.Eks. ved Fyrdørens Indretning og ved forskellige Beskyttelsesplader.

Hvis man i Fig. 20 havde fastholdt Stemplet i dets oprindelige Stilling, medens man opvarmede Luften, kunde den altsaa ikke have udvidet sig, hvorfor Luftens Tryk vilde være steget.

En Luftstrøm kan ved det i Fig. 22 viste Arrangement bringes til at fremkalde en sugende Virkning.

Leder man en kraftig Luftstrøm gennem Røret 1, vil den medrive de Luftdele, som befinder sig i Nærheden af Rørets Munding i Beholderen 2, der ved Røret 3 er forbunden med en aaben Vandbeholder 4. Naar saaledes en Del af den i Beholderen 2 og Røret 3 værende Luftmængde bortføres gennem det i Bunden af Beholderen 2 anbragte Tragstykke, vil den resterende Luftmasse udvide sig over hele Rummet, idet dens Tryk samtidig synker. Den ydre Lufts Tryk paa Vandoverfladen i Beholderen 4 vil da bringe Vandet til at stige op i Røret 3.

Luftstrømmen gennem Røret 1 er med andre Ord i Stand til at suge Luft bort fra Beholderen 2 og Røret 3.

En Dampstrøm kan paa samme Maade som en Luftstrøm anvendes til at fremkalde en Sugning. Dette benytter man i Lokomotivtekniken f.Eks. til at suge Vandet fra Tenderen op til Injektorerne.

Ligeledes vil Spilledampen fra Lokomotivets Cylindre under dens Passage fra Udgangshætten igennem Røgekammeret og Skorstenen til den frie Luft fremkalde den Luftfortynding i Røgekammeret, som kræves for at fremskaffe det nødvendige Træk i Fyret.

Man kan maale Størrelsen af Luftfortyndingen i et Lokomotivs Røgekammer ved at sætte dette i Forbindelse med et i begge Ender aabent U-formet Rør, Fig.

24, som fyldes delvis med Vand. Saa længe Maskinen ikke arbejder (og Blæseren ikke er i Virksomhed), vil Vandet staa lige højt i begge Rørets Grene, men saa snart Maskinen sættes i Gang, og den gennem Udgangshætten strømmende Spildedamp river Luften i Røgkammeret med sig til Skorstenen, vil den derved frembragte Trykformindskelse bevirke, at Vandet stiger i den Gren af Røret, som har Forbindelse med Røgkammeret.

Afstanden 1 - 2 mellem Vandoverfladerne i Rørets Grene giver da et Maal for Luftfortyndingens Størrelse, der i Almindelighed udtrykkes i mm Vandsøjle.

..... MÆTTET DAMP. Lad os tænke os, at vi har en aaben Beholder af Glas, og at der i Beholderen er noget Vand, hvori der er anbragt et Termometer.

Vandet i Beholderen opvarmes af en Gasflamme, og vi iagttager Termometret og ser, at Temperaturen stiger mere og mere. Naar denne har naaet cirka 40 à 50° C., ser man, at der fra Vandets Overflade begynder at undvige Damp.

Man kalder dette, at Vandet fordamper.

Samtidig kan det ved at betragte Vandet ses, at det cirkulerer fra Bunden op imod Overfladen og tilbage igen.

Efterhaanden som Opvarmningen fortsættes, bliver Cirkulationen livligere og livligere, og naar Termometret viser cirka 100° C. vil man kunne iagttage, at der dannes sig Damp - ikke alene fra Vandets Overflade, men ogsaa (i Form af Dampbobler) baade inde i selve Vandet og ogsaa ved Beholderens Bund, og at disse Dampbobler bevæger sig med stor Hastighed op til Vandets Overflade, som de derpaa sønderriver, hvorpaa de blander sig med Luften i Rummet oven over Vandet.

Naar disse Forhold indtræder, siger man, at Vandet koger.

Den saaledes dannede Damp kaldes mættet Damp, hvorved man altsaa forstaar Damp, der er i Forbindelse med den Vædske, hvorfra den er dannet.

Fortsættes Opvarmningen af Vandet, vil man paa Termometret se, at Temperaturen ikke stiger over de 100° C., skønt Vandets Kogning stadig vedvarer.

Derimod vil man ved at betragte Vandet se, at dette, efterhaanden som Kogningen fortsættes, forsvinder mere og mere i Beholderen.

Den af Gasflammen forbrugte Varmemængde er altsaa ikke anvendt til at forøge Vandets Temperatur med, men er brugt til at fordampe Vandet.

Vi har nu set, hvorledes det gaar, naar Vandet opvarmes i en Beholder, der er aaben.

Lukkes Beholderen derimod med et tætsluttende Laag, saaledes at Dampen, der dannes under Vandets Opvarmning, ikke kan undvige, vil Vandet kunne opvarmes over 100° C. uden nogensinde at komme i Kog.

Aarsagen hertil kan forklares ved følgende Forsøg:

Fig. 25 viser en lille Forsøgs-Kedel, der paa Oversiden i Stedet for en Dom er forsynet med en Cylinder 1, der er aaben foroven. Desuden er Kedlen

forsynet med to Termometre 2 og 3, af hvilke 2 er ført ind i Kedlens Damprum, medens 3 er ført ind i Vandrummet.

Nu bringes Vandet i Kedlen i Kog (Stemplet i 1 er fjernet), og naar Vandet i Kedlen har kogt saa længe, at Luften, der var i Kedlen ved Forsøgets Begyndelse, kan tænkes at være revet med ud af Dampen, anbringes det tætsluttende og belastede Stempel paa Plads i Cylinderen 1.

Man vil da se, at Stemplet begynder at bevæge sig opad i Cylinderen paa Grund af Trykket fra den Damp, der dannes inde i Kedlen, saa længe Opvarmningen af Vandet fortsættes, saaledes at man maa belaste det med stadig større og større Vægte for at holde det i sin oprindelige Stilling.

Hvis Kedlen havde været gennemsigtig, vilde man ligeledes have kunnet se, at Kogningen ophørte, da det belastede Stempel blev sat paa Plads i Cylinderen, hvorved man jo afspærrede Rummet inde i Kedlen fra Forbindelse med den ydre Luft.

Hvis Stemplets Tværnsnitsareal er 100 cm^2 , og hvis den Belastning (Vægten af Stemplet og de derpaa anbragte Lodder), som i et bestemt Øjeblik er nødvendig for at holde Ligevægt mod Dampens Tryk paa Stemplets Underside, er 500 kg pr. cm^2 eller 5 atm ; thi imod Dampens Tryk paa Stemplets Underside virker en Vægt af $5 \text{ kg paa hver cm}^2$ af Stemplets Areal.

Aflæser man samtidig Dampens og Vandets Temperatur paa Termometrene 2 og 3, vil man finde, at den er ens for dem begge og lig med ca. 158° C .

Paa samme Maade vil det vise sig, at naar Belastningen er 1000 kg , svarende til 10 kg pr. cm^2 af Stemplets Areal, altsaa naar Dampens Tryk paa Stemplets Underside er 10 kg pr. cm^2 , vil begge Termometre vise en Varmegrad af ca. 183° C .

Lige meget hvor ofte dette Forsøg gentages, vil man altid finde, at ved et bestemt Tryk har de mættede Vanddampe i Kedlen altid den samme Temperatur.

Ligeledes vil man finde, at til en bestemt Temperatur af mættet Damp svarer et bestemt Tryk.

Fra denne Regel gives der ingen Undtagelser, saa længe det drejer sig om mættet Damp.

Paa Grundlag af nøjagtige Forsøg er der udarbejdet meget omfattende Tabeller over sammenhørende Tryk og Temperaturer af mættet Vanddamp.

Til et Damptryk af:

0 kg pr. cm^2	svarer en Temperatur af ca.	99° C .
1 - - - - -	- - - - -	$120^\circ -$
2 - - - - -	- - - - -	$133^\circ -$
4 - - - - -	- - - - -	$151^\circ -$
6 - - - - -	- - - - -	$164^\circ -$
8 - - - - -	- - - - -	$174^\circ -$
10 - - - - -	- - - - -	$183^\circ -$
12 - - - - -	- - - - -	$191^\circ -$
		0

Men hvorledes kan vi nu forklare Aarsagen til, at Vandet i den foran beskrevne tæt tillukkede Beholder aldrig kan komme i Kog lige meget, hvor meget Vandet end opvarmes?

Under Vandets Opvarmning vil der vedblivende ske en Fordampning fra Vandets Overflade, og da denne Damp ikke kan undvige, vil den bevirke en stadig Forøgelse af Trykket i Beholderen og dermed paa Vandets Overflade.

Men denne stadige Stigning i Trykket bevirker, at Vandet maa opvarmes mere og mere for, at dets Temperatur kan svare til det øjeblikkelige Tryk af Dampen.

Da Trykforøgelsen imidlertid vedvarende vil være en ganske lille Smule forud for Forøgelsen i Vandets Temperatur, vil det deraf kunne ses, at Vandet aldrig kan naa at faa den Temperatur, der svarer til det øjeblikkelige Tryk i Kedlen, d.v.s. at Vand, der opvarmes i en lukket Beholder, aldrig kan komme i Kog.

En Lokomotivkedel er i Virkeligheden en saadan lukket Beholder. Den er dog sikret imod Sprængning paa Grund af for højt Damptryk af sine to Sikkerhedsventiler, der vil udlade den Dampmængde, der ellers, hvis den blev inde i Kedlen, vilde bevirke, at Damptrykket blev saa stort, at Kedlen eventuelt tog Skade.

Under Opfyringen af et Lokomotivs Kedel opvarmes Vandet i Kedlen efterhaanden mere og mere, hvorfor der vil ske en tiltagende Fordampning fra Vandets Overflade (men altsaa ingen Kogning), og denne Damp vil samle sig i Kedlens Damprum, hvis Tryk efterhaanden vil forøges.

Naar Regulatoren derpaa aabnes, og Lokomotivet begynder at køre, vil der straks begynde at strømme Damp fra Kedlen til Cylindrene.

Derved opstaar der et Trykfald i Kedlens Damprum, og Vandet begynder straks at koge, det vil som ovenfor forklaret sige, at der dannes Damp i Form af Dampbobler inde i selve Vandmassen, og disse Bobler vil nu paa Grund af det mindre Tryk i Damprummet med stor Hastighed bevæge sig op igennem Vandmassen og slippe ud i Damprummet.

Dannelsen af disse Dampbobler i Vandmassen bevirker, at denne kommer til at fylde lidt mere, hvilket kan iagttages i Vandstands-Glassene derved, at Vandstanden som bekendt stiger, naar Regulatoren aabnes, almindeligt kaldet "at Maskinen løfter Vandet".

Naar Maskiner med "urent" Kedelvand løfter Vandet mere end, hvis Vandet havde været rent, hænger det sammen med, at Kogningen i urent Kedelvand foregaar voldsommere end i rent Vand.

Under Kørsel med aaben Regulator vil der gaa en stadig Dampstrøm fra Kedlens Damprum til Cylindrene, saaledes at den Damp, der dannes i Kedlen, aftages lige saa hurtigt, som den dannes, naar Fyringen afpasses efter Kørslen, og ved fortsat Fyring vil Vandet derfor vedblive at koge.

Lukkes Regulatoren, vil Kogningen høre op, og Vandet synker i Vandstands-glasset (se foran). Forholdene er nu de samme som foran beskrevet for

Opvarmning af Vand i en lukket Beholder, d.v.s. at Dampen dannes alene ved Fordampning fra Vandets Overflade.

Men herved stiger Damptrykket ogsaa, og da man ikke kan forhindre Fyret i vedvarende at varme Vandet op f.Eks. ved at dæmpe Fyret, køler man Kedelvandet af ved at sætte Injektoren paa, hvorved man som bekendt sætter Vand paa Kedlen af en Temperatur, der er væsentlig lavere end Kedelvandets, samtidig med at man forbruger noget af den dannede Damp til at sætte Vandet paa Kedlen med.

Stiger Damptrykket desuagtet over den røde Streg, vil Sikkerhedsventilerne aabne sig og udlade den for meget dannede Damp.

Der vil nu et Øjeblik indtræde det Forhold, at der under Afblæsningen af Sikkerhedsventilerne finder en Dampafgang Sted, og Trykket falder i Damprummet, hvorved Vandet paany, saa længe Afblæsningen varer, kommer i Kog.

Ved Maskiner, der er forsynede med hurtigoplukkende Sikkerhedsventiler, der nylig er justerede, og hvis Kedelvand er meget uroligt, kan man sommetider iagttage, at denne Kogning af Kedelvandet, medens Sikkerhedsventilerne blæser, kan blive saa voldsom, at Vandet i stor Mængde strømmer ud af Ventilerne.

Mættet Damp er usynlig, hvilket kan konstateres ved at betragte f.Eks. en Dampstraale. De første Centimetre af denne er usynlige, hvorefter Dampstraalen ret hurtigt faar en hvid Farve. Den hvide Farve hidrører fra, at Dampstraalen ganske kort Tid efter, at den har forladt Rørmundingen, bliver afkølet. Derved danner der sig store Mængder af smaa Vandpartikler, som, naar Lyset falder i dem, lyser hvide.

Et lignende Forhold er ogsaa Skyld i, at man kan se Spildedampen, naar den strømmer ud af Skorstenen.

Da mættet Damp (og ogsaa overhedet Damp) er usynlig, kan Utætheder ved Overhedere og Flangesamlinger paa Damprør i Røgkammeret som Regel ikke efterspores ved at betragte disse Dele, naar der er Damp i dem. Om Eftersporing af saadanne Fejl se under Afsnittet.

Dampens Tryk kan maales ved Højden af en Vædskesøjle.

Anbringes oven paa Beholderen 1 Fig. 26, hvori der fordampes Vand, et bøjet Glasrør 2, som er aabent ved den øverste Ende, og hvori man har hældt noget Kvægsølv, vil den lodrette Afstand 3-4 imellem Overfladerne af Kvægsølvet i de to Grene af Røret give et Maal for Størrelsen af Damptrykket i Beholderen.

De Trykmaalere (Manometre), som anvendes i Praksis saavel til almindelige stationære Dampkedler som til Lokomotiver, indeholder ikke Kvægsølv. Om deres Indretning se Side

Naar Damp passerer igennem en snæver Aabning, f.Eks. en Regulator, der er knebet, vil den miste noget af sit Tryk.

Man siger, at Dampens Tryk drosles.

Naar Damp ved Afkøling paany omdannes til Vand, siger man, at Dampen fortættes.

Damp, der endnu ikke har udført sit Arbejde i Cylinderen, kaldes Kraftdamp, hvorimod Afgangsdampen fra Cylinderen til Skorstenen kaldes for Spildedamp.

..... OVERHEDET DAMP. Hvis man leder mættet Damp fra en Dampkedel ind i en særlig Beholder og opvarmer den mættede Damp paa en saadan Maade, at Dampen frit kan udvide sig, medens dens Tryk bliver uforandret, vil der ske følgende:

Først vil de fine Vanddraaber, der indeholdes i den mættede Damp, blive fordampede. Saa længe denne Fordampning foregaar, vil Temperaturen ifølge det, der er forklaret under "Mættet Damp", holde sig uforandret.

I det Øjeblik, da alt Vand er fordampet, siges Dampen at være tør mættet.

Naar Opvarmningen derpaa fortsættes, vil Dampens Temperatur stige, medens Trykket stadig er uforandret, samtidig med at Rumfanget vokser.

Heraf ses, at Dampen nu forholder sig helt anderledes end den mættede Damp under samme Omstændigheder, idet:

- 1) Dens Temperatur er højere end Temperaturen af mættet Damp ved samme Tryk.
- 2) Den indtager et større Rumfang end samme Vægtmængde mættet Damp af samme Tryk, d.v.s. den overhedede Damp er lettere end den mættede Damp af samme Tryk.

Damp med saadanne Egenskaber kaldes for overhedet Damp.

Ogsaa i andre Henseender afviger den overhedede Damp fra mættet Damp.

Saaledes skal her omtales, at den overhedede Damp, selv ved svag Overhedning har en ringe Varmeledningsevne i Sammenligning med den mættede Damp, hvilket medfører den Fordel, at den overhedede Damp afkøles forholdsvis langsomt under Arbejdet i Cylindrene.

Den slette Varmeledningsevne af den overhedede Damp medfører dog ogsaa en Ulempe, idet den, saa snart Overhedningen er indledet, bevirker en langsommere Udbredelse af Varmen gennem Dampmassen og altsaa modvirker den videre Overhedning. Det er derfor af største Vigtighed, at Overhederen er konstrueret saaledes, at Dampen ved sin Passage derigennem adskilles i mange smaa Strømme og forøvrigt bringes til at virkulere livligt og blandes godt.

De Forhold, der betinger Besparelsen ved Anvendelsen af overhedet Damp, vil blive nærmere omtalte nedenfor i Afsnit III.

87. GRUNDSTOFFER. Kemien lærer os, at de fleste Stoffer, hvoraf Legemerne i den os omgivende Natur bestaar, er sammensat af to eller flere Grundstoffer.

Ved et Grundstof forstås man et Stof, som ikke kan adskilles i uensartede Bestanddele.

Grundstofferne forekommer i de 3 kendte Tilstandformer, nemlig som:

- a) Luftarter: Ilt, Brint, Kvælstof, Klor og flere (ialt 11)
- b) Vædsker: Kvægsølv og Brom (ialt 2)
- c) Faste Legemer: Jern, Kobber, Tin, Zink, Bly, Aluminium, Nikkel,
Guld, Sølv, Platin, Kulstof, Antimon, Mangan,
Kalk, Radium og flere.

Der kendes for Tiden (1943) ialt 92 Grundstoffer, af hvilke nogle som Guld altid og Sølv, Kobber og Kulstof undertiden forekommer i ren Tilstand i Naturen. Diamant er rent Kulstof i krystalliseret Form; Grafit og Lampesod fra en osende Petroleumslampe er næsten rent Kulstof.

Meteorsten er næsten rent Jern.

Vægtfylden af Grundstofferne er meget forskellig.

Brint, der er mange Gange lettere end den atmosfæriske Luft, er den letteste af alle Grundstoffer. Ilt vejer saaledes 16 og Kvælstof 14 Gange saa meget som Brint. De tungeste Grundstoffer findes blandt Metallerne, af hvilke Aluminium er det letteste; herefter kommer Jern, Kobber, Zink, Tin, Kvægsølv, Bly o.s.v. i den angivne Rækkefølge.

Grundstoffernes Udbredelse i Naturen er meget forskellig; det mest udbredte er Ilten, der forekommer dels frit i Luften og dels bundet til andre Grundstoffer (se Stk. 88), og hvis Vægt regnes at udgøre cirka Halvdelen af den kendte Del af Jordkloden.

Herefter følger Jern, Aluminium, Brint, Kalk, Silicium (Hovedindholdet af Stenarter), Magnium og Kalium, der tilsammen med Ilten udgør cirka 99 Procent af Jordkloden, saaledes at der kun bliver cirka 1 Procent tilbage til de øvrige Grundstoffer.

88. KEMISKE FORBINDELSER. De Stoffer, som omgiver os, bestaar som ovenfor nævnt ofte af 2 eller flere Grundstoffer, der er bundet saa stærkt til hinanden, at Stoffet ikke mere ligner eller har de samme Egenskaber som de Grundstoffer, hvoraf det er fremgaaet. De har dannet en kemisk Forbindelse med hinanden.

Eksempler herpaa er:

2 Dele af Luftarten Brint, der indgaar en kemisk Forbindelse med 1 Del af Luftarten Ilt, danner Vædsken: Vand.

1 Del af det faste Stof Natrium og 1 Del af Luftarten Klor danner det faste Stof: Kogsalt (Køkkensalt).

Ved kemisk Forbindelse af Grundstofferne udvikles i Reglen Varme og undertiden Lys.

Forbrænding er en kemisk Proces, idet et Brændstof indgaar en kemisk

Forbrænding er en kemisk Proces, idet et Brændstof indgaar en kemisk Forbindelse med Luftens Ilt. Et Brændstof kan ikke begynde at brænde, uden at Brændstoffet først bliver varmet op til en vis Temperatur, der kaldes Antændelses-Temperaturen. Denne er ikke lige høj for alle Brændstoffer.

Det er en kendt Erfarings sag, at der lettere gaar Ild i tørt Brænde end i Kul, ligesom heller ikke alle Kulsorter er lige let antændelige. Man taler saaledes om letbrændende og tungtbrændende Kul.

Kulbrinte er en kemisk Forbindelse af Kulstof og Brint. Den danner Hovedbestanddelen af Belysningsgas og udvindes til dette Brug ved at opvarme Stenkul i en Beholder uden Luftens Adgang.

Kulbrinte indeholdes ogsaa i de Stenkul, der anvendes til Lokomotivbrug. Den er meget brændbar og udvikler megen Varme.

89. OPLØSNINGER. Blander man f.Eks. Kogsalt med tilstrækkelig meget Vand, vil man se, at Kogsaltet i Løbet af nogen Tid tilsyneladende forsvinder, og Vandet bliver klart igen. Det er imidlertid ikke borte, men har kun skiftet Tilstandsform og er blevet opløst i Vandet.

En saadan Blanding kaldes en Opløsning.

Saadanne Opløsninger kan ikke skilles ad i sine Bestanddele ved f.Eks. Filtrering igennem et nok saa fint Filter, men der maa bruges andre Midler for at genvinde det.

Saaledes kan Kogsaltet faas tilbage af Opløsningen ved at bortkoge Vandet.

90. FORBRÆNDING. De almindeligt benyttede Stenkul indeholder hovedsagelig:

1) Rent Kulstof 2) Brint dels i ren Tilstand opsuget i Kullene og dels bundet til noget af Kulstoffet som Kulbrinter 3) Ilt 4) Kvælstof 5) Svovl og 6) uforbrændelige Askebestanddele.

Svovlet i Kullene brænder til Svovlsyrning, som er en Luftart med en ejendommelig stikkende Lugt. I Almindelighed er Mængden af Svovl i Kullene ganske ringe, og da Varmeudviklingen ved Svovlets Forbrænding er forholdsvis lille, faar Svovlet ingen væsentlig Betydning for Kullenes Varmeevne.

Ved Opvarmningen af Kullene inden Antændelsen (se Stk. 88) uddrives Iltten, Kvælstoffet og den frit Brint af Kullene. De to førstnævnte bortgaar uden videre.

Den sidste, Brinten, brænder under Udvikling af stor Varme og bliver til Vanddamp paa den Maade, at 2 Dele Brint indgaar en kemisk Forbindelse med 1 Del Ilt.

Kulbrintene uddrives ligeledes og vil, dersom der er tilstrækkelig Luft til Stede (se senere), dels forbrænde direkte, dels spaltes til Brint og Kulstof, af hvilke den første brænder til Vanddamp; om den sidste se nedenfor.

Kulstoffet kan forbrænde paa 2 Maader:

Enten ved Fuldstændig Forbrænding, hvorved 1 Del Kulstof indgaar en kemisk Forbindelse med 2 Dele Ilt, hvorved al den i Kullene værende Varmemængde udnyttes, og der udvikles Kulsyre, ogsaa kaldet Kultveilte.

Eller ved Ufuldstændig Forbrænding, hvorved 1 Del Kulstof indgaar en kemisk Forbindelse med 1 Del Ilt. Herved dannes der Kulilte, og der udvikles kun 30% af Kullenes Varmeevne, medens Resten - 70% - indeholdes i Kulilten. Denne, der er en usynlig og giftig Luftart, er meget brændbar, idet 1 Del Kulilte indgaar en kemisk Forbindelse med 1 Del Ilt, hvorved der dannes Kulsyre.

Heraf følger, at Stenkullene ikke er fuldt udnyttede, før alt Kulstoffet er forbrændt til Kulsyre.

Dersom der ved Forbrændingen udvikles megen Kulilte, som gaar uforbrændt bort til Skorstenen, lider man altsaa et betydeligt Varmetab.

Kulilte kan dannes:

- a) Dersom man kører med tykkere Fyr, end det er nødvendigt af Hensyn til Kørslen, kan den Kulsyre, der er dannet ved fuldstændig Forbrænding i Bunden af Fyret paa Vejen op igennem dette, omdannes til Kulilte, idet 1 Del Kulsyre optager 1 Del Kul og derved forvandles til 2 Dele Kulilte.

Man bør derfor aldrig køre med tykkere Fyr, end Kørslen kræver det.

- b) Umiddelbart efter en Indfyring af raa Kul paa det glødende Fyr kan man vanskeligt undgaa, at der dannes en Del Kulilte, som vil gaa uforbrændt bort igennem Rørene, dersom man ikke efter hver Indfyring lader Fyrdøren staa 40 à 50 mm aaben, indtil Fyret er brændt klart.

Den Luft, man paa denne Maade faar ind i Fyrkassen - den saakaldte sekundære Luft - tvinges af Røgbrænderen (se denne) ned imod Fyret, hvor den møder den dannede Kulilte og blandes med denne, hvorefter Blandingen opvarmes og antændes af den stærkt ophedede Murbue og nu igennem en Forbrænding afgiver sin Varme til Kedlen.

Samtidig med, at der dannes Kulilte, vil den Kulbrinte, der er opsuget i Kullene, ved Opvarmningen af disse fra Fyret blive uddrevet (se under Stk. 88) og maa ligesom Kulilten blandes med den fornødne Luft igennem Fyrdøren for at kunne komme i Brand og faa sin Varme udnyttet.

Af økonomiske Grunde skal Fyrdøren derfor holdes lidt aaben efter hver Indfyring, indtil Fyret brænder klart; derved vil man samtidig undgaa unødvendig Røgdudvikling. Naar Fyret brænder klart, skal Fyrdøren derpaa lukkes helt i.

Til en fuldstændig Forbrænding af 1 kg Kul, der tænkes befriet for sine askedannende Bestanddele, kræves teoretisk cirka 9 m^3 Luft.

Denne teoretiske Luftmængde er dog ikke tilstrækkelig i Praksis, da det ikke er muligt at tilføre Fyret denne Luftmængde paa en saadan Maade, at den overalt kommer i saa inderlig Berøring med Kullene, at hele dens Indhold af Ilt kommer Forbrændingen til gode.

I Reglen vil det vise sig, at der anvendes henimod det dobbelte af den teoretisk nødvendige Luftmængde.

Herved lides et Tab, da hele den Luftmængde, der passerer Fyret, bliver opvarmet af dette, og kun den Luftmængde, der nærer Forbrændingen, gør Gavn, medens den øvrige - Luftoverskuddet - for en stor Del bortfører den Varme, der er medgaaet til dens Opvarmning, til Skorstenen. Da dette Tab imidlertid er mindre end det, der fremkommer ved ufuldstændig Forbrænding, maa man hellere tilføre for megen end for lidt Luft.

At den tilførte Luftmængde er for lille, ses dels paa, at der bortgaar Røg fra Skorstenen, dels paa Fyret, idet Flammerne i saa Fald er mørkerøde og sodede.

Ved fuldstændig Forbrænding er Flammerne rødgule eller hvide.

91. VARMEUDVIKLING. Ved en Varmeenhed, en Calorie, forstaar man den Varmemængde, der medgaaer for at opvarme 1 kg Vand 1° .

Denne Enhed kaldes for den store Calorie (Kilogram-Calorie). Regner man i Stedet for Kilogram med Gram, faar man den lille Calorie (Gram-Calorie).

Ved et Brændstofs Brændværdi forstaar man den Varmemængde, som 1 kg af Brændstoffet kan udvikle ved fuldstændig Forbrænding. De forskellige Brændstoffers Brændværdi er af meget forskellig Størrelse. Efter Størrelsen af deres Brændværdi kan Brændstofferne opstilles i følgende Rækkefølge:

Benzin, Solarolie, Stenkul, Træ, Tørv og Brunkul.

Naar 1 kg rent Kulstof forbrænder fuldstændigt, saaledes som man er i Stand til at gøre det ved de Prøver, der foretages i de kemiske Laboratorier, vil der udvikles en Varmemængde, som er tilstrækkelig til at forvandle cirka 12 kg Vand af 10° C. til Damp af 12 Atm. eff. Tryk.

En saa stor Mængde Vand faar man imidlertid af flere Grunde aldrig fordampet af 1 kg Stenkul i en Lokomotivkedel.

For det første indeholder Kullene foruden nogen Fugtighed tillige Askebestanddele, for de sidstnævntes Vedkommende fra cirka 3 til 4 Procent.

For det andet er Forbrændingen næsten aldrig fuldstændig, hvorfor ikke al den i Kullene indeholdte Varme udnyttes.

For det tredje er Forbrændingsprodukterne, naar de forlader Kedelrørene, aldrig afkølede ned til den Varmegrad, som Vandet i Kedlen har, hvorfor de altid bortfører en Del Varme, der altsaa gaar tabt.

I Almindelighed kan man regne, at 1 kg gode Kul kan forvandle 7 à 7,5 kg Vand til Damp af 12 Atm. eff. Tryk i en Lokomotivkedel.

For at omdanne 1 kg Vand af 10° C. (f.Eks. Tendervandets Temperatur) til Damp af 12 Atm. eff. Tryk medgaaer følgende Varmemængder:

Opvarmning af Vandet
fra 10° til 191°

kræver 181 V.E. eller ca. 28 Procent af
det samlede Varmeforbrug.

Omdannelsen af det 191°
varme Vand til Damp af
samme Temperatur

kræver 473 V.E. eller ca. 72 Procent af
det samlede Varmeforbrug.

i alt 654 V.E.,

af hvilket det fremgaar, at der kun medgaar noget over en Fjerdedel af det samlede Varmeforbrug for at opvarme Vædsken til sit Kogepunkt, medens der medgaar $2\frac{1}{2}$ Gange saa megen Varme for at omdanne det kogende Vand til Damp af samme Temperatur.

Ved Vædskevarmen forstaar man den Varmemængde, der medgaar til at opvarme Vædsken til dens Kogepunkt.

Ved Fordampningsvarmen forstaar man den Varmemængde, der medgaar til at omdanne den kogende Vædske til Damp af samme Temperatur.

Af det paa S. 1 i Tegningerne viste Diagram for et Lokomotiv med Overheder fremgaar det, at af 100 Varmeenheder, der tilføres Kedlen, udnyttes kun 8,1 V.E. som effektivt Arbejde i Cylindrene, mens Resten, 91,9 kg V.E., tabes dels i Spildedampen, Røgen (Forbrændingsprodukterne), dels paa anden Maade.

Det vil saaledes ses, at Damp-Lokomotivet er en meget uøkonomisk Maskine, hvis Økonomi man har forsøgt at forbedre paa forskellige Maader, bl.a. ved i Fødevarmsforvarmere at udnytte noget af Spildedampens Varme til Forvarmning af Fødevandet.

De fleste af disse Forsøg er dog strandede, idet de i Praksis ikke har vist sig at give den forventede bedre Økonomi.

Naar Damp-Lokomotivet, selv med sin daarlige Varmøkonomi, til Dato i praktisk talt alle Lande har kunnet hævde sin førende Stilling som Trækraft for al egentlig Jernbanedrift, skyldes det, at det er en enkelt og praktisk haandterlig Maskine, der ikke til daglig kræver større Vedligeholdelse, og som indenfor ret vide Grænser af sin Vedligeholdelsestilstand er meget driftsikker.

Størrelsen af den Varmemængde og altsaa ogsaa af den Brændselsmængde, som udkræves til Fordampning af 1 kg Vand, bliver større og større, naar Trykket af den Damp, man ønsker at fremstille, bliver større og større.

Forøgelsen i den udfordrede Varmemængde er dog ganske ringe i Forhold til Forøgelsen i Damptrykket; derimod er den Arbejds mængde, som kan udvikles af 1 kg Damp, f.Eks. af 12 Atm. Tryk, betydelig større end den, der kan udvikles af 1 kg Damp af 8 Atm. Tryk, og det koster omtrent den samme Varmemængde at fremstille Damp af 12 Atm. Tryk som Damp af 8 Atm. Tryk; Forskellen er mindre end 1 Procent.

Man bør derfor af økonomiske Grunde altid holde fuld Dampspænding, men Fyringen maa paa den anden Side ogsaa indrettes saaledes, at den maksimale Dampspænding ikke overskrides, saa at der lides Tab af Damp ved, at Sikkerhedsventilen blæser.

92. VARMENS FORPLANTNING. Varmen kan forplante sig paa 2 Maader, nemlig:

dels ved Ledning, naar den bevæger sig fra et Sted til et andet, idet de mellemliggende Dele opvarmes, og

dels ved Straaling, naar den bevæger sig fra et Legeme til et andet gennem f.Eks. et Luftmelletrum, uden at dette Melletrum bliver kendeligt opvarmet deraf.

Legemernes Evne til at lede Varmen er meget forskellig, og man deler dem derfor i gode og daarlige Varmeledere.

Gode Varmeledere er bl.a. de fleste Metaller. Bedst leder Sølv og Kobber; Jern derimod leder kun omtrent 1/6 Del saa godt som f.Eks. Kobber.

Daarlige Varmeledere er bl.a. Jord- og Stenarterne, f.Eks. Asbest, desuden Aske og den i Kedlen dannede Kedelsten (se senere).

Ved Hedefladen eller Ildpaavirkningsfladen forstaar man den indvendige Overflade af Fyrkassen og Rørene.

Denne Flade opvarmes, naar der er Fyr paa Risten, af de hede Forbrændingsprodukter (Røgen) fra Fyret, og den modtagne Varme forplantes ved Ledning igennem Metalvæggene til Vandet.

Den Kedelsten, som sidder paa Fyrkassen og Rørene, vil efter Lagets Tykkelse mere eller mindre hindre Varmens Gennemgang og derfor hemme Dampudviklingen, hvorfor det er nødvendigt at holde Kedlerne saa fri for Kedelsten som muligt. Se ogsaa Stk. 94.

De Varmemængder, der overføres til Vandet igennem de forskellige Dele af Hedefladen, er meget forskellige.

Saaledes overføres langt mere Varme igennem en Kvadratmeter af Fyrkassen end igennem en Kvadratmeter af Rørsystemets Hedeflade, dels fordi Temperaturforskellen imellem Forbrændingsprodukterne og Vandet og dermed Varmeoverføringen er meget større i Fyrkassen end i Rørsystemet, og dels fordi den nederste Del af Fyrkassens Flade faar Varme tilført ved direkte Berøring med Fyrets glødende Masse, mens den øvrige Del af Fyrkassen faar Varme ved Straaling fra Fyrets Overflade.

Jo mere Forbrændingsprodukterne nærmer sig Røgekammeret, desto mere Varme har de afgivet og desto lavere er deres Temperatur, hvorfor Varmeafgivelsen fra Rørene bliver mindre og mindre pr. Kvadratmeter Hedeflade, som de passerer.

Af det grafiske Billede paa Side 2 i Tegningerne vil det nærmere fremgaa, hvorledes Størrelsen af Varmeafgivelsen stiller sig for de forskellige Dele af Hedefladen.

De lodrette Afstande imellem Kurven B's forskellige Punkter og Linien A er et Maal for Varmeafgivelsen paa de forskellige Steder af Hedefladen.

93. OVERKOGNING. Naar Dampen forlader Kedlen, indeholder den altid en Del Vandpartikler, men undertiden kan der rives saa meget Vand med, at dette følger med Dampen gennem Rørledningerne til Cylindrene og videre til Skorstenen.

Dette Forhold kaldes Overkogning; man siger, at Maskinen tager Vandet.

Den Mængde Vand, som Maskinen bruger under saadanne Omstændigheder, er større end ellers, og da den medrevne Vandmængde ikke er i Stand til at udføre et Arbejde i Cylindrene, lides der ved Overkogning et Tab af den Varmemængde, der er medgaaet til at opvarme Vandet (Vædskevarmen). Desuden gør det medrevne Vand Skade ved at vaske Smøreolien af Gliderkassernes og Cylindrenes Slidflader.

Overkogning kan opstaa i en Lokomotivkedel med et forholdsvis lille Damprum, naar man hurtigt lukker Regulatoren højt op, idet Trykket i Damprummet derved formindskes kendeligt og derfor faar Vandet i Kedlen til at bruse op (ganske paa samme Maade som i en Sodavandsflaske, naar man fjerner Proppen).

Noget lignende kan indtræffe, naar Maskinen spiller, hvorved der i Løbet af et Øjeblik strømmer en stor Mængde Damp til Cylindrene, og Trykket derfor falder i Kedlens Damprum.

Overkogning kan ogsaa skyldes Tilstedeværelsen af enten Fedtstoffer i Kedlen (f. Eks. ved nye eller nyreparerede Kedler) eller af visse kemiske Forbindelser, som kan findes opløste i Kedelvandet. Se herom under Fødevand.

Hvis Lokomotivet er forsynet med Overheder, vil denne forsøge at fordampe det medrevne Vand, hvorved Overhedningstemperaturen nedsættes til Skade for Maskinens Økonomi (se under Dampens Overhedning).

Medrives mere Vand, end Overhederen kan naa at fordampe, vil Vandet ligesom ved Maskiner uden Overheder blive ført med af Dampen til Cylindrene og Skorstenen.

94. FØDEVAND. Vand, der skal anvendes til Lokomotivbrug, bør være saa "blødt" som muligt.

Herved forstaas, at Vandets Indhold af opløste, faste Stoffer skal være saa lille som muligt, og da særlig af saadanne, der under Vandets Bortkogning af Kedlen udskiller sig som Slam, der senere kan brænde sig fast paa Kedlens Hedeflade og danne Kedelsten.

Naar Vandet som Regn falder ned paa Jordens Overflade, er det rent og frit for opløste, faste Stoffer og derfor godt egnet som Fødevand, hvis det var muligt at opsamle det i tilstrækkelig Mængde.

Ved sit Fald gennem Luften optager Regnen imidlertid bl. a. noget Kulsyre, som altid er til Stede omend i ringe Mængde i Atmosfæren.

Vandet bliver derved i Stand til, naar det passerer igennem Jordlagene, at opløse betydelige Mængder af den kulsure Kalk, som findes overalt i Jorden, og som ikke lader sig opløse af rent Vand, der ikke indeholder en vis Mængde Kulsyre.

Foruden kulsur Kalk optager Vandet endvidere paa sin Vej igennem Jordlagene ogsaa bl.a.:

Svovlsur Kalk (Gibs), Magnesiaforbindelser, Jernforbindelser og Kogsalt.

Naar derefter det kulsyreholdige Vand opvarmes i Kedlen, uddrives Kulsyren, og den kulsure Kalk kan da ikke længere holde sig opløst i Vandet, men udskilles som Slam og afsætter sig paa Kedlens indvendige Flader og dér brænder fast som Sten (Kedelsten).

Paa samme Maade vil den svovlsure Kalk, Jernforbindelserne og nogle af Magnesiaforbindelserne udskille sig og danne Kedelsten, der dog i en langt overvejende Grad bestaar af kulsur Kalk.

Resten af Magnesiaforbindelserne og Kogsaltet vil derimod ikke udskille sig, men forbliver opløste i Kedelvandet, og naar Mængden af disse Forbindelser efterhaanden, som man fordamper flere og flere Kubikmeter Vand, naar en vis Størrelse, vil de virke uheldigt derved, at de bevirker, at Vandet begynder at skumme, som om der var Sæbe i det.

Dette Skum gør Vandet uroligt, idet det medrives af Dampen til Cylindrene og giver Anledning til Overkogning.

Da det Vand, som forekommer i Brønde og Kilder, vil være forskelligt efter de Jordlag, som det har passeret, maa man for at kunne bedømme, hvorvidt en foreliggende Vandprøve er egnet til Fødevand, foretage en fuldstændig kemisk Analyse af Vandet, hvorved man bestemmer baade Arten og Mængden af de i Vandet opløste Stoffer.

Naar Kedlens vandberørte Flader, altsaa de udvendige Flader af Fyrkassen og Rørene, er dækkede af et Stenlag, vil Væggene i Fyrkassen og Rørene paa Grund af Kedelstenens daarlige Varmeledningsevne ikke tilstrækkelig hurtigt kunne afgive den fra Forbrændingsprodukterne optagne Varme til Kedelvandet.

Som Følge deraf vil de omhandlede Vægge blive stærkt ophedede, hvorved Materialet i Væggene udsættes for at tage Skade.

Ved at holde Kedlen fri for Kedelsten opnaar man flere meget betydelige Fordele, dels et mindre Brændselsforbrug og dels en mindre Anstrengelse af Kedlerne, hvilket sidste medfører en Formindskelse af Udgifterne til Vedligeholdelse af Fyrkasserne og Kedelrørene.

For at forhindre, at de i Vandet opløste Stoffer danner Sten i Dampkedlerne, kan man benytte sig af to forskellige Fremgangsmaader:

at tilsætte saadanne Stoffer til Vandet i Kedlen, at det udskilte Slam holder sig svævende i Kedelvandet og ikke bundfælder sig. Derved kan det meste af Slammet udskylles ved Udvaskningen af Kedlen,

at udskille de stendannende Stoffer og fjerne dem, inden Vandet sættes paa Kedlen.

Den første af disse Fremgangsmaader, som i de senere Aar har fundet en Del Anvendelse ved Statsbanerne (Tilsætning af Reffo), bør kun benyttes, naar man

ved en grundig Undersøgelse og en vedvarende Kontrol har sikret sig, at det paa-gældende Præparat ikke virker angribende paa Kedelpladerne eller udvikler Damppe, der kan angribe andre Dele af Maskinen.

En Del af de Midler, der anbefales til Forhindring af Kedelsten, har nemlig saadanne uheldige Egenskaber og vil desuden paa Grund af den store Mængde Slam, der dannes i Kedlen, kunne give Anledning til Overkogning, ligesom det kan hænde, at en Del af Slammet brænder paa, inden det skylles ud, og derved alligevel danner Kedelsten.

Ved den anden Fremgangsmaade, der fortrinsvis anvendes af Statsbanerne, rensers man Vandet i de saakaldte Vandrenserier ved, at der til det raa Vand til-sættes visse Kemikalier, bl.a. Soda, der faar saavel den kulsure og den svovlsure Kalk som Magnesia- og Jernforbindelserne til at udskille sig i selve Rensningsan-læget, hvorved Vandet "blødgøres" i en meget betydelig Grad.

At blødgøre Vandet helt vilde blive ret bekosteligt og kræve et omfattende Apparat, og man har derfor valgt at nøjes med den simplere Rensning.

Tilbage i Føde vandet bliver hovedsagelig Kogsaltet og noget af den Soda, der er tilsat ved Rensningen.

Disse Stoffer vil, efterhaanden som Mængden af dem vokser i Kedelvan-det, give Anledning til uroligt Vand, hvis ikke deres Mængde holdes inden for en passende Grænse, hvilket opnaas ved Udvaskning af Kedlen eller ved Vandskiftning.

I samme Hensigt er man i de senere Aar kommet ind paa at forsyne Ked-lerne med en saakaldt Skumhane, der skal staa aaben under Kørslen.

Naar Hanen staar aaben, vil der til Stadighed strømme en svag Strøm af Kedel vandet i Ballasten, hvorved Mængden af de skadelige Stoffer holdes nede paa den passende lave Størrelse.

Man kan derved forlænge Tiden imellem 2 paa hinanden følgende nødveni-dige Udvaskninger eller Vandskiftninger.

Anvendelsen af rensset Vand, som man ikke kendte i Jernbanernes første Tid, har betydet, at man nu kan udnytte Maskinerne stærkere end tidligere og alt-saa opnaa en betydelig Besparelse i Driftsudgifterne.

L O K O M O T I V S Y S T E M E R .

95. DAMPENS GANG IGENNEM CYLINDEREN. I Fig. 395 er vist en Cylinder og et Stempel i 6 forskellige Stillinger mrk. med I - VI samt den dertil hørende Gli-der i tilsvarende Stillinger.

I Cylinderen er tegnet et saakaldt Dampdiagram, der er et Billede af Damp-trykkets Størrelse i Cylinderen for enhver Stilling af Stemplet (de lodrette Afstan-de fra Diagrammets enkelte Punkter til Overkanten af Cylinderens Bund).

Det skal nu foreløbig undersøges, hvorledes Forholdene er paa Stemplets venstre Side, naar Maskinen arbejder.

I Stilling I er Stemplet i sin bageste Dødpunktstilling; Glideren har allerede for nogen Tid siden aabnet for Indstrømning af Damp, og denne Indstrømning vedvarer til Stilling II, hvor Glideren igen lukker af for Dampen.

Perioden I til II kaldes Indstrømningsperioden.

Det vil af Diagrammet ses, at Damptrykket i Cylinderen her er vist konstant til henimod Indstrømningens Slutning, hvor Gliderens Indsnævring af Aabningen til Dampkanalen giver sig Udtryk i en Drosling af Dampens Tryk.

Et konstant Indstrømningstryk faas kun ved forholdsvis langsomt kørende Maskiner.

Ved større Hastigheder vil Indstrømningstrykket begynde at falde kort Tid efter, at Stemplet har forladt sin Dødpunktstilling, hvilket vil give sig til Kende ved, at den rette Linie mellem Stilling I og Stilling II, der her er vandret med afrundede Ender, vil faa et Fald fremefter, altsaa til højre.

I Stilling II har Glideren lukket for Dampkanalen, og den i Cylinderen indesluttede Damp vil nu drive Stemplet fremad, idet dens Tryk (og samtidig dens Temperatur) falder mere og mere, efterhaanden som Stemplet bevæger sig fremad (se Diagrammet).

Den indespærrede Dampmængde vil nemlig efterhaanden komme til at indtage et større og større Rumfang, Dampen ekspanderer.

Formen af Kurven imellem Stillingerne II og III i Diagrammet er i nogen Grad bestemt af Mariottes Lov.

Perioden II til III kaldes Ekspansionsperioden.

I Stilling III begynder Glideren paany at lukke op for Dampkanalen, idet den nu sætter Cylinderen i Forbindelse med Udgangskanalen, hvorved den forbrugte Damp straks begynder at strømme til Skorstenen.

Derved falder Trykket i Cylinderen hurtigt under Stemplets fortsatte Vandring fra Stilling III til Stilling IV (se Diagrammet).

I Stilling IV, Stemplets forreste Dødpunktstilling, er Trykket i Cylinderen kun lidt højere end Atmosfærens Tryk.

Perioden III til IV kaldes Forudafstrømningsperioden.

Fra Stilling IV, hvor Glideren allerede har aabnet lidt for Dampkanalen, bevæger Stemplet sig nu, imod et Modtryk, der kun er ganske lidt større end Atmosfærens Tryk, hen imod Stilling V.

Under denne Vandring presser Stemplet det meste af den forbrugte Damp, Spilledampen, ud i Skorstenen.

I Stilling V har Glideren paany lukket af for Dampkanalen, og den Spilledamp, der er i Cylinderen, er nu spærret inde og vil under Stemplets fortsatte Vandring blive sammenpresset, komprimeret.

Herved stiger dens Tryk (se Diagrammet) og samtidig dens Temperatur. Stemplet vil under denne Del af Slaget komme til at arbejde imod et stadigt stigende Modtryk.

Kompressionen medfører derfor en Formindskelse af det udførte Arbejde, men bevirker samtidig en Formindskelse af Dampforbruget, idet den Dampmængde, som bliver presset sammen under Kompressionen, kommer til at arbejde med i det efterfølgende Stempelslag.

Perioden V til VI kaldes Kompressionsperioden, og den vedvarer, til Stemplet har naaet

Stilling VI. I denne Stilling af Stemplet begynder Glideren paany at aabne for Indstrømning af Damp fra Gliderkassen, og det ses paa Diagrammet, at Trykket i Cylinderen nu stiger hastigt igen.

Ogsaa i denne Periode maa Stemplet arbejde imod et Modtryk, der formindsker Cylinderens Arbejde, men dette Modtryk medfører visse Fordele; se herom under Dampfordeling.

Perioden VI til I kaldes Forudindstrømningsperioden.

Saaframt man undersøger Forholdene paa højre Side af Stemplet under en hel Omdrejning af Drivhjulene, vil man genfinde de samme Perioder i Dampens Gang som ovenfor beskrevet paa Stemplets venstre Side.

96. DAMPENS VIRKEMAADEN. Efter Princippet for Dampens Virkemaade i Lokomotivmaskinen skelner man imellem to Hovedsystemer af Damplokomotiver, nemlig:

a. Højtrykslokomotiver, der kan være forsynede med 2 eller 3 Cylindre.

b. Høj- og Lavtrykslokomotiver, der ogsaa kaldes Kompoundlokomotiver.

Begge Systemer kan arbejde med mættet eller med overhedet Damp.

97. HØJTRYKSLOKOMOTIVET. Ved dette Lokomotiv forsynes hver enkelt Cylinder direkte med Kedeldamp, som efter at have udført Hovedparten af sit Arbejde i den paagældende Cylinder strømmer igennem Udgangsrøret og Skorstenen ud i Atmosfæren.

Den sidste Rest af dens Arbejdsevne udnyttes til at skabe det fornødne Træk i Fyret.

Ved Ekspansionens Slutning (altsaa i Stilling III Fig. 395) maa Dampens Tryk være tilstrækkeligt til

dels at overvinde Modstanden i Udgangsrørene,

dels at frembringe det fornødne Træk i Fyret, og denne Betingelse maa være opfyldt ved den mindste Fyldning, som Maskinen kommer til at arbejde med.

Paa den anden Side bør Damptrykket ved Ekspansionens Slutning ikke være højere end nødvendigt, da Dampen i saa Fald vil medføre for meget af sin Arbejdsevne, naar den forlader Skorstenen.

Af Fig. 2 c ses, at jo større Fyldning man kører med, jo større bliver Trykket i Stilling III; ligeledes ses, at jo større Fyldning man anvender, jo mindre bliver Ekspansionen.

Lokomotivets Maskineri maa arbejde med meget forskellige Fyldninger under et Togs Fremførsel, lige fra helt udlagt Styring under Igangsætningen til den mindre Fyldning, som fremkommer, naar Styringen er trukket passende op, svarende til den øjeblikkelige Kørsel.

Man kan derfor ikke under hele Kørslen opnaa den samme vidtdrevne Ekspansion af Dampen og derved det samme passende lave Tryk paa Dampen i Stilling III (se Diagrammet).

Maskinen maa derfor konstrueres saaledes, at Trykket i Stilling III har en passende lav Værdi ved den mindste Fyldning, som med Fordel kan anvendes i Lokomotivet.

For Højtryks-Lokomotivets Vedkommende regner man i Almindelighed, at det er ufordelagtigt at anvende mindre Fyldninger end cirka 20 Procent, fordi de benyttede Lokomotivstyringer - f.Eks. Tricks og Heusingere - ved lavere Fyldninger bevirker:

at Dampens Tryk drosles stærkt under Indstrømningen i Cylinderen, fordi Glideren ved lavere Fyldninger ikke aabner helt for Dampkanalerne,

at man faar for tidlig Udstrømning og for stor Kompression, altsaa Tab i Cylinderens Arbejde, se Fig. 2 c. Ved visse Lokomotiver, f.Eks. Litra P, kan Kompressionstrykket ved meget lav Fyldning ende med at blive væsentligt større end Indstrømningstrykket. (Cylindersikkerhedsventilerne aabner sig.)

Under Dampens Arbejde i Cylinderen lides der et Varmetab; dette skyldes

til Dels den ydre Lufts afkølede Virkning paa Cylinderen,

men navnlig hidrører Varmetabet fra en Vekselvirkning mellem Dampen og Cylinderen.

I det følgende betragtes foreløbig Forholdene ved Anvendelsen af mættet Damp af 12 Atm. Tryk:

Naar den 191° varme mættede Damp under Indstrømningen i Cylinderen kommer i Berøring med dennes Vægge, med Stemplet og med Cylinderdækslet, som er afkølede under Udstrømningen af den cirka 110° varme Spildedamp fra forrige Side, vil den afgive Varme til disse Dele.

Men da mættet Damp i sig selv ikke indeholder noget Overskud af Varme, kan den altsaa ikke taale nogen Afkøling, uden at der sker en delvis Fortætning, og en Del af den indstrømmende Damp fortættes derfor og sætter sig som en Vandhinde paa de ovenfor nævnte Flader.

Denne Virkning vedvarer under hele Indstrømningsperioden og under første Del af Ekspansionsperioden (se Diagrammet Fig. 395).

Det maa erindres, at Cylindervæggene m.m. er koldest i Begyndelsen af Indstrømningsperioden og efterhaanden bliver opvarmede af Dampen.

Dette bevirker, at Vandnedslaget i Cylinderen er størst i Begyndelsen af Slaget og aftager, efterhaanden som Væggene opvarmes.

Under Ekspansionen falder Dampens Temperatur (se under Stk. 95, Stilling II), saa at den paa et eller andet Sted mellem Stilling II og Stilling III bliver lig med Cylinderens Temperatur, og naar dette Punkt er naaet, vendes Forholdet om.

Herefter er det Cylinderen, der afgiver Varme til Dampen, hvorved der under Resten af Ekspansionsperioden sker en Genfordampning af en Del af det dannede Fortætningsvand.

Genfordampningen vil vare ved under Dampens Udstrømning, saaledes at endog alt Fortætningsvandet kan blive genfordampet.

Da Størstedelen af Vandet genfordampes under Udstrømningen, kommer det altsaa ikke til at udføre noget Arbejde i Cylinderen.

Det Tab, som lides paa Grund af den omhandlede Fortætning, medfører en meget væsentlig Forøgelse af Dampforbruget.

98. KOMPOUNDLOKOMOTIVET adskiller sig fra det simple Højtrykslokomotiv derved, at Dampen paa sin Vej fra Kedlen til Skorstenen arbejder i 2 Cylindre efter hinanden i Stedet for i en enkelt Cylinder.

Højtrykscylinderen forsynes direkte med Kedeldamp, som efter at have afgivet en Del af sin Arbejdsevne i denne Cylinder strømmer ud i en Beholder, Receiveren, hvorfra den gaar videre til Lavtrykscylinderen, naar Glideren aabner for denne.

Efter at have arbejdet i Lavtrykscylinderen strømmer Dampen igennem Udgangsrør og Skorsten til det fri, idet den sidste Del af dens Arbejdsevne anvendes til at frembringe Træk i Fyret, ligesom ved Højtrykslokomotiver.

Af samme Grunde som omtalt for Højtrykslokomotivet bør Fyldningen i Kompoundlokomotivets Højtrykscylinder ikke være mindre end 35 à 40 Procent.

Receiveren kan betragtes som en særlig til Lavtrykscylinderen hørende Kedel. Ved normal Kørsel er Trykket i Receiveren omkring 4 à 4,5 Atm., naar Kedeltrykket er 15 Atm.

Forholdet imellem Høj- og Lavtrykscylindrene er fastsat saadan, at der saa vidt muligt udføres et lige stort Arbejde pr. Stempelslag i begge Cylindre ved den Fyldning i Højtrykscylinderen, som anvendes hyppigst under normal Kørsel.

Ved Delingen af Dampens Arbejde mellem de to paa hinanden følgende Cylindre opnaar man forskellige Fordele, nemlig:

dels arbejdes der med en større Fyldning i hver af Kompoundlokomotivets Cylindre end i Højtrykslokomotivets enkelte Cylinder, den almindeligvis anvendte Styring - Heusingers Styring - giver nemlig ved den større Fyldning en mere økonomisk Dampfordeling end ved den lavere Fyldning, der anvendes ved de rene Højtrykslokomotiver;

dels bliver Varmetabet ved Vekselvirkningen imellem Dampen og Cylindrene mindre end ved Højtrykslokomotivet.

Aarsagen hertil er, at der saavel i Højtryks- som i Lavtrykscynderen er mindre Forskel paa Trykkene og derved ogsaa paa Temperaturen af den indstrømmende og udstrømmende Damp.

Derved kommer Cylindrenes Temperatur til at ligge nærmere ved Temperaturen af den indstrømmende Damp, og Afkølingen af Dampen bliver ikke saa stor som ved Højtrykslokomotivet, hvor der er større Forskel paa Temperaturen af den indstrømmende Damp og Cylindren.

Dersom Lokomotivet arbejder med mættet Damp, vil da ogsaa den skadelige Fortætning af Dampen blive tilsvarende mindre.

- a. Denne Formindskelse af Varmetabet i Cylindrene i Forbindelse med
- b. Fordelene ved den bedre Dampfordeling paa Grund af de større Fyldninger medfører en ret betydelig Damp- og Kulbesparelse.

De ved De danske Statsbaner, anvendte Kompoundlokomotiver har 2 Højtryks- og 2 Lavtrykscynder, der for Litra P's Vedkommende er udbygget som 2 selvstændige Maskinerier. Ved Litra E er der derimod nogen Afhængighed til Sted imellem de 2 Maskinerier, idet de har fælles Receiver.

Kompoundlokomotiver maa altid være forsynet med Igangsætningsapparater, ved Hjælp af hvilke man kan lede Kedeldamp til Lavtrykscynderne uden om Glideren, idet det kan hænde, at Højtrykscynderne, selv med helt udlagt Styring, ikke alene er i Stand til at sætte Lokomotivet i Gang, dersom det er belastet med et svært Tog.

99. ANVENDELSEN AF OVERHEDET DAMP vil i kendelig Grad formindske de uheldige Følger af den foran omtalte Vekselvirkning imellem Dampen og Cylindrene.

Naar Damp, der er overhedet til f. Eks. 150° over den mættede Damps Temperatur, kommer i Berøring med de koldere Cylindervægge, vil den opvarme disse.

Derved vil den imidlertid ikke blive afkølet saa meget, at dens Temperatur synker ned til den mættede Damps Temperatur, fordi den

dels i sig indeholder en væsentlig større Varmemængde end mættet Damp og

dels er en daarligere Varmeleder end mættet Damp, hvorfor Afkølingen ikke forplanter sig saa hurtigt i den overhedede Damp.

Som Følge deraf sker der ingen Vandnedslag i Cylindren, og da der derfor heller ingen Genfordampning finder Sted som ved Anvendelse af mættet Damp, vil Cylindervæggene heller ikke blive saa stærkt afkølede, og Vekselvirkningen imellem Dampen og Cylindren vil ikke give Anledning til saa store Varmetab.

Denne Fordel medfører en betydelig Besparelse i Dampforbruget og dermed i Kulforbruget.

Besparselsen ved Anvendelse af overhedet Damp forøges yderligere derved,

at overhedet Damp har den Egenskab, at den f. Eks. pr. Kilogram "fylder mere" end mættet Damp af samme Tryk. Man kan derfor sige, at et Lokomotiv, der arbejder med overhedet Damp, bruger mindre Vand end et, der arbejder med mættet Damp for at udføre det samme Arbejde.

at den overhedede Damp, da den som Kedeldamp passerede Overhederen, er blevet "tørret", d. v. s. at de Vandstænk, som altid i større eller mindre Mængde findes medrevet i Kedeldampen, er blevet fordampede.

De var nemlig i Forvejen opvarmede til Kedeldampens Temperatur og indeholdt altsaa Vædskevarmen (se herom Stk. 91).

I Lokomotiver, der arbejder med mættet Damp, vil denne Varme gaa tabt, da de medrevne Vandstænk ikke kan udføre noget Arbejde i Cylindrene.

Det er blevet indvendt mod den overhedede Damp, at dens Temperatur er for høj, naar den forlader Lokomotivets Cylinder, og at dette giver Anledning til et Tab af Energi, men dette Tab opvejes langt af de Fordele, som Overhedningen ellers medfører.

Da Tabet ved Fortætning i Cylindrene paa Lokomotiver uden Overhedere som foran nævnt er større ved Højtrykslokomotivet end ved Kompoundlokomotivet, vil Anvendelsen af overhedet Damp gøre størst Nytte ved det førstnævnte, men ogsaa ved Kompoundlokomotivet er Overhedningen fordelagtig.

L O K O M O T I V E T S T E O R I .

100. ALMINDELIGE BEMÆRKNINGER. Naar Regulatoren er aaben, og Maskinen arbejder, gaar der en stadig Strøm af Damp fra Kedlen til Gliderkasserne. Saafremt Fyret er i god Orden, vil den Damp, der forlader Kedlen, øjeblikkelig blive erstattet ved Fordampning af en tilsvarende Mængde Vand, saaledes at Kedeltrykket bliver uforandret.

Trykket i Gliderkasserne vil, naar Maskinen arbejder, altid være noget mindre end Kedeltrykket, fordi der lides et Tryktab, naar Dampen skal overvinde de Modstande, der fremkommer ved dens Passage igennem Regulatoren, en eventuel Overheder og Kraftdamprørene.

Med helt aaben Regulator vil dette Tryktab som Regel ikke overstige 1 Atmosfære, men det vil blive væsentlig større, hvis Regulatoren kun aabnes delvis, idet Modstanden mod Dampens Bevægelse igennem det indsnævrede Gennemstrømningsareal i Regulatoren vokser betydeligt, jo mere dette formindskes.

Man er saaledes i Stand til ved Hjælp af Regulatoren at variere Gliderkassetrykket inden for meget vide Grænser.

Naar Maskinen holder stille med Bremsen paa, og man lukker op for Regulatoren, vil Trykket i Gliderkassen, naar den efter kort Tids Forløb er blevet fyldt med Damp, og Dampstrømmen er standset, være det samme som Kedeltrykket.

101. DAMPENS INDSTRØMNINGSTRYK. Det kan umiddelbart indses, at et Stempels Hastighed maa være lig med Nul, naar Stemplet staar i sine Dødpunktstillinger (se Stk. 95), uden Hensyn til, hvor mange Omdrejninger Maskinen gør, og at det maa have sin største Hastighed omtrent midt i Slaget.

8 Den første Tid, efter at Stemplet har forladt Dødpunktet, er Hastigheden kun ringe; senere tager den stærkere til for at naa sin største Værdi omtrent midt i Slaget, hvorefter Hastigheden igen aftager for at blive Nul i det andet Dødpunkt.

I Stilling I (se Fig. 395) har Glideren allerede begyndt at aabne for Dampkanalen, og Rummet paa venstre Side af Stemplet er fyldt med Damp (se Stk. 95).

Under Stemplets Vandring fra Stilling I imod Stilling II forøges Rummet paa venstre Side af Stemplet til at begynde med kun langsomt, fordi Stemplets Hastighed til at begynde med er ringe (se ovenfor), og da Dampkanalerne er korte, vil Modstanden mod Dampens Bevægelse derigennem være ringe, saa længe Stemplet er i Nærheden af sit Dødpunkt.

Dampens Tryk paa Stemplet ved Stempelslagets Begyndelse vil derfor omtrent være det samme som Trykket i Gliderkassen.

Da Stemplet paa den modsatte Side er paavirket af Udstrømningstrykket, som kun er lidt højere end Atmosfærens Tryk, vil Stemplet nu sætte sig i Bevægelse paa Grund af Trykforskellen imellem Trykkene paa de to Sider af Stemplet.

Efterhaanden som Stemplet nærmer sig Midten af Slaget, vil dets Hastighed vokse som ovenfor forklaret, men Damptrykket i Cylinderen vil dog kunne holde sig omtrent uforandret under Indstrømningen, naar det drejer sig om en langsomt kørende Maskine.

Saafrømt Maskinen derimod arbejder med stor Hastighed (mange Omdrejninger pr. Minut), vil Dampen ikke hurtigt nok kunne følge efter Stemplet, og Trykket i Cylinderen vil derfor aftage noget under Indstrømning, efterhaanden som Stemplet fjerner sig fra sin Yderstilling (se endvidere Stkæ 95 under Stilling I og Fig. 2 d).

Naar Glideren begynder at spærre af for Dampkanalen, og dennes Indstrømningsareal derved indsnævres, vil Dampen drosles ved Passagen herigenem, saa at Dampens Tryk i Cylinderen vil aftage kendeligt under den sidste Del af Indstrømningen, og dette i desto højere Grad, jo hurtigere Maskinen arbejder, se Fig. 395 omkring Stilling II.

Om Betydningen af Kompressionen og Forudindstrømningen for at opnaa saa højt et Indstrømningstryk som muligt ved Stempelslagets Begyndelse se under Stk. 102.

101 a. INDIKATOR OG INDIKATORDIAGRAM. Naar Styringen til et nyt Lokomotiv skal konstrueres, er det nødvendigt at undersøge, om man ved Hjælp af de konstruerede Detailler til Styringen ogsaa opnaar den Dampfordeling, man tilstræber.

Denne Undersøgelse foretages paa en Model af den konstruerede Styring, den saakaldte Styringsmodel.

Paa det færdige Lokomotiv kan man kontrollere, om Glideren virkelig aabner og lukker, saaledes som det fastsættes ved Konstruktionen af Styringen, ved, naar Maskinen er kold, at foretage en Gliderregulering (se Stk. 108).

Ved ingen af disse 2 Maader er man imidlertid i Stand til at kontrollere Dampfordelingen, naar Maskinen arbejder under Damp, bl.a. iagttage, hvorledes Virkningen af Dampens Drosling gør sig gældende.

Til en saadan nærmere Undersøgelse af Dampfordelingen benyttes en Indikator, der ogsaa kan anvendes til Bestemmelse af det Arbejde, der udvikles i Cylinderen.

Princippet i en Indikator fremgaar af hosstaaende Fig. 2 a, hvor 1 er en lille Cylinder, der ved en Hane 8 er sat i Forbindelse med den Ende af Dampcylinderen, hvor Forholdene skal undersøges.

I Cylinderen kan et tætsluttende Stempel 2 bevæge sig op og ned, idet det fra neden paavirkes af Dampens Tryk og fra oven dels af Atmosfærens Tryk og dels af Trykket fra en Fjeder 3.

Forinden Fjederen anbringes i Cylinderen, er den blevet belastet med forskellige Vægte, og samtidig er de Sammentrykninger, som Fjederen derved fik, blevet maalte, saaledes at man senere, naar man maaler en vis Sammentrykning af Fjederen, kan regne sig til, hvor stort et Tryk Fjederen i saa Tilfælde har været udsat for.

Stempelstanden 11 er forbundet med et System af Vægtstænger 4, hvorpaa der er anbragt en Skrivestift 5, som kan aftegne Stemplets Bevægelser i forstørret Maalestok paa en Strimmel Papir, der er lagt over en Valse 6, som er drejelig omkring en lodret Aksel. Naar Stemplet bevæger sig op eller ned, vil Skrivestiften blive bevæget op eller ned i en ret Linie.

Valsen er ved en Vægtstangsforbindelse, der ikke er vist i Figuren, og Snoren 7 forbundet f.Eks. med Lokomotivets Krydshoved, saaledes at den drejes omtrent en hel Omdrejning, medens Stemplet i Dampcylinderen gør et Slag.

Under Maskinstemplets Tilbagegang drejes Valsen i modsat Retning af en Fjeder, der hele Tiden holder Snoren 7 strammet, saaledes at Valsen stadig drejer sig frem og tilbage i Takt med Dampstemplets Bevægelser.

Afspærringshanen 8 er en 3-gangs Hane. Naar Boringen 12 stilles ud for Hullet 10, vil den atmosfæriske Luft faa Adgang til Rummet under Stemplet.

Naar man aabner Indikatorens Afspærringshane, samtidig med at Maskinen arbejder, vil Indikatorstemplet bevæge sig op og ned, eftersom Trykket i Dampcylinderen stiger og falder.

Naar Skrivestiften som ovenfor nævnt føres ind imod Papirstrimlen, som er fastspændt paa Tromlen 6, vil den under et Dobbeltslag af Maskinen tegne en lukket Kurve, Diagrammet, hvis Form er vist i Fig. 2 b.

For at faa et Udgangspunkt for Maalingen af Trykkene i Diagrammet lader man Skrivestiften tegne den saakaldte atmosfæriske Linie (Linien o-g-h i Fig. 2 b), forinden Afspærringshanen δ aabnes, medens Atmosfærens Tryk endnu virker paa begge Sider af Indikatorstempleet. Hanetolden skal da stilles saaledes, at Boringen 12 peger opad.

Fig. 2 b viser det Diagram, der er tegnet af Skrivestiften under et Dobbeltslag af Stempleet samt den atmosfæriske Linie o-g-h.

Det med en tyk Linie tegnede Diagram abcdefa gælder for den bageste Ende af Cylinderen, medens det med en tyndere Linie tegnede Diagram viser Trykforholdene i den forreste Ende af den samme Cylinder.

Diagrammets vandrette Længde m-n atmosfæriske Linie til Punkterne paa Diagrammet angiver det Overtryk over Atmosfærens Tryk, som virker paa hver Kvadratcentimeter af Stemplets Areal i den paagældende Stempelstilling.

Saaledes angiver den lodrette Afstand g-b Størrelsen af det Overtryk, der findes i Cylinderen, naar Stempleet under Bevægelsen til højre er naaet til Stillingen g (ved Ekspansionens Begyndelse), h-c Trykket ved Ekspansionens Slutning o.s.v.

Paa Diagrammet er indtegnet en Maalestok for Trykkene, idet Tallene 1-10 angiver Overtrykket over Atmosfærens Tryk.

Diagrammernes Punkter a, b, c, d, e og f svarer til Gliderens og Stemplets Stillinger I-VI i Fig. 395, og Kurvens enkelte Dele svarer til de paagældende Dampfordelingsperioder, nemlig:

- a-b: Indstrømning
- b-c: Ekspansion
- c-d: Forudafstrømning
- d-e: Udstrømning
- e-f: Kompression
- f-a: Forudindstrømning.

Virkingen af Dampens Drosling illustreres f.Eks. ved det afrundede Hjørne af Diagrammet ved b, hvor Trykket falder kendeligt i den sidste Del af Indstrømningsperioden, da Dampkanalen indsnævres forud for den fuldstændige Afspærring.

I Fig. 2 c er vist nogle Diagrammer tagne fra den samme Maskine ved forskellige Fyldninger.

Man kan af Diagrammerne se, hvorledes Tidspunkterne for f.Eks. Forudafstrømningen og Kompressionen forandrer sig med de forskellige Fyldninger.

Fig. 2 d viser nogle Diagrammer fra hurtigkørende Lokomotiver. Man ser her tydeligt, hvorledes Damptrykket falder under Indstrømningen, idet Indstrømningslinien er skraat hældende fremefter.

Naar der i det efterfølgende (Stk. 109) tales om Forskellen imellem Damptrykkene paa de 2 Sider af Stempleet, ses det af Fig. 2 b at være f.Eks. Stykket k-l maalt imellem tilsvarende Punkter paa de 2 Diagrammer.

Foruden at kunne kontrollere Dampfordelingen ved Hjælp af Diagrammet og finde eventuelle Fejl ved den, kan man ogsaa ved Diagrammets Hjælp faa et Maal for det Arbejde, Maskinen har præsteret i det Øjeblik, Diagrammet blev taget.

Det Areal, der ligger indenfor selve Diagrammets Kurve, er et Billede af Arbejdets Størrelse, saaledes at forstaa, at jo større dette Areal er, jo større Arbejde har Maskinen udført.

Fremgangsmaaden ved Bestemmelsen af dettes Størrelse skal dog ikke omtales her.

102. DAMPFORDELING. Ved Statsbanernes Lokomotiver foregaar Dampfordelingen altid ved Hjælp af Glidere (se Siderne 167 til 171).

Den ydre og den indre Dækning. I hosstaaende Fig. 3 er en Kasseglider anbragt i sin Midtstilling paa Cylinderspejlet. Fladerne 1-2 og 3-4 paa Gliderspejlet dækker Dampkanalerne a i Cylinderspejlet, og Gliderens indvendige Hulrum staar i Forbindelse med Udgangskanalen b.

Naar Glideren har bevæget sig et Stykke e til højre eller til venstre for sin Midtstilling, begynder den at aabne for Dampens Adgang til den venstre, henholdsvis den højre Dampkanal.

Stykket e benævnes den ydre Dækning eller Yderlappen. Ved den ydre Dækning forstaaer man altsaa det Stykke Vej, som Glideren skal bevæge sig fra sin Midtstilling for at begynde at aabne for Indstrømning af Kraftdamp til Cylindere.

Naar Glideren har bevæget sig Stykket i til højre eller til venstre for sin Midtstilling, vil den gennem sit indvendige Hulrum sætte Udgangskanalen b i Forbindelse med den højre, henholdsvis den venstre Dampkanal, saaledes at Dampen i den paagældende Ende af Cylinderen kan strømme ud i Atmosfæren.

Stykket i kaldes den indre Dækning eller Inderlappen. Ved den indre Dækning forstaaer man altsaa det Stykke Vej, som Glideren skal bevæge sig fra sin Midtstilling for at begynde at aabne for Udstrømning af Spildedamp til Skorstenen.

Den ydre Dækning findes paa enhver Glider, men den indre Dækning mangler undertiden (Fig. 396) eller kan endog være negativ (Fig. 397).

Det ydre og det indre lineære Forspring.

Ved det ydre lineære Forspring forstaaer man det Stykke af Dampkanalen, som Glideren har aabnet for Indstrømning, naar Stemplet staar i sin Dødpunktstilling (se Stk. 95, Stilling I).

Paa samme Maade er det indre lineære Forspring det Stykke af Dampkanalen, der er aabent for Udstrømning, naar Stemplet staar i sin Dødpunktstilling (se Stk. 95, Stilling III og IV).

Det skadelige Rum. Ved hver Ende af Cylinderen findes et saakaldt skadeligt Rum, hvorved forstaaes Spillerummet imellem Cylinderdækslet og Stemplet, naar dette staar i Dødpunktstillingen, samt den tilsvarende Dampkanal.

Betegnelsen hidrører fra, at den Dampmængde, som ved Begyndelsen af hvert Stempelslag findes i det skadelige Rum, for Størstedelen vil være tabt for Arbejdsudviklingen.

Omløbsrøret i Fig. 163 forøger det skadelige Rum væsentligt mere end det i Fig. 163 a viste (L. T. Omløb paa E Maskinerne).

Kompressionens og Forudindstrømningens Betydning.

Som omtalt under Stk. 95, Stilling V og VI, bevirker saavel Kompressionen som Forudindstrømningen en Formindskelse af Arbejdsudviklingen i Cylinderen.

Begge disse Processer medfører imidlertid forskellige Fordele, som er af stor Betydning for Maskinens Virkning.

For at opnaa en økonomisk Udnyttelse af Dampen i Cylinderen kræves, at Damptrykket paa Stemplet straks ved Begyndelsen af Stempelslaget er saa stort som muligt, d.v.s. at

Trykket i det skadelige Rum ved Slagets Begyndelse skal afvige saa lidt som muligt fra det øjeblikkelige Gliderkassetryk.

Det er netop dette, man søger at opnaa ved Forudindstrømningen (se Stk. 95, Stilling VI), idet der i Forudindstrømningsperioden gives Kraftdampen en vis Tid til at udfylde det skadelige Rum og frembringe den fornødne Trykstigning.

Hertil er Kompressionen i særlig Grad medvirkende, idet den Forøgelse af Trykket i Cylinderen, der frembringes i Kompressionsperioden, gør det lettere for Kraftdampen at tilvejebringe det ønskede høje Begyndelsestryk i Løbet af den korte Forudindstrømningsperiode (se Diagrammet Fig. 395).

Det ydre lineære Forspring (se ovenfor) bevirker endvidere, at Dampen straks ved Stempelslagets Begyndelse faar tilstrækkelig fri Adgang til Cylinderen, hvilket er nødvendigt, for at Trykket ikke ved Drosling af Dampen skal synke for stærkt under Indstrømningen.

Størrelsen af det ydre lineære Forspring har da navnlig Betydning ved hurtigt kørende Lokomotiver.

Anvendelse af Kanalglider giver et højere Indstrømningstryk ved Stempelslagets Begyndelse, end hvis der anvendes Kasseglider (se Side 168), og Resultatet af ovenstaaende Undersøgelse vedrørende Dampens Gang vil ikke blive ændret af denne Grund.

Det stigende Modtryk mod Stemplets Bevægelse i Kompressions- og Forudindstrømningsperioderne medfører endvidere den Fordel, at det virker dæmpende paa det Stød i Maskinen, som fremkommer, naar Stemplet ved Enden af Slaget skal skifte Bevægelsesretning.

Ved Stempelglideren i hosstaaende Fig. 3 svarer de 2 Stempler A og B til Fladerne 1-2 og 3-4, men da Stempelglideren har indvendig Damptilstrømning, vil Kraftdampen strømme til Dampkanalerne fra Rummet imellem Stemplerne som vist i Figuren, mens den forbrugte Damp vil blive ledet til Udgangskanalen igennem Rummene udenfor Stemplerne.

Som Følge heraf sker Dampindstrømningen f.Eks. i venstre Dampkanal (se Figuren), naar Stemplet C bevæger sig til højre,

for Stempelgliderens Vedkommende, ved en Bevægelse af Glideren til venstre; derimod

for Plangliderens Vedkommende ved en Bevægelse til højre.

Naar der i det følgende tales om det lineære Forspring uden nærmere Tilføjelse, menes dermed altid det Stykke, som Dampkanalen er aaben i Stemplets Dødpunktstilling for Dampindstrømning.

Saafrømt man paa samme Maade som foran beskrevet foretager en Undersøgelse af Dampfordelingen ved den almindelige Stempelglider, vil det vise sig, at Dampfordelingen ved denne i Princippet bliver ganske som ved den plane Glider.

103. GLIDERENS BEVÆGELSE VED EN ENKELT EKSCENTRIK. For at gøre Beskrivelsen af de ved Statsbanerne anvendte Lokomotiv-Styringer lettere forståelig skal en Gliderbevægelse ved Hjælp af en enkelt Ekscentrik først forklares.

En Ekscentrik er som tidligere forklaret kun en særlig Form af Krumtappen, hvor Ekscentriciteten svarer til Krumtaphanens Radius.

Til Forklaring af et enkelt Forhold i det efterfølgende tjener følgende:

I hosstaaende Fig. 4 er E en vilkaarlig Cirkel, hvori der er tegnet 2 paa hinanden vinkelrette Diametre 1-4-C og 2-4.

Cirklen E forestiller en vilkaarlig Krumtaphane, Linien B-2 en Drivtang og Punktet B et Krydshoved.

Punkterne B_1 og B_2 er Krydshovedets Yderstillinger, idet Afstanden $1-B_1$ er den samme som $3-B_2$ og endvidere lig med $2-B$.

Medens Punktet 2 er Midtpunktet i Krumtappens Bevægelse fra 1 til 3, vil Punktet 6 ikke være Midtpunktet imellem 1 og 3.

6 fremkommer ved at tegne en Cirkel med B som Centrum og 2-B som Radius.

Paa samme Maade vil B heller ikke være Midtpunktet imellem B_1 og B_2 , altsaa ikke Midtpunktet af Slaget.

Det vil af Figuren ses, at gør man Drivstangen kortere, vil Punktet 6 falde længere fra Punktet 4 (f.Eks. i Punktet 5 for en Drivstang A-2) og tættere ved 4, jo længere man gør Drivstangen (f.Eks. Punktet 7 for Drivstangen C-2).

Hvis man gør Drivstangen C-2 meget lang i Forhold til Radius i Cirklen E, kan man tilnærmelsesvis regne Punktet 7 for at være Midtpunktet imellem 1 og 3.

I hosstaaende Fig. 5 er A Drivtappens Bane og B Krumtaphanens Centrum (se yderligere hosstaaende Fig. 6).

Gliderspejlet er som ved Tricks Styring tænkt dannende en Vinkel med

Cylinderens Midtlinie med en saadan Retning, at Gliderstokkens Midtlinie gaar igennem Drivakslens Midtlinie O .

Glidertrækstangens Længde 8-2 antages at være meget lang i Forhold til Ekscentriciteten 0-1 (se ovenfor).

Under denne Forudsætning vil Glideren, som er i sin Yderstilling til venstre, naar Ekscentrikens Centrum staar i 1 , og i sin Yderstilling til højre, naar Ekscentrikens Centrum staar i 4 , paa det nærmeste være i sin Midtstilling, naar Ekscentrikens Centrum staar i 2 .

Drivakslens Omdrejningsretning er angivet ved en Pil.

Gliderens Bevægelse i denne saavel som i de efterfølgende Figurer er vist i betydelig større Maalestok end selve Glideren.

Naar Krumtappen staar i Dødpunktstillingen OM , skal Glideren (udvendig Damptilstrømning) have lukket lidt op for den venstre Dampkanal, og Ekscentriken maa altsaa paa dette Tidspunkt allerede, som vist i Figuren, have ført Glideren et Stykke ud til højre for Midtstillingen.

Ekscentriken maa derfor være fastkilet paa Akslen, saa at dens Centrum befinder sig i Punktet 3 , naar Drivtappen staar i Stillingen OM .

Vinklen V_1 kaldes Forspringsvinklen eller det angulære Forspring og maales udfra Linien 0-2, der staar vinkelret paa Gliderstokkens Retning.

Afstanden 7-8 er det Stykke, som Glideren har bevæget sig bort fra sin Midtstilling.

Det angulære og det lineære Forspring svarer ikke direkte til hinanden, idet det angulære Forspring er lig med Summen af det lineære Forspring og den ydre Dækning (se Fhs. Fig. 3).

Denne Sum er netop Stykket 7-8, se ovenfor.

Hvis Glideren har indvendig Indstrømning (f. Eks. en Stempelglider og ikke som tegnet i Fig. 5 en Kasseglider), skal Ekscentriken have ført Glideren til venstre fra sin Midtstilling, naar Drivtappen staar i Dødpunktstillingen OM .

Forspringsvinklen bliver da V_2 i Fig. 5.

I Fig. 402 tænkes Cylinderspejlet at være parallelt med Cylinderens Akse og Glidertrækstangen ligesom i hosstaaende Fig. 4 meget lang i Forhold til Ekscentriciteten Ot .

Under disse Forudsætninger vil Glideren være i sine Yderstillinger, naar Ekscentrikens Centrum staar henholdsvis i t_4 og t_5 , medens den vil være i sin Midtstilling, naar Ekscentrikens Centrum staar i t_1 .

Pilen angiver Drivakslens Omdrejningsretning.

Naar Krumtappen staar i Dødpunktstillingen OM , skal Glideren have lukket lidt op for den venstre Dampkanal.

Ekscentriken maa altsaa paa dette Tidspunkt allerede, som vist for en Fladglider, have ført Glideren et Stykke ud til højre for Midtstillingen, mens

Ekscentriken Centrum ved samme Krumtapstilling skal befinde sig i Punktet t_1 .

Vinklen mellem Linierne Ot og Ot_1 er Forspringsvinklen.

Stykket e_1e er det Stykke, som Glideren har bevæget sig ud fra sin Midtstilling, og er lig med Stykket t_2t_3 (se ovenfor).

Stempelglideren Fig. 403 skal, naar Krumtappen staar i Dødpunktstillingen OM, ligesom den plane Glider have aabnet lidt for den venstre Dampkanal.

Paa Grund af den indvendige Damptilstrømning maa Ekscentriken altsaa i dette Tilfælde have ført Glideren et Stykke ud til venstre for den i Figuren viste Midtstilling og maa derfor være fastkilet paa Akslen med Centrum i Punktet t , idet Vinklen mellem Linien Ot og Linien Ot_1 , der tilnærmelsesvis svarer til Gliderens Midtstilling (se ovenfor), ogsaa her kaldes for Forspringsvinklen eller det angulære Forspring.

Paa samme Maade som ved Fig. 402 finder man her, at Stikket t_3t_2 er lig med e_1e .

Ekscentriken Centrum er i Fig. 402 og i hosstaaende Fig. 5 forud, i Fig. 403 bagud for Krumtappen i Bevægelsens Retning.

I hosstaaende Fig. 6 er de 6 karakteristiske Gliderstillinger I-VI fra Fig. 395 tegnet ud hver for sig, bl.a. for, at man kan faa et Indtryk af, hvorledes Krumtappen og Ekscentriken staar ved de forskellige Stillinger.

Desuden er medtaget Stilling I a og IV a, der angiver Gliderens Yderstillinger til den ene eller anden Side.

Stilling I. Krumtappen er i venstre Dødpunkt (forkortet til D.P.). Glideren har aabnet for Indstrømning til v.S. (venstre Side) af Stemplet. Bemærk det ydre lineære Forspring. Hvor ligger Forspringsvinklen?

Fra h.S. (højre Side) af Stemplet er Udstrømningen begyndt.

Stemplet vender, og Glideren bevæger sig til højre.

Stilling I a. Allerede inden Stemplet er kommet ret langt hen i Slaget, har Glideren naaet sin Yderstilling til højre og er ved at vende.

Stilling II. Glideren, der nu bevæger sig til venstre, har spærret af for Dampkanalen efter en Fyldning paa ca. 63 pCt., og Ekspansionen begynder. Udstrømningen fra h.S. af Stemplet vedvarer stadig.

Stilling III. Ekspansionen er til Ende, og Forududstrømningen skal begynde. Glideren er ved at aabne for Forbindelsen til Udstrømningskanalen.

Paa h.S. af Stemplet er Kompressionen i fuld Gang. Glideren bevæger sig stadig til venstre.

Stilling IV. Det højre D.P. er naaet. Udstrømningsperioden skal til at begynde.

Bemærk det indre lineære Forspring.

Paa h.S. af Stemplet er Indstrømningen ved at begynde. Find det ydre lineære Forspring og Forspringsvinklen for denne Side.

Glideren gaar stadig til venstre. Stemplet vender.

Stilling IV a. Glideren har nu naaet sin Yderstilling til venstre og er ved at vende. Paa h.S. af Stemplet er Indstrømningsperioden nu begyndt, medens der stadig finder Udstrømning Sted fra v.S. af Stemplet.

Stilling V. Glideren har bevæget sig et Stykke til højre fra forrige Stilling og spærret af for Dampkanalen.

Kompressionen skal til at begynde.

Stilling VI. Glideren gaar stadig til højre. Nu er Kompressionen endt, og Forudindstrømningen skal til at begynde.

Paa h.S. af Stemplet er Forududstrømningen allerede i Gang.

I Stilling I a i hosstaaende Fig. 6 er Glideren vist i sin yderste Stilling til højre og har, som det ses af Figuren, aabnet helt for Kanalen. Sættes dennes Bredder lig med a, har Glideren bevæget sig Stykket $e + a$ (den ydre Dækning + Kanalbredden) fra sin Midtstilling, hvorefter det fremgaar, at Ekscentriciteten maa være lig med $e + a$.

Herved har man opnaaet den i Stilling II viste Fyldning (ca. 63 pCt.), hvilket nærmere betegnet vil sige, at Dampkanalen har været aaben for Indstrømning af Kraftdamp fra det Tidspunkt, da Stemplet stod i sin Dødpunktstilling, og til det havde bevæget sig et Stykke, der er 63 pCt. af Slaglængden.

Hertil svarer en Bevægelse af Krumtappen fra den Stilling, der er vist i Stilling I, til den, der er vist i Stilling II.

Ønsker man at kunne variere paa Fyldningen, f. Eks. at gøre den større, maa man altsaa sørge for, at Dampkanalen holdes aaben under en længere Del af Stempelslaget.

Men dette kræver, at Glideren i sin yderste højre Stilling ikke som i Stilling I a staar Kant i Kant med Dampkanalens højre Kant, men har bevæget sig et Stykke x til højre for denne (se hosstaaende Fig. 6 a), hvorved der medgaar en større Krumtapdrejning og dermed en længere Vandring af Stemplet, inden Glideren paany har lukket for Dampkanalen.

For at opnaa dette maa Ekscentriciteten (se Fig. 6) nu være $e + a + x$ i Stedet for som tidligere $e + a$, hvilket altsaa vil sige, at man maa kunne variere paa Ekscentricitetens Størrelse, naar man ønsker at kunne variere paa Fyldningen.

Anvendelsen af foranderlig Ekscentricitet ved Lokomotivstyringer, der drives af en enkelt Ekscentrik, støder imidlertid paa saa store Vanskeligheder, at en saadan Konstruktion er praktisk uanvendelig til Lokomotivbrug, bl. a. fordi Grænserne, inden for hvilke Fyldningen skal kunne varieres, ligger ret langt fra hinanden.

Man maa derfor gribe til andre Midler som f. Eks. at anvende 2 Ekscentriker (Stephensons, Goochs og Tricks Styringer) eller en enkelt Ekscentrik i Forbindelse med en Udveksling formet som en Kvadrant (Heusingers og Walschaerts Styringer).

Selv om det var praktisk gennemførligt at konstruere og anvende en Ekscentrik med foranderlig Ekscentricitet, vilde det, som det ses af Fig. 6 b, medføre, at det lineære Forspring formindskedes samtidig med, at Ekscentriciteten og dermed Fyldningen formindskedes.

Men det er netop ved smaa Fyldninger, at man har Brug for et tilstrækkelig stort lineært Forspring, for at Damptrykket kan naa at blive saa stort som muligt i Dødpunktet. Det vil deraf ses, at det vil være uheldigt at anvende en Ekscentrik med variabel Ekscentricitet til Træk af en Lokomotiv-Glider.

104. GLIDERENS BEVÆGELSE VED 2 EKSCENTRIKER. Der er teoretisk set intet til Hinder for at konstruere en Lokomotivstyring, der bevæges ved en enkelt Ekscentrik, saaledes som beskrevet under forrige Stk., men den vil altid være behæftet med visse praktiske Mangler.

Man vil saaledes være afskaaret fra at kunne ændre Kørselsretningen og at kunne variare Fyldningen i Cylindrene under Kørslen ved en let foretagelig Omstilling af Styringen.

Den første af disse to meget vigtige Fordringer kan man derimod faa opfyldt, hvis man anvender 2 Ekscentriker til at trække Glideren, saaledes som det nu skal forklares:

I Fig. 407, 408 og 409 er forudsat,
at Glideren har udvendig Damptilstrømning og for Simpelheds Skyld,
at Gliderspejlet er parallelt med Cylinderens Midtlinie (se Fig. 402).

Naar Krumtappen har den Omløbsretning, som er angivet i Fig. 407, maa Ekscentriken være anbragt saaledes paa Akslen (se Stk. 103), at Vinklen mellem Krumtappen OM_1 og Radius OT_1 vil Ekscentrikens Centrum T_1 bliver 90° plus Forspringsvinklen V .

Skal Maskinen gaa den modsatte Vej rundt, maa Ekscentriken anbringes (se Fig. 408), saa at dens Centrum ligger i Punktet T_2 , naar Krumtappen staar i Stillingen OM_1 .

Hvis Maskinen skal kunne arbejde i begge Retninger, maa der derfor være anbragt 2 Ekscentriker som vist i Fig. 409.

Ved Hjælp af Styringen maa man da flytte Endepunkterne af Ekscentrikstængerne paa en saadan Maade, at Gliderens Bevægelse overtages af den Ekscentrik, som vil bevirke, at Maskinen gaar rundt i den ønskede Retning.

Ved de ældste Lokomotiver var Ekscentrikstængerne forsynede med Gafler (se hosstaaende Fig. 7), der hver for sig kunde bringes til at gribe om en Tap paa en Vægtstang, som overførte den Bevægelse, den fik fra Ekscentriken, til Glidetrækstangen.

Ved denne ældste Form for Lokomotivstyring, der anvendtes bl.a. af George Stephenson, kunde man altsaa ændre Kørselsretning paa en nem Maade, men det var ikke muligt at variare paa Fyldningen som f. Eks. ved Tricks Styring.

Dette opnaaedes først ved den af Robert Stephenson konstruerede Styring, der er en Forbedring og Forenkling af den i hosstaaende Fig. 7 viste Styring.

Stephensons Styring bibeholdt i det væsentlige sin oprindelige Form og blev benyttet igennem mange Aar. Den er beskrevet paa S. 172 og 173 samt Fig. 187. Naar den for en Aarrække siden er blevet forladt og erstattet med nyere Styringer, skyldes det, at den ikke gav saa god en Dampfordeling som f.Eks. Heusingers Styring, der dog ikke hører til samme Gruppe af Styringer som Stephensons (se Stk. 105).

Da en nøjagtig Bearbejdning af den ved Stephensons Styring anvendte, buede Kvadrant i sin Tid med Datidens tekniske Hjælpemidler voldte en Del Besværigheder, fandt TRICK i Esslingen paa at erstatte den buede Kvadrant med en lige, hvorved der fremkom den efter ham opkaldte Styring, der dog ogsaa adskiller sig fra Stephensons derved, at Glidertrækstangen er indrettet, saa at den kan hæves og sænkes, et Forhold, som kendtes fra en dengang eksisterende Styring (Gooch's Styring).

Naar Gliderspejlet som ved f.Eks. Tricks Styring ligger skraat i Forhold til Cylinderens Midtlinie, maa Centrene T_1 og T_2 for de to Ekscentriker anbringes som vist i hosstaaende Fig. 5 a, hvor Linien $t_1 t_2$ angiver Gliderstokkens Retning, og OM_1 er Krumtappens Dødpunktstilling.

Punkterne T_1 og T_2 er bestemte ved, at Forspringsvinklen V er afsat ud fra Linien $t_3 t_4$, der er vinkelret paa Gliderstokkens Retning (se hosstaaende Fig. 5).

Som tidligere omtalt kan man ved Hjælp af Styringen ikke alene skifte Maskinens Bevægelsesretning, men ogsaa variere Dampfordelingen (Varigheden af Indstrømning, Ekspansion m.m.), idet man stiller Styringen i dens forskellige Mellestillingen, saaledes at begge Ekscentriker samtidig faar Indflydelse paa Gliderens Bevægelse.

De Regler, hvorefter Gliderbevægelsen i dette Tilfælde foregaar, bliver meget indviklede, men Undersøgelser, der er foretagne, viser, at Glideren, naar den ved Hjælp af Styringen indstilles til de forskellige Fyldninger, omtrent vil bevæge sig, som om den blev drevet af en enkelt Ekscentrik, der ikke er en af de 2, der allerede findes i Styringen, men er en tænkt Ekscentrik, der er forskellig for hver Indstilling af Styringen.

Man kan derfor for enhver af de forskellige Indstillinger af Styringen konstruere en Ekscentrik (d.v.s. bestemme dens Ekscentricitet og Forspringsvinkel), som, hvis den blev fremstillet og anbragt paa Akslen i Stedet for de 2 eksisterende Ekscentriker, vilde give Glideren omtrent den samme Bevægelse som de to Ekscentriker giver Glideren ved den betragtede Indstilling af Styringen.

Naar man saaledes for en eller anden Indstilling af Styringen, f.Eks. 30 pCt. Fyldning, har bestemt Forspringsvinkel og Ekscentricitet for den tænkte Ekscentrik, kan Dampfordelingen undersøges som foran beskrevet for den omhandlede Indstilling af Styring (altsaa i dette Tilfælde 30 pCt. Fyldning).

Foretager man en saadan Undersøgelse for en Række af forskellige Indstillinger af Styringen, vil det vise sig, at det lineære Forspring ved Tricks Sty-
ring varierer og ikke er ens for de forskellige Indstillinger af Styringen.

Man kan faa et Billede af, hvor meget det lineære Forspring varierer, ved at stille Kruntappen i et af Dødpunkterne og iagttagelse f. Eks. Gliderkrydshovedets Bevægelse, naar Styringen bevæges fra den ene Yderstilling til den anden.

En Del af Statsbanernes ældre Persontogslokomotiver, Loko-Litra K, der i sin Tid er leverede med Cylindre med Fladglidere og Tricks Styring, er i Aarene efter 1925 blevne forsynede med nye Cylindre med Stempelglidere, efterhaanden som de gamle Cylindre blev kassable.

Ved denne Ændring bibeholdtes Tricks Styring, der dog måtte ændres noget af Hensyn til Stempelgliderens indvendige Dampstilstrømning.

I hosstaaende Fig. 10 er skematisk vist den Udførelsesform af Tricks oprindelige Styring, der endnu er bevaret ved Statsbanerne.

Da Gliderspejlet er skraatstillet i Forhold til Cylinderens Midtlinie, er Ekscentrikerens Centrering anbragt som vist i hosstaaende Fig. 5 a.

Ved Ændringen af Styringen til Brug ved de nye Cylindre med Stempelglidere blev Ekscentrikstængerne sænkede saa meget, at deres Midtlinie, naar Styringen staar i Midten, er sammenfaldende med Cylinderens Midtlinie (se hosstaaende Fig. 11).

Samtidig blev Ekscentrikerens Centrering drejede en tilsvarende Vinkel, saa at de nu er anbragt som i Fig. 409.

Da Stempelglideren skal have den modsatte Bevægelsesretning af Fladglideren, indbyggedes en Balancearm, der er ligearmet og altsaa er i Stand til at "vende" Gliderens Bevægelse. Herved blev det muligt uden større Ændringer ved Styringen at anvende den til en Stempelglider, skønt den oprindeligt var konstrueret til en Fladglider.

Den historiske Udvikling af Lokomotivstyringen ved 2 Ekscentriker fra de første brugbare Lokomotivers Dage (ca. 1825) og til 1925 er angivet i følgende hosstaaende Figurer:

- Fig. 7. Den ældste Lokomotivstyring.
- Fig. 8. Robert Stephensons Styring.
- Fig. 9. Den samme med den af Gooch foretagne Ændring af Kvadrantens Placering og Indførelse af bevægelig Glidertrækstang (Goochs Styring).
- Fig. 10. Robert Stephensons Styring ændret af Trick. Stangkvadrant og Goochs bevægelige Gliderstang.
- Fig. 11. Tricks Styring ændret af D.S.B. for Anvendelse til Stempelglider.

Ekscentrikstængerne kan være forbundne med Kvadranten paa to forskellige Maader, der benævnes enten som krydsede eller som aabne Stænger, alt

eftersom de, naar Krumtappen staar i sin bagudvendende Dødpunktstilling, krydser hinanden eller ikke.

105. HEUSINGERS STYRING. Ved denne Styling, der ogsaa kaldes Walschaerts Styling, er Forspringsvinklen lig med Nul, hvorfor det nødvendige lineære Forspring maa søges opnaaet paa anden Maade, saaledes som det skal forklares nedenfor.

I Stk. 103 er omtalt, at man kan gøre Vandringen af en Glider, der trækkes af en enkelt Ekscentrik, variabel ved i Trækket at indskyde en Udveksling, der kan gøres større eller mindre, og som er formet som en Kvadrant, se hostaende Fig. 12 a.

Krumtappen er her vist i sit bagudvendende Dødpunkt og Glideren i sin Midtstilling.

Kvadranten, der er formet som en Cirkelbue med Glidertrækstangen PA som Radius, er ophængt drejelig omkring Punktet B.

Det vil umiddelbart indses, at dersom Punktet A sænkes saa langt, at det falder sammen med Punktet C, vil Gliderens største Bevægelse bort fra sin Midtstilling blive lig med Ekscentriciteten s, medens den vil staa stille, dersom Punktet A hæves op til Punktet B.

Stilles Punktet A derimod i en eller anden Stilling imellem B og C, vil Gliderens Bevægelse bort fra sin Midtstilling højst kunne blive en Brøkdelt af Ekscentriciteten s, nemlig s gange Forholdet imellem p og r.

Virkningen af Udvekslingen er altsaa ganske den samme, som hvis man anvendte en Ekscentrik med variabel Ekscentricitet.

Hvis man ønsker, at det lineære Forspring v skal være lige stort for alle Fyldninger, maa det samme altsaa være Tilfældet med e + v, d. v. s. Summen af den ydre Dækning og det lineære Forspring.

Dette opnaas paa følgende Maade ved Heusingers Styling:

Som foran nævnt er Forspringsvinklen ved Heusingers Styling lig med Nul, og der er derfor indskudt endnu en Udveksling i Trækket til Glideren, for at denne i Dødpunktet kan faa det nødvendige lineære Forspring, se Fig. 12 b.

Denne Udveksling, der ikke, som den anden Udveksling (Kvadranten), kan gøres større eller mindre, og som almindeligvis kaldes "Pendulstangen", burde rettelig kaldes "Forspringsstanden" efter den Virkning, den har med Hensyn til Gliderens Bevægelse.

Tænker man sig nu (Fig. 12 b), at Forspringsstangen PD, som i den viste Stilling af Krumtappen (Dødpunktet) staar lodret, i sin nederste Ende er drejelig om en faststaaende Tap D, vil den, som det er vist i Fig. 12 b, ikke give Glideren det nødvendige lineære Forspring, men kun bevirke, at Gliderens Vandring bort fra sin Midtstilling, for alle Indstillinger af Glidertrækstangen, vil blive formindsket med det uforanderlige Forhold imellem Længderne t og u.

Først naar man, som i Fig. 12 c, bevæger Tappen D til venstre, vil D's

Bevægelse blive overført til Glideren i samme Forhold som det, hvori \underline{x} forholder sig til \underline{u} , hvilket altsaa vil sige, at Glideren bevæger sig fra sin Midtstilling til venstre.

For at man kan opnaa det fornødne lineære Forspring \underline{v} , maa det Stykke \underline{R} , som Punktet \underline{D} skal forskydes, være saa stort, at \underline{R} (den halve Slaglængde) forholder sig til $\underline{e} + \underline{v}$, som \underline{u} forholder sig til \underline{x} .

Forholdene, naar Krumtappen staar i sin fremad vendte Dødpunktstilling, fremgaar af Fig. 12 d, og saavel af denne Figur som af Fig. 12 c ses det, at Bevægelsen af Punktet \underline{D} er lig med Længden \underline{R} i begge Retninger, altsaa $2 \underline{R}$ under et Stempelslag.

Da Forspringsstangen bevæges af Krydshovedet gennem et Lænkeled, bliver Punktet \underline{D} 's Vandring lig med Slaglængden, og det er denne, $2 \times \underline{R}$, og Størrelsen af den ydre Dækning \underline{e} samt Forholdet mellem \underline{x} og \underline{u} , der bestemmer det lineære Forspring.

Ved Heusingers Styring er det lineære Forspring altsaa ganske uafhængigt af Fyldningens Størrelse, d.v.s. det er ens for alle Fyldninger.

Dette kan man faa et Billede af, naar man stiller Maskinen i et af sine Dødpunkter og derpaa bevæger Styringen frem og tilbage. Gliderkrydshovedet vil da ikke bevæge sig.

For en Planglider (med udvendig Indstrømning) maa, som det er forklaret i Stk. 102, S. 35, Gliderens Bevægelse være den modsatte af en Stempelgliders, d.v.s. at Glideren ved det venstre Stempeldødpunkt skal have bevæget sig Stykket $\underline{e} + \underline{v}$ til højre og ved den højre Dødpunktstilling det samme Stykke til venstre fra sin Midtstilling.

Ved en Heusingers Styring for en Planglider maa Ekscentrikens Centrum derfor være anbragt 90° forud for Krumtappen, for at man kan opnaa den rigtige Bevægelse af Glideren, idet man samtidig maa anbringe Glidertrækstangens Angrebspunkt paa Forspringsstangen under dennes Ophængningspunkt paa Gliderkrydshovedet (se Fig. 13).

I de ovenfor viste skematiske Billeder af Heusingers Styring har Kvadranten ikke det kendte Udseende med et Omdrejningspunkt paa Midten. Dette hænger sammen med, at det kun er den ene Halvdel af Kvadranten, der hidtil har været Brug for til Forklaring af Styringens Virkemaade.

Den anden Halvdel af Kvadranten anvendes, naar Lokomotivet skal køre i den modsatte Retning, saaledes som det vil fremgaa af det i næste Stykke meddelte.

106. ÆNDRING AF LOKOMOTIVETS KØRSELSRETNING. I hosstaaende Fig. 14 og 15 er vist henholdsvis den venstre og den højre Maskine paa det samme Lokomotiv i de samtidige Stillinger, nemlig den venstre med Krumtappen i bageste Dødpunkt og den højre med Krumtappen 90° derfra.

I Fig. 14 a har Glideren aabnet Kanalen det lineære Forspring og er paa

Vej til højre og vil fremdeles aabne Kanalen endnu mere for Indstrømning, efterhaanden som Krumtappen drejer sig. Dennes Omdrejningsretning er vist til forlæns Kørsel.

Ekscentriken Anbringelse i Forhold til Krumtappen er altsaa rigtig. Det er endvidere forstaaeligt, at den venstre Maskine ikke kan gaa i Gang i den viste Stilling, da dens Krumtap staar i Dødpunktet; den maa altsaa hjælpes i Gang af den højre Maskine.

Tænker man sig nu, at den venstre Maskine af en eller anden Grund gik i Gang med den i Fig. 14 b viste Omdrejningsretning, vil man ved at betragte Figuren se, at Maskinen hurtigt vil gaa i Staa igen. Glideren vil nemlig begynde at bevæge sig til venstre og ret snart lukke for Dampkanalen i Stedet for som i Fig. 14 a at lukke den op.

Det kan altsaa ikke lade sig gøre at køre baglæns med Maskinen med den Anbringelse af Ekscentrikskiven, som er vist i Fig. 14 b. Først naar Anbringelsen bliver som vist i Fig. 14 c med Ekscentriken forud for Krumtappen, vil Dampfordelingen blive rigtig for baglæns Kørsel.

Sammenligner man Glidernes Stilling i Fig. 14 a og 14 c, ser man, at den er ens i begge Figurer. Glideren er ikke blevet flyttet.

Betragter man paa lignende Maade den højre Maskine (Fig. 15 a), ser man, at Glideren er paa Vej til venstre og i Løbet af kort Tid vil lukke Kanalen til den bageste Cylinderende, idet der samtidig er aabnet for Udstrømning fra den forreste Cylinderende.

I Fig. 15 b er Krumtappens Omdrejningsretning vist til baglæns Kørsel, men det kan ikke passe sammen med den viste Anbringelse af Ekscentriken, da Glideren har samme Stilling som i Fig. 15 a, hvorfor der stadig finder Indstrømning af Damp Sted i den bageste Cylinderende.

For at opnaa de rigtige Forhold til baglæns Kørsel maa Ekscentriken drejes hen som vist i Fig. 15 c, men derved vil Glideren blive flyttet saa meget, at der nu bliver Indstrømning til den forreste Cylinderende.

Denne Maskine vil kunne gaa i Gang af sig selv og bestemmer selv sin Omdrejningsretning.

Anvendelsen af stilbare Ekscentriker byder paa saa store praktiske Vanskeligheder, at de ikke anvendes til at skifte Maskinens Kørselsretning. Ved de ældre Lokomotivstyringer af Stephenson's, Gooch's og Tricks Konstruktion har man, som foran omtalt, derfor valgt at anvende 2 Ekscentriker, en for forlæns og en for baglæns Kørsel.

Ved Heusingers (Walschaerts) Styring foregaar Flytningen af Gliderne ved Hjælp af den anden Halvdel af Kvadranten som omtalt sidst i Stk. 105.

I Fig. 15 d og 15 e er vist henholdsvis den venstre og den højre Maskine paa det samme Lokomotiv.

Øverst i hver Figur er vist Forholdene ved forlæns Kørsel og nederst de tilsvarende Forhold ved baglæns Kørsel.

Ved den venstre Maskine er Glideren ikke blevet flyttet ved Flytningen af Glidertrækstangen for at omstyre Maskinen, hvilket jo hænger sammen med Styringens hele Konstruktion.

Derimod medfører Flytningen af Glidertrækstangen ved den højre Maskine, at Glideren skubbes frem, hvorved Dampindstrømningen flyttes fra den bageste til den forreste Cylinderende.

For alle andre Stillinger end de 2 i Fig. 15 d og 15 e viste gælder det, ligesom ved de først omtalte Tilfælde, at Gliderne i begge Maskiner vil blive flyttede, naar Kørselsretningen skal ændres.

I Fig. 416 har det, paa Grund af Pladsforholdene, været nødvendigt at anbringe Kvadranten saa højt, at dens Forbindelsespunkt A med Ekscentrikstangen ligger over Krumtappens Midtlinie Mo B.

Ekscentrikens Centrum skal i dette Tilfælde derfor være anbragt paa en Linie ON, der staar vinkelret paa Linien OA.

106 a. IGANGSÆTNING MED STYRINGEN I MIDTEN. Naar de foran beskrevne Styringer staar i deres Midtstilling, vil Dampfordelingen blive ens, hvad enten Maskinen gaar den ene eller den anden Vej rundt.

Lukker man op for Regulatoren, vil Lokomotivet, dersom den Dampmængde, der under disse Forhold tilføres Cylinderne, er i Stand til at bevæge det, kunne gaa i Gang enten forlæns eller baglæns.

Hvilken Vej det vil bevæge sig, afhænger af, for hvilken Kørselsretning Maskinen er gunstigst stillet i det paagældende Øjeblik.

107. KØRSEL MED LUKKET REGULATOR. Naar Regulatoren under Kørslen lukkes, skal Styringen altid lægges helt ud, fordi Lokomotivet da løber lettere, ligesom Cylinderne, Glidere og Stempelstangspakdaaser holder sig bedre.

Aarsagerne hertil fremgaar af følgende:

I det Øjeblik, Regulatoren lukkes, er Damprørene og Gliderkasserne fulde af Kraftdamp, men efter at Maskinen har gjort nogle faa Omdrejninger, er der i disse Rum Damp af et Tryk, der kun er lidt højere end Atmosfærens Tryk.

Naar Stemplet nu begynder et nyt Slag, skulde der finde en Indstrømning af Kraftdamp Sted fra Gliderkassen, men da der kun findes Damp af et Tryk lidt over Atmosfærens, kan dette ikke ske.

Under Stemplets Vandring fra Stilling I til Stilling II (se Fig. 395) vil der derimod - paa Grund af Forøgelsen af Rumfanget bag Stemplet - fremkomme et mindre Vakuum, der vil forplante sig til Gliderkassen, Indgangsrørene, Dampsamlekassen, Overhederne og Hoveddamprøret.

Efter at Glideren i Stilling II har lukket for Dampkanalen, vil Vakuumet i Cylinderen stige stærkt i Ekspansionsperioden paa Grund af, at Rumfanget bag Stemplet stadig forøges og nu kun bestaar af det forholdsvis lille Rum i selve Cylinderen.

Forbindelsen til Gliderkassen, Indgangsrørene o.s.v. blev jo afspærret i Stilling II.

Det Vakuum, som saaledes opstaar i Cylinderen under saavel Indstrømnings- som Ekspansionsperioden, vil hæmme Stemplets Bevægelse og bevirke, at Lokomotivet faar et tungere Løb.

I Stilling III skulde der, hvis Regulatoren havde været aaben, være begyndt en Udstrømning af den forbrugte Damp, men da Cylinderen i denne Gliderstilling nu bliver sat i Forbindelse med Udgangshætten, vil det Vakuum, som er i Cylinderen, suge Røg og noget findelt Røgekammersmuld ind i denne.

Denne Indsugning vedvarer, mens Stemplet bevæger sig fra Stilling III til Stilling IV.

Indsugning af Røg m.v. ophører i Stilling IV, og Stemplet vil derpaa under sin Vandring mod Stilling V drive det meste af Røgen ud af Cylinderen igen, men Resten vil dog blive spærret inde i Cylinderen, naar Glideren i Stilling V lukker af for Dampkanalen, og under Stemplets videre Vandring imod Stilling VI blive komprimeret.

Der vil saaledes under Stemplets Vandring fra Stilling V til Stilling VI opstaa et Modtryk imod Stemplet, og dette Modtryk vil bevirke, at Lokomotivet faar et tungere Løb.

Med aaben Regulator skulde der have fundet en Forudindstrømning Sted til Cylinderen imellem Stilling VI og Stilling I, men da der er Overtryk i Cylinderen, vil der i Stedet for blive drevet en Del Røg m.v. ud i Gliderkassen, og denne Røg vil under den næste Periode (Stilling I til Stilling II) blive suget ind i Cylinderen igen.

Røgen har ofte, selv ved Kørsel under Afspærring, en Temperatur af mere end 300° C., og denne Temperatur stiger yderligere under Kompressionen i Cylindrene imellem Stilling V og Stilling VI.

Denne høje Temperatur kan beskadige Cylinderens indvendige blanke og fedtede Overflade, ligesom Cylinder- og Gliderspejlet kan tage Skade af det ind-sugede findelte Røgekammersmuld.

For i størst Omfang at modvirke disse uheldige Forhold, der altsaa er fremkaldt af Ekspansions- og Kompressionsperioderne, gælder det om at gøre disse saa korte som muligt under Kørsel med lukket Regulator, og dette opnaar man ved at lægge Styringen helt ud, d.v.s. gøre Fyldningen størst mulig. Se i øvrigt Fig. 2 c.

Men selv med helt udlagt Styring vil Lokomotivet faa et ret tungt Løb af ovennævnte Grunde, hvorfor man allerede for mange Aar siden udstyrede dem med Snøfteventiler, der er anbragte enten paa Cylindrene, Gliderkasserne eller Dampsamlekasserne.

Ved Anbringelsen af Snøfteventiler, der er beskrevne S. 156 og 157, formindskes Indsugningen af Røg fra Røgekammeret meget betydeligt.

For yderligere at formindske den hæmmende Virkning af det Vakuum og

Modtryk, der opstaar under Kørsel for Afspærring, bliver alle nye Lokomotiver forsynede med Omløbsrør, der er beskrevet, og hvis Virkning er forklaret S. 157 og 158.

Snøfteventilerne bliver ikke overflødiggjorte ved Anbringelse af Omløbsrør, da en Del af den Luft, som uddrives af Cylinderen i Udstrømningsperioderne, vil søge bort igennem Udstrømningskanalerne og derfor maa erstattes af en tilsvarende Mængde ydre Luft, som indsuges igennem Snøfteventilen til den modsatte Ende af Cylinderen.

Paa visse af Statsbanernes Lokomotiver, fortrinsvis paa saadanne, hvis Glidertrækstang er indrettet som vist i Fig. 201, fremkommer der under Kørsel for Afspærring med helt udlagt Styring og med Hastigheder tæt op til den maksimale en saa stærk Bankning i Styringen, at det kan blive nødvendigt at trække Styringen en Del op for at formindske Bankningen.

Denne Optrækning af Styringen, undertiden til 50 pCt. og derunder, medfører, at Snøfteventiler og Omløbsrør ikke under disse Omstændigheder tilnærmelsesvis formaar at formindske de skadelige Virkninger af det opstaaede Vakuum og Modtryk.

Ved længere Tids Kørsel for Afspærring med stor Hastighed kan man derfor risikere, at Cylinderen med Dæksel og Stemplet med Stempelstangen bliver meget varme.

Herved løber man Faren for, at B-Metallet i Stempelstangspakdaasen (Fig. 148) tager Skade, idet det helt eller delvis smelter bort, og Pakdaasen derved kommer til at blæse igennem.

Den høje Temperatur af Cylinderen m.m. bevirker endvidere, at Smøreløbet for en stor Del mister sin Smøreevne, saa at der kan blive Fare for, at saavel Stempelstokken som Cylinderen kan blive revne.

Under saadanne Forhold bør man med faa Minutters Mellemlukning lukke Regulatoren op i "det lille Spjæld" og lade den staa aaben et Øjeblik.

Den Damp, der paa denne Maade tilføres Cylinderen, har en Temperatur, der kun ligger lidt over den mættede Damps (ca. 215 à 221°). Overhederelementerne er nemlig paa Grund af den langvarige Afspærring ikke i Stand til at opvarme Dampen ret meget i Løbet af den korte Tid, Gennemstrømningen varer.

Endvidere vil den Damp, der saaledes med kort Tids Mellemlukning slippes ind i Cylinderen, virke afkølede paa denne, foruden at den fremmer Smøringen af saavel Glider, Stempel og Stempelstang.

108. GLIDERENS REGULERING. Naar Lokomotivet monteres, opsættes Ekscentrikerne efter Tegningen under de rigtige Vinkler, og Længden af Ekscentrikstængerne, Glidertrækstængerne, Hængeskinneerne m.m. bestemmes nøjagtigt efter de for disse Dele gældende Tegninger. Er alt omhyggeligt udført efter Arbejdstegegningerne, skal Styringen, naar Glideren indstilles rigtigt, give den Dampfordeling, som man har udfundet ved Hjælp af Styringsmodellen.

Da man imidlertid vanskeligt kan undgaa smaa Arbejdsunøjagtigheder ved Fremstillingen af Styringsdelene og ved Styringens Montering, og da Forholdene desuden ved indtrædende Slid paa Styringsdelene efterhaanden kan forrykkes noget, maa man efter enhver større Reparation foretage en Regulering af Glideren, idet denne indstilles saaledes, at det lineære Forspring bliver ens for begge Ender af Glideren, hvorved man tilnærmelsesvis opnaar en lige god Dampfordeling for begge Ender af Cylinderen.

Af Hensyn til denne Indstilling er Gliderstokkens Forbindelse med Gliderkrydshovedet, som tidligere beskrevet, udført saaledes, at Afstanden mellem dette og Glideren i nogen Grad kan varieres.

Forinden Gliderreguleringen foretages, maa man have bestemt Maskinens Dødpunktstillinger. Dette kan gøres med stor Nøjagtighed paa følgende Maade:

Man stiller Krumtappen i Nærheden af Dødpunktstillingen under en vilkaarlig Vinkel med Cylinderens Akse som vist med fuldt optrykne Linier i Fig. 417, ridser derpaa med et Stikmaal 1, hvis ene Ende støttes i en Kørnerprik 2 i Fodpladen, en Linie b paa Forfladen af Hjulringen og afmærker samtidig paa den ene Lineal Krydshovedets Stilling d. Derefter drejes Maskinen over Dødpunktet, indtil Kanten af Krydshovedslæden atter staar ved d. Krumtappen vil da som vist med punkterede Linier staa en lige saa stor Vinkel over Dødpunktstillingen, som den før stod under denne. I den nye Stilling afsættes igen med Stikmaalet en Linie a paa Forfladen af Hjulringen, hvorefter man anbringer to Kørnerprikker i Linierne a og b lige langt fra Hjulringens Inderkant. Endelig bestemmes Punktet c som Midtpunktet af en Cirkelbue gennem Punkterne a og b med Centrum i Hjulcentret O. Naar Maskinen nu stilles saaledes, at Spidsen af Stikmaalet nøjagtigt falder i Punktet c, vil Krumtappen netop staa i den søgte Dødpunktstilling.

Paa samme Maade bestemmes Maskinens øvrige Dødpunktstillinger.

Indstillingen af Gliderne foretages med Styringen stillet i en passende Mellestilling, i Almindelighed svarende til 15 pCt., i nogle Tilfælde svarende til 30 pCt. og for Høj- og Lavtrykslokomotivets Vedkommende svarende til 40 pCt. Fyldning.

Foruden de lineære Forspring maales Dampkanalernes maksimale Aabning, ligesom man bestemmer de Stempelstillinger, der svarer til, at Glideren afspærrer for Dampen henholdsvis til Forenden og til Bagenden af Cylinderen, hvorved man kontrollerer den tilsvarende Delestreg paa Styringsskruens Procent-skala.

Disse Maalinger foretages dels ved den Stilling af Styringen, som benyttes ved Reguleringen, dels med Styringen lagt helt fremad, og endelig foretages de samme Maalinger med Styringen stillet til Baglænskørsel.

Ved Tenderlokomotiverne, som skal kunne løbe lige godt i begge Retninger, udføres Reguleringen saaledes, at man saa vidt muligt faar en lige god Dampfordeling for begge Kørselsretninger.

Ved de Lokomotiver, som har skraatstillede Glidere, vil disses Indstilling forrykkes noget, efterhaanden som Maskinens Fjedre sætter sig, og ef-

haanden som Styringsdelene slides.

For at kunne bøde paa dette er Maskindepoterne udstyrede med et Kontrol-Stikmaal 1, Fig. 420, medens der paa de paagældende Lokomotiver paa begge Sider af Maskinen efter foretagen Gliderregulering i Værkstedet anbringes et Kørnermærke a paa Gliderkassens bageste Pakdaase og et tilsvarende Kørnermærke b paa Gliderstokken, saaledes beliggende, at Afstanden mellem de to Kørnermærker er lig med Kontrolmaalets Længde, naar Krumtappen staar i sit forreste Dødpunkt, og Styringen er stillet til Forlænskørsel med 15 pCt. Fyldning.

Ved Hjælp af Kontrolmaalet kan Maskindepoterne dels kontrollere, om Gliderens Stilling har ændret sig, dels rette den Fejl i Indstillingen, som eventuelt er fremkommen.

109. KRAFTENS OVERFØRING TIL HJULENE. Den Kraft, hvormed Dampen, naar Regulatoren er aaben, driver Stemplet frem og tilbage i Cylinderen, er afhængig af Forskellen imellem Trykkene paa de 2 Sider af Stemplet.

Kraften er ikke lige stor for alle Stillinger af Stemplet og maales for en eller anden Stilling ved at multiplicere Stempelarealet (Cylinderens Tværsnits Areal) med den øjeblikkelige Trykforskel i de 2 Ender af Cylinderen.

Hvorledes denne Trykforskel maales, se herom under Stk. 101 a.

Den Kraft, der saaledes virker paa Stemplet, overføres til Stempelstangen og derfra ved Hjælp af Krydshovedet igennem Drivstangen til Drivtappen.

Da Stemplet og dermed Krydshovedet bevæger sig frem og tilbage i en ret Linie, medens Drivtappen under en Omdrejning beskriver en Cirkel, vil Drivstangen komme til at indtage en Række skraa Stillinger i Forhold til Cylinderens Midtlinie, og herved opstaar der Tryk paa Linealerne.

I hosstaaende Fig. 16 er A Krumtappens Bane, M₂ B Drivstangen og O Drivakslens Midtlinie.

P er den Kraft i Stempelstangen, der fremkaldes af Dampens Tryk paa Stemplet, og som blev beregnet ovenfor. B er Krydshovedets Midtpunkt.

I Henhold til Reglen om Kræfternes Parallelogram kan P opløses i Kraften D i Drivstangens Retning og Kraften K vinkelret paa Stempelstangen, saaledes at K repræsenterer Trykket paa Linealerne i den viste Krumtapstilling.

Naar Lokomotivet, som det fremgaar af Krumtappens Omdrejningsretning, kører forlæns, vil Trækket i Drivstangen fremkalde en opadgaaende Kraft paa Krydshovedet, saa længe Krumtappen bevæger sig paa den øverste Halvdel af sin Bane M₁ M₂ M₄.

Medens Krumtappen bevæger sig paa den nederste Halvdel af sin Bane M₄ M₃ M₁, vil der være Tryk i Drivstangen, og dette vil ligeledes fremkalde en opadgaaende Kraft paa Krydshovedet.

Hvis dette styres f.Eks. ved at bevæge sig mellem 2 over hinanden liggende Linealer, vil Trykket fra Krydshovedet ved forlæns Kørsel altsaa komme til at hvile imod den øverste Lineal.

Paa det allersidste Stykke af Stemplets Vandring, altsaa under Kompressionen og Forudindstrømningen, hvor Modtrykket paa Stemplet faar Overvægt over det drivende Tryk, vil Kraften i Stempelstangen skifte Retning.

Heraf følger, at Trykket fra Krydshovedet ligeledes skifter Retning, d.v.s. at det bliver nedadgaaende under dette korte Stykke af Stempelslaget.

Naar Lokomotivet kører baglæns, vil Trykkene paa Krydshovedet komme til at ligge modsat af, hvad der er beskrevet ovenfor.

Kraften \underline{D} i Drivstangen (Fig. 16) kan opløses i 2 andre Kræfter, nemlig i Kraften \underline{R} i Retning af Krumtappen og i Kraften \underline{T} der staar vinkelret paa denne.

Medens Kraften \underline{R} ikke har nogen Betydning for Fremdrivningen af Maskinen, er det Kraften \underline{T} , der alene vil virke til Omdrejning af Hjulet, og som er det haandgribelige Resultat af Dampens Arbejde i Cylinderen.

Denne Krafts Størrelse skal undersøges nærmere i det efterfølgende.

Man kan maaske faa den Tanke, naar man betragter Diagrammet i Fig. 2 b, at Omdrejningskraften \underline{T} er meget stor under Dampens Indstrømning i Cylinderen for, naar Indstrømningen var ophørt, ret hurtigt at blive mindre og mindre, men saaledes er Forholdet ikke.

I Fig. 17 er Kraften \underline{T} funden for forskellige Stillinger af Krumtappen, idet Kraften \underline{P} i Stempelstangen er funden for en Maskine, der arbejder efter det Diagram, der er vist i Fig. 2 b for 30 pCt. Fyldning.

Af Fig. 17 fremgaar, at Omdrejningskraften \underline{T} er lig Nul i Dødpunkterne og størst i Punkt $\underline{4}$ af Krumtapbanen.

Efter at have naaet sin største Værdi i Punktet $\underline{4}$ aftager \underline{T} i Størrelse efterhaanden, som Krumtappen nærmer sig det forreste Dødpunkt.

Herefter gentager det samme sig paa den anden Halvdel af Krumtapbanen, hvor den største Værdi af \underline{T} fremkommer i Punktet $\underline{13}$.

Selv om man nok ved Betragtning af Fig. 17 kan faa et Begreb om, hvorledes Størrelsen af Kraften \underline{T} varierer under en Omdrejning, kan man dog faa et endnu tydeligere Billede af denne Variation paa følgende Maade:

Krumtapbanen i Fig. 17, der er bleven skaaret over i Dødpunktet \underline{O} , tænkes foldet ud til en ret Linie, $\underline{0-10-0}$, i Fig. 18, idet man samtidig har overført de forskellige Punkter $\underline{0}$, $\underline{1}$, $\underline{2}$, $\underline{3}$ o.s.v., som blev betragtet i Fig. 17.

I hvert af disse Punkter oprejses Linier vinkelrette paa Linien $\underline{0-10-0}$, og ud ad disse Linier afsættes de Kræfter, der er fundne i Fig. 17 for Punkterne $\underline{0}$, $\underline{1}$, $\underline{2}$, $\underline{3}$, o.s.v., hvorved man bliver i Stand til at tegne en Kurve \underline{E} , hvis forskellige Punkters lodrette Afstande fra Linien $\underline{0-10-0}$ repræsenterer Omdrejningskraften \underline{T} i det betragtede Punkt.

Linien $\underline{C-D}$ vil saaledes give et Billede af Kraften \underline{T} i Punktet \underline{C} (Fig. 17). Kurven viser ogsaa, at \underline{T} er lig Nul i begge Dødpunkterne $\underline{0}$ og $\underline{10}$.

Det er derfor, at et Lokomotiv med en enkelt Cylinder ikke er praktisk

anvendeligt, da det ikke kan gaa i Gang, dersom det er standset med Krumtappen staaende i en af Dødpunktstillingerne (heraf Navnet).

8 Af praktiske Grunde maa et Lokomotiv derfor have mindst 2 Cylindre, og disses Krumtappe stilles da under 90° for hinanden.

De 2 Cylindre vil nu kunne hjælpe hinanden med at dreje Drivakslen rundt og altsaa ogsaa hjælpe hinanden over Dødpunkterne, hvoraf følger, at Hjule-
lene bl.a. af den Grund maa sidde fast paa Akslen.

Den Kraft, hvormed de 2 Cylindre tilsammen drejer Drivakslen rundt, kan findes paa følgende Maade:

Kurven E i Fig. 19 repræsenterer den Omdrejningskraft, som den ene Cylinder udvikler under Lokomotivets Arbejde, og en lignende Kurve E₁ kan tegnes for den anden Cylinder.

De 2 Kurver er ikke tegnede lige under hinanden i Figuren, men E₁ er forskubbet Stykket 0-5 til højre for E. Stykket 0-5 repræsenterer nemlig $1/4$ af Krumtapbanen, hvad der passer med, at den ene Krumtap er drejet 90° for den anden.

For nu at finde Punkterne i den Kurve E₂, der repræsenterer de 2 Cylindres samlede Omdrejningskraft, gaas frem paa den Maade, der vist i Figuren.

Tages f.Eks. Punktet O for den højre Krumtap (Dødpunktet), tegnes en lodret Linie igennem dette Punkt, og det Stykke b, som afskæres af den venstre Krumtap, afsættes i Kruven for den højre Krumtap.

Et vilkaarligt Sted tegnes en lodret Linie L; det Stykke a, som afskæres af Kurven for den venstre Krumtap paa denne Linie, repræsenterer den venstre Cylinders Omdrejningskraft i den Krumtapstilling, der svarer til Linien L og lægges til Stykket c (se Kurven E).

Dette sidste Stykke repræsenterer nemlig den højre Cylinders Omdrejningskraft for den samme Krumtapstilling, og Stykket a + c vil da repræsentere de 2 Cylindres samlede Omdrejningskraft.

Paa lignende Maade er Kurvens øvrige Punkter fundne.

Hvis Lokomotivet havde haft 3 Cylindre i Stedet for 2, vilde Kurven for den samlede Omdrejningskraft fra alle 3 Cylindre have faaet det i Fig. 20 viste Udseende.

110. IGANGSÆTNING. Som foran omtalt er et Lokomotiv med en enkelt Cylinder praktisk uanvendelig, fordi den ikke kan sætte i Gang igen, hvis Krumtappen er standset i en af Dødpunktstillingerne.

Men selv ved Lokomotiver med 2 Cylindre findes der Stillinger af Krumtappene, ved hvilke det kan være vanskeligt at sætte Lokomotivet i Gang, navnlig naar det har et stort Tog at trække.

En af disse Stillinger er vist i Fig. 424 og indtræffer, naar begge Krumtappe vender bort fra Cylinderen, samt naar den ene af disse er gaaet i Staa, saa-

ledes at den lige har passeret Stillingen OM_2 , der svarer til, at Glideren har spærret af for Dampen til Cylinderen, medens den anden Cylinder paa Grund af Krumtappens Stilling kun yder en lille Kraft til Omdrejning af Hjulet.

I dette Tilfælde maa man ved at reverse forsøge at bringe Krumtappen 2 noget over paa den anden Side af Stillingen OM_2 . Herved vil Dampen faa Adgang til begge Cylindre, naar Stillingen paany lægges frem, og Regulatoren aabnes.

De samme vanskelige Forhold for Igangsætning indtræffer, naar Maskinen er standset 180° fra den i Fig. 424 viste Stilling, saaledes at begge Krumtapper vender imod Cylinderen.

Krumtappen 1 staar da i Nærheden af Dødpunktstillingen, medens Krumtappen 2 netop har passeret den Stilling, der svarer til, at den paagældende Glider har spærret af for Dampen til Cylinderen.

Jo længere Indstrømningsperioderne gøres, desto større Mulighed har man for at kunne sætte Lokomotivet i Gang ved en hvilken som helst Stilling af Krumtappene.

Da Indstrømningsperioderne bliver desto længere, jo mere Styringen lægges ud, følger heraf, at man altid bør sætte i Gang med helt udlagt Styring.

Hvad her er sagt om Igangsætning, gælder ogsaa for de firecylindrede Kompoundlokomotiver, da disse under Igangsætningen virker som simple Højtrykslokomotiver.

Ved de 3-cylindrede Højtrykslokomotiver, hvor Krumtappene er forsatte ca. 120° for hinanden, vil Dampen ved helt udlagt Styring altid have Adgang til mindst to Cylindre, hvorved man opnaar en let Igangsætning, naar Styringen i øvrigt er i Orden.

