32881, III, D, e, 64

86/85

Unter

Im A

LYCEAL
BIBLIOTHEK
ZU
LAIBACH

D

Leitfaden

für den

Unterricht an den Maschinenschulen

S. M. Kriegsmarine.

Zweite Auflage.

Im Auftrage des k. k. Kriegsministeriums, Marine-Section

revidirt und vermehrt von

J. A. Köppl

Vorstand der Marineschulen.

K. K. LYCEAL BIBLIOTHEK ZU LAIBACH

Zweiter Band:

Die Fachwissenschaften.

Hierzu 24 autographirte Tafeln.

(Als Manuscript gedruckt.)

1885.

Druck von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg in Laibach.

Im Selbstverlage der Schulen.

Inhaltsverzeichnis.

Maschinenkunde.

Seite

Einleitung 3

Erster Abschnitt.

Maschinenelemente.

A. Befestigungsmittel 5
I. Nietenverbindungen 5
II. Schraubenverbindungen 9
Schraubenversicherungen 12
III. Keilverbindungen 13
Keilversicherungen 14
IV. Bolzenverbindungen 14
B. Mittel zur Übertragung rotirender Bewegungen 14
I. Mittel zur ungeänderten Übertragung von rotirenden Bewegungen . 15
1. Axen und Wellen 15
2. Kupplungen 15
3. Zapfen 16
4. Lager 17
II. Mittel zur geänderten Übertragung von rotirenden Bewegungen . . 20
1. Riementriebe 20
2. Räderwerke 22
3. Ketten- und Seiltriebe 24
C. Mittel zur Verwandlung geradliniger hin- und hergehender Bewegungen in continuirlich rotirende und umgekehrt 26
I. Der Kurbelmechanismus 26
1. Bestandtheile desselben 26
2. Art und Weise der Bewegungsübertragung 27
3. Weg des Kreuzkopfes und des Kurbelzapfens 28
4. Kräfte, welche im Kreuzkopfe und in der Schubstange wirksam sind 29
5. Kräfte, welche am Kurbelzapfen wirksam sind 31
6. Geschwindigkeit des Kurbelzapfens 33
7. Elemente des Kurbelmechanismus (mit besonderer Rücksicht auf Dampfmaschinen und Pumpen) 34
a) Kolben, *b)* Cylinder, *c)* Stopfbüchsen, *d)* Kreuzköpfe, *e)* Schubstangen, *f)* Kurbeln, *g)* besondere Formen des Kurbelmechanismus.
II. Excentrische Scheiben 43

Seite

D. Mittel zur Leitung von Flüssigkeiten 44
I. Röhren und Röhrenverbindungen 44
II. Ventile 46
1. Hähne 46
2. Schieber 47
3. Klappenventile 48
4. Rundventile 48

Zweiter Abschnitt.

Von den Dampfkesseln.

I. Material, Gestalt und Wandstärke 50
II. Wasser- und Dampfraum; Heizfläche 52
III. Heizraum, Zugcanäle und Schornstein 54
IV. Kesselsysteme 60
1. Cylindrische Kessel mit äußerer Feuerung 61
2. Cylindrische Kessel mit innerer Feuerung 61
3. Cylindrische Kessel mit Vorwärmröhren und mit äußerer Feuerung 62
4. Cylindrische Kessel mit darunterliegendem Sieder 63
5. Die verschiedenen Formen der Röhrenkessel 64
6. Die Kessel nach Dupuis' System 67
7. Die Locomotivkessel 67
8. Die Schiffskessel 68
V. Kesselgarnituren 72
1. Sicherheitsventile 73
2. Manometer 76
3. Wasserstandsanzeiger 76
4. Probirhähne, Schwimmer, Alarmpfeifen 77
5. Dampfabsperrventile 78
6. Speiseventile 78
7. Ablassventile 80
8. Injectoren 81
9. Luftventile 82
VI. Dampfkesselproben 83

Dritter Abschnitt.

Von den Dampfmaschinen.

I. Besondere Eigenschaften und Art der Anwendung des Wasserdampfes 84
II. Eintheilung der Dampfmaschinen 88
1. Hauptbestandtheile jeder Dampfmaschine 88
2. Eintheilung der Dampfmaschinen nach der Art der Kolbenbewegung, nach der Art der Wirkung des Dampfes am Kolben, nach der Höhe der in ihnen angewendeten Dampfspannung und nach dem Orte ihrer Aufstellung 90

Seite
3. Dampfmaschinen mit und ohne Condensation 92
4. Dampfmaschinen mit und ohne Expansion 93
5. Eintheilung der Dampfmaschinen nach der Lage der Cylinder und der Kolbenstangen 97
6. Atmosphärische und Cornwall-Dampfmaschinen 98
7. Aufstellungsformen der Schiffsdampfmaschinen 100
a) Balanciermaschinen, *b)* oscillirende Maschinen, *c)* Maschinen mit directwirkender Triebstange, *d)* Maschinen mit zurückgelegter Triebstange, *e)* Trunkmaschinen.
8. Verschiedene Dampfmaschinen-Systeme 104
III. Über die Dampfvertheilung (Steuerung) 106
1. Steuerung mit einem Schieber 106
2. Steuerung mit zwei Schiebern 112
3. Umsteuerungen 115
4. Das Schieber-Diagramm 120
IV. Messung der Leistung von Dampfmaschinen 126
1. Nominelle, effective und indicirte Leistung 126
2. Der Indicator und seine Anwendung 127
3. Das Indicator-Diagramm 130
4. Construction des theoretischen Diagramms 134
5. Vergleich des wirklichen Indicator-Diagramms mit dem theoretischen 136
6. Die Diagramme der zweicylindrigen Compoundmaschine 138
7. Die Combination der beiden Indicator-Diagramme 139
8. Bestimmung der indicirten Leistung einer Dampfmaschine . . . 142
V. Über den Bewegungszustand der Dampfmaschinen 145

Vierter Abschnitt.

Beschreibung von Schiffsmaschinen-Bestandtheilen.

I. Garnituren der Dampfcylinder 149
1. Stopfbüchsen 149
2. Schmiervorrichtungen 151
3. Vorrichtungen zum Entfernen des Condensationswassers aus den Dampfcylindern und deren Dampfmänteln 152
II. Condensatoren und ihre Details 156
1. Einspritz-Condensatoren 156
2. Oberflächen-Condensatoren 159
III. Speise- und Sodpumpen 162
IV. Verschiedene Schiffsdampfmaschinentheile 162
V. Kesselinstallirung und zugehörige Rohrleitungen 164
1. Dampfentnahme, 2. Kesselfüllen, 3. Kesselspeisen, 4. Abschäumen, 5. Durchpressen, 6. Sodpumpen, 7. Kesselauspumpen.
VI. Von den Treibapparaten 171
1. Schaufelräder 171
2. Schiffsschrauben 174

Fünfter Abschnitt.

Schiffspumpen, Destillatoren und Ejectoren.

Seite

I. Schiffspumpen 182
1. Dampfpumpen 182
2. Handpumpen 186
II. Destillatoren 189
1. Der Destillator mit zugepumptem Kühlwasser 190
2. Der selbstthätige Destillator von Perroy 190
III. Sodwasser-Ejectoren 192

Sechster Abschnitt.

Beschreibung der wichtigsten und verbreitetsten Arten von Schiffsdampfmaschinen.

(Mit besonderer Rücksicht auf die in Sr. Majestät Kriegsmarine gebräuchlichen Gattungen.)

I. Verticale Schiffsmaschinen mit directwirkenden Triebstangen (Dampfhammersystem) 196
1. Maschine für ein Dampfboot 196
2. Maschine für einen Transportdampfer 200
II. Horizontalliegende Schiffsmaschinen 202
1. Maschine mit zurückgelegten Triebstangen 202
2. Trunkmaschine 205
III. Verticale oscillirende Schiffsmaschine 207
IV. Verticale directwirkende Compoundmaschine 210

Maschinendienst.

Einleitung 215

A. Der Betriebsdienst.

Erster Abschnitt.

Bedienung und Behandlung der Kessel.

a) Schließen der Kessel 216
b) Füllen der Kessel 217
c) Reguliren der Roste 218
d) Bereiten der Feuer 218
e) Anzünden der Feuer 219
f) Regelmäßige Bedienung der Feuer 220
g) Überwachung der Kessel 222
h) Reinigen der Feuer 224
i) Reinigen der Feuerröhren 225
k) Beseitigung der Verbrennungsrückstände 226
l) Behandlung der Kessel bei Betriebsänderungen 227

Seite
m) Behandlung der Kessel bei Betriebsstörungen 231
n) Vorgang beim Wachenwechsel 239
o) Behandlung der Feuer vor der Betriebseinstellung 240
p) Herausziehen und Ablöschen der Feuer 241
q) Entleerung der Kessel von Wasser und Dampf 242
r) Äußere Reinigung der Kessel 243
s) Instandsetzung der Kesselgarnituren 245
t) Innere Reinigung der Kessel 246
u) Untersuchung der Kessel nach der Reinigung 248
v) Trockenlegung der Kessel 249
w) Reinigung des Sodraumes und Ausbesserung des Anstriches 250

Zweiter Abschnitt.

Bedienung und Behandlung der Schiffsmaschinen.

a) Klarmachen der Maschine 254
b) Anwärmen derselben 259
c) Erproben der Manövrirfähigkeit 260
d) Hindernisse gegen die Manövrirfähigkeit beseitigen 260
e) Bereitschaft zur Ingangsetzung 263
f) Ingangsetzen und Manövriren der Maschine 264
g) Überwachung und Bedienung der Maschine während der Fahrt 266
h) Betriebsänderungen 273
i) Betriebsstörungen 274
k) Wachenwechsel und Wachendienst 281
l) Abstellen der Maschine 283
m) Inbereitschaftliegen unter Dampf 283
n) Gänzliche Betriebseinstellung 284
o) Oberflächliche Reinigung 284
p) Instandsetzungsarbeiten 285
q) Allgemeine Reinigung 288
r) Tägliche Reinigungs- und Conservirungsarbeiten 290

Dritter Abschnitt.

Bedienung und Behandlung der Hilfsmaschinen.

a) Die Dampfspeisepumpe 293
b) Die Kühlwasserpumpe 293
c) Die Umsteuerungsmaschinen 293
d) Die Dampfaschenwinde 293
e) Die Ventilatoren 294
f) Die Schiffspumpen 294
g) Die Dampffeuerspritze 295
h) Das Dampfgangspill 295
i) Der Dampfsteuerapparat 296
k) Die Luftcompressionspumpe 296
l) Die Maschine zur elektrischen Beleuchtung 297
m) Die Dampfbarkassmaschinen 297
n) Der Destillirapparat 302
o) Der Sodejector 304

Vierter Abschnitt.

Die zum Betriebe einer Schiffsmaschine nöthigen Materiale.

Seite
a) Brennmateriale 305
b) Schmiermateriale 305
c) Reinigungs- und Putzmateriale 305
d) Packungsmateriale 306
e) Dichtungsmateriale 307
f) Anstrichmateriale 307
g) Reparatursmateriale 308
h) Ersatzmateriale 308
Über die Eigenschaften der wichtigsten Betriebsmateriale 309
der Steinkohle 309
des Olivenöles 311
des Mineralöles 313
des Unschlitts 313
des Wergs 314

Fünfter Abschnitt.

Die zum Betriebe einer Schiffsmaschine nöthigen Werkzeuge und Utensilien.

I. Werkzeuge.

a) Schmiede-Werkzeuge 315
b) Schlosser-Werkzeuge 315
c) Dreher-Werkzeuge 316
d) Kupferschmied- und Spengler-Werkzeuge 316
e) Kesselschmied-Werkzeuge 316
f) Holzbearbeitungs-Werkzeuge 316

II. Utensilien.

a) Reinlichkeitsgeschirr 316
b) Kessel- und Heizrequisiten 317
c) Beleuchtungsgeschirr 317
d) Schmiergeschirr 317
e) Packungsgeschirr 317
f) Hebewerkzeuge 317
g) Instrumente und Messapparate 317
h) Pumpen- und Feuerspritzen-Ausrüstungsgegenstände 318

B. Die Instandhaltung und Conservirung des Maschinencomplexes auf abgerüsteten Schiffen.

Die verschiedenen Kategorien abgerüsteter Schiffe 319
I. Behandlung der Kessel abgerüsteter Schiffe 320
II. Behandlung der Maschine sammt Zubehör 323
a) auf Schiffen der Yacht- und ersten Reserve 323
b) auf Schiffen der zweiten Reserve, in Reparatur und in der Zurüstung 325
III. Behandlung der Hilfsmaschinen auf abgerüsteten Schiffen 327

Maschinenkunde.

Zusammengestellt von

J. Ulm und G. Lendecke,

Maschinenbau-Ingenieure S. M. Kriegsmarine.

Einleitung.

Alle mechanischen Vorrichtungen, welche dazu dienen, um die Wirkungen von Kräften zur Verrichtung nützlicher Arbeit zu verwerten, werden Maschinen genannt. Man unterscheidet Maschinen, welche eine Formveränderung, und solche, die eine Ortsveränderung eines Körpers bezwecken. — Jede Maschine muss derart eingerichtet sein, dass, wenn gewisse Theile derselben durch einen Motor bethätigt werden, andere Theile auf die zu verändernden Körper zweckentsprechend einwirken können. Hienach muss jede Maschine aus dreierlei Bestandtheilen bestehen.

1.) Jene Theile einer Maschine, welche zur unmittelbaren Aufnahme der motorischen Kraft geeignet sind, heißen Receptoren oder Kraftaufsammler. — Diejenigen Bestandtheile, welche die einzelnen Receptoren zu einem festen Ganzen verbinden, so dass diese durch die Beschaffenheit des Motors bedingte Bewegungen machen müssen, nennt man in ihrer Gesammtheit die Betriebsmaschine oder Kraftmaschine.

2.) Jene Theile einer Maschine, welche unmittelbar auf den zu verändernden Körper einwirken, heißen Werkzeuge. — Diejenigen Bestandtheile, welche den Werkzeugen eine gewisse, durch die Natur des Arbeitsvorganges bedingte Bewegung ertheilen, nennt man zusammengenommen die Arbeitsmaschine oder Werkzeugsmaschine.

3.) Alle jene Theile einer Maschine, deren Bestimmung es ist, die Verbindung zwischen der eigentlichen Betriebs- und zwischen der Arbeitsmaschine herzustellen, werden in ihrer Gesammtheit mit dem Namen Transmission oder Triebwerk bezeichnet.

Jede wie immer geartete Maschine besteht somit aus der Betriebsmaschine, aus der Arbeitsmaschine und aus der Transmission. — So sind z. B. bei einer durch Wasserkraft getriebenen Mahlmühle die Radschaufeln die Receptoren, das Wasserrad ist die Betriebsmaschine;

die Mühlsteine sind die eigentlichen Werkzeuge, der Mahlgang ist die Arbeitsmaschine; endlich bilden die zwischen der Wasserradwelle und der Welle des beweglichen Mühlsteines (Läufers) angewendeten Maschinentheile (Zahnräder, Wellen sammt Lager, Riementriebe) zusammengenommen die Transmission. — Bei einem durch eine Schraube getriebenen Dampfschiffe sind die Dampfkolben die Receptoren, die Schiffsmaschine ist die Betriebsmaschine; die Flügel der Schraube sind hier das eigentliche Werkzeug, und die ganze Schraube (Flügel, Nabe und Befestigung der Flügel) ist die Arbeitsmaschine; endlich bilden die Fortleitungswellen mit ihren Kupplungen und Lagern die Transmission.

Die eigenthümliche Verbindung aller Bestandtheile einer Maschine zu einem Ganzen, in einer solchen Weise, dass sie nur gezwungene, und zwar solche Bewegungen machen müssen, wie durch die beabsichtigte Art der mittelst der Maschine zu verrichtenden Arbeit erheischt wird, nennt man den geometrischen Zusammenhang derselben.

Es wurde bereits im ersten Bande dieses Leitfadens bei der Lehre von der Wirkung der Kräfte auseinandergesetzt, dass nur ein Theil vom Effecte eines an einer Maschine wirkenden Motors nutzbar verwertet werden kann; Maschinen sind daher auch nie imstande, den ihnen zugeführten Effect zu vergrößern, und bestehen ihre Vortheile vielmehr lediglich darin, dass bewegende Kräfte, welche sich nicht unmittelbar verwerten lassen, durch sie für gewisse Zwecke nutzbar gemacht werden können. Je zweckmäßiger eine Maschine in allen ihren Theilen construirt ist, desto mehr nähert sich ihre Nutzleistung dem absoluten Effecte des an ihr thätigen Motors.

Noch soll hier erwähnt werden, dass es im gemeinen Leben und selbst in wissenschaftlichen Werken Sprachgebrauch ist, die Betriebs- oder Kraftmaschinen kurzweg Motoren zu nennen; so findet man die Dampfmaschinen, Wasserräder, Turbinen etc. unter diesem Namen oft vorgeführt.

Erster Abschnitt.

Maschinenelemente.

Die im Maschinenwesen zur Anwendung gelangenden Maschinentheile oder Maschinenelemente lassen sich zwar nicht in vollkommen strenge durchgeführte Gruppen und Untergruppen eintheilen; es erscheint jedoch der Übersichtlichkeit wegen wünschenswert, die aus einem analogen Zwecke mehrerer Elemente entspringende Zusammengehörigkeit derselben zu ihrer Gruppirung zu benützen.

A. Befestigungsmittel.

Als eine solche Gruppe können wir alle jene Bestandtheile ansehen, die zur Befestigung von Maschinentheilen dienen. Es wird eine solche Verbindung entweder derartig gestaltet sein, dass die Lösung derselben nur durch Anwendung außerordentlicher Mittel oder aber mit Leichtigkeit erfolgen kann; im ersteren Falle nennt man sie eine undemontirbare, im letzteren aber eine demontirbare. Zu den undemontirbaren Verbindungen wird die Nieten-, zu den demontirbaren die Schrauben-, Keil- und Bolzenverbindung gezählt.

I. Nietenverbindungen.

Nieten bestehen aus einem cylindrischen Kern aus Schmiedeisen (Kupfer oder Messing), der einen segmentartigen, etwas vorspringenden Kopf besitzt. Ihre Verwendung erfolgt fast ausschließlich bei Blechen, und zwar in der Art, dass man den Nietbolzen im weißglühenden Zustande in die correspondirenden Löcher der zu verbindenden Bleche steckt, dem an der Niete bereits vorhandenen Kopfe (dem Setzkopfe) einen entsprechend geformten Hammer (den Setzhammer) entgegenhält, den vorstehenden Nietenschaft aber durch

Hammerschläge niederstaucht, bis er eine kopfähnliche Form erlangt. Der Setzkopf und der auf die eben erwähnte Art gebildete Schließkopf halten den Nietbolzen in seiner Lage. Durch solche in regelmäßigen Abständen angebrachten Nieten bildet man Nietreihen.

Selbstverständlich erfahren die zu verbindenden Bleche früher gewisse Vorbereitungen. Sie werden zunächst gerichtet und erhalten jene Form und Größe, in welcher sie verwendet werden sollen. Dann werden sie an den Kanten gehobelt und in jene Stellung gebracht, die sie nach ihrer Verbindung einzunehmen haben; die Theilung der Nietlöcher wird aufgetragen, und diese entweder durch Stanzen oder Bohren der Bleche erzeugt. Das Bohren bietet den Vortheil der besonderen Genauigkeit, bedingt aber einen großen Zeitaufwand, weshalb das Stanzen vorwiegend angewendet wird. — Wenn die Bleche derart vorbereitet sind, werden sie durch Schrauben provisorisch verbunden und die Nieten in der früher beschriebenen Weise eingezogen.

Wie eine jede Befestigung, muss auch die durch Nieten gebildete so angeordnet sein, dass sie jenen Kräften Widerstand leistet, welche die Verbindung zu lösen beabsichtigen. Denken wir uns die in Fig. 1, Taf. 1, auf die einfachste Art verbundenen Bleche A, B als Bestandtheile irgend eines Ganzen, so werden sie durch eine Kraft — sei es der Dampfdruck oder der einer Flüssigkeit, oder durch den Zug einer Belastung — auseinander gezogen und würden eine Änderung ihrer gegenseitigen Lage eingehen, wenn sie nicht durch die eingezogenen Nietbolzen daran gehindert wären. — Wenn die auf solche Weise wirkenden Kräfte diese Verbindung zerstören würden, so könnte dies offenbar auf dreifache Weise erfolgen: 1.) Es könnte der Nietbolzen reißen und abspringen; 2.) das Blech könnte gegen den Rand hin durchreißen, oder 3.) es könnte ein Durchreißen des Bleches von einer Niete zur andern erfolgen.

Der Nietbolzen ist nur bei kalt eingezogenen Nieten auf Abscheerfestigkeit beansprucht; bei heiß eingezogenen Nieten jedoch auf absolute Festigkeit, indem durch die beim Erkalten des Bolzens erfolgende Zusammenziehung desselben eine Spannung in demselben hervorgerufen wird, die ein Zusammendrücken der beiden Bleche A, B in solchem Grade erzeugt, dass die Reibung beider Bleche bedeutend größer ist als die Kraft, welche die Bleche auseinander zu ziehen strebt. — Der Nietbolzen hat daher nur seiner inneren Spannung genügenden Widerstand zu leisten, und kann man durch entsprechende Wahl seines Durchmessers ein Abspringen der Nieten leicht vermeiden.

Um ein Durchreißen des Bleches gegen den Rand hin zu verhindern, braucht eben nur der Abstand der Nieten vom Rande ein

genügend großer zu sein, und wird der $1^1/_2$fache Bolzendurchmesser als Minimalentfernung der Nietenmitte vom Blechrande angesehen.

Was endlich das Durchreißen des Bleches von einer Niete zur andern betrifft, so ist es einleuchtend, dass durch das Lochen des Bleches die Festigkeit desselben leidet. Es ist auch die Festigkeit der Verbindungsstelle immer geringer als die des ungelochten Bleches. Je weniger Nieten daher eine Nietenreihe (innerhalb gewisser Grenzen) besitzt, eine je größere Nietentheilung also angewendet wird, eine desto größere Festigkeit besitzt die Nietung, desto geringer ist die Gefahr eines Durchreißens des Bleches an der Verbindungsstelle. — Will man aber zwei Bleche so verbinden, dass sie ein Durchlassen von tropfbaren Flüssigkeiten oder Gasen nicht gestatten, d. h. will man ihre Dichtigkeit erzielen, so muss der Abstand zweier Nieten voneinander ein möglichst geringer sein. Aus Blech genietete Träger besitzen daher eine Festigkeitsnietung, während bei Gefäßen, die Flüssigkeiten aufnehmen sollen, ausschließlich Dichtigkeitsnietungen angewendet werden. Bei Dampfkesseln muss beiden Anforderungen gleichzeitig Rechnung getragen werden; selbe müssen genügend fest und auch dicht sein.

Soll eine möglichst dichte Verbindung zweier Bleche erfolgen, so genügt die Wahl eines kleinen Nietenabstandes allein nicht, sondern es müssen die Bleche außerdem sorgfältig verstemmt werden. Diese Arbeit besteht darin, dass man die schräg abgehobelten Blechränder, die nie vollständig genau aneinander aufliegen, mittelst geeigneter Werkzeuge durch Hammerschläge zum vollkommenen Aufliegen bringt.

Die Verbindung zweier Bleche erfolgt, wie wir gesehen, durch eine regelmäßige Aufeinanderfolge von Nieten (Nietennaht). — Die Verbindung kann durch Anwendung einer oder mehrerer solcher Nähte erreicht werden; man heißt sie im ersteren Falle eine einfache Nietung (Fig. 1), im letzteren eine mehrfache (Fig. 2). Bei einer mehrfachen Nietung werden die Nieten der zweiten Reihe gegen die der ersten um die halbe Theilung versetzt.

Ebene wie gekrümmte Flächen bildet man aus einzelnen Blechtafeln; die Verbindung erfolgt dabei entweder durch ein Überlappen der Bleche oder durch Anbringung von Laschen. — Die Überlappung der Bleche besteht in einem Zusammenschieben derselben in einer Weise, dass sie sich in einem Streifen bedecken, welcher die, beide Blechtafeln verbindenden Nieten aufnimmt. Sind dabei die beiden Blechtafeln vollkommen gerade geblieben, so steht das zweite Blech um die Blechdicke vom ersten ab; man biegt

(kröpft) daher häufig die Ränder, um beide Bleche in eine Flucht zu bringen. — Die Verbindung mittelst Laschen erfolgt in der Art, dass man die Bleche stumpf aneinander stoßen lässt und über die zwischen denselben bleibende Fuge auf einer oder auf beiden Seiten Blechstreifen, die Laschen, legt, welche durch gesonderte Nietreihen mit jedem der Bleche verbunden werden; man nennt im ersteren Falle die Verbindung eine einfache Laschenvernietung, im letzteren aber eine Kettenvernietung. In beiden Fällen kann jedes Blech auch eine doppelte oder mehrfache Nietnaht erhalten. — Bei der Bildung von Flächen genügt meistens die Verbindung von nur zwei Blechen nicht, sondern es wird erforderlich, diese mit einem dritten oder auch drei Bleche mit einem vierten zu verbinden. Eine Verbindung von drei Blechen ist in Fig. 4, Taf. 1, dargestellt. Eine Blechtafel *C* soll mit den Blechen *A*, *B* verbunden werden. Es erfolgt dies in der Art, dass man die Tafel *C* unter die beiden anderen so schiebt, dass sie von denselben in einem Streifen, der für die Aufnahme von Nieten genügend breit ist, überdeckt wird. Die Blechtafel *B* ist behufs besseren Anlegens keilförmig zugeschärft, das Blech *A* kröpft sich darüber. — In Fig. 5 derselben Tafel sind vier Bleche miteinander verbunden. Die Bleche *A* und *C* stoßen stumpf aneinander und werden durch *B* und *D* gedeckt. *A* und *C* könnten auch keilförmig zugeschärft einander übergreifen, während *B* und *D* ungeschärft und ungekröpft bleiben würden.

Die Bildung von Kanten erfolgt durch Umflantschen des einen oder des andern Bleches oder durch Einschalten von Winkeleisen. Wird erstere Verbindungsart angewendet, so kann entweder die Flantsche nach innen (Fig. 7) oder nach außen gekehrt werden, und hängt die Wahl der einen oder andern Verbindungsart von den sich geltend machenden Nebenumständen ab. Die wohl am häufigsten vorkommende Kantenbildung ist die durch Winkeleisen (Fig. 9), welch letztere bei Blechconstructionen eine äußerst wichtige Rolle spielen.

Die Bildung von Ecken bietet bei der Verbindung von Blechen wohl die meisten Schwierigkeiten, und ist die Art und Weise der Durchführung gänzlich von der angewendeten Kantenbildung abhängig. In Fig. 12, 13 ist eine Kantenbildung durch Winkeleisen vorausgesetzt und demgemäß die Eckverbindung durchgeführt. Die beiden verticalen Bleche sind mit dem horizontalen durch ein Winkeleisen verbunden, welches im rechten Winkel abgebogen ist. Die Verbindung der beiden verticalen Bleche erfolgt durch ein Winkeleisen, das sich

über das erstere kröpft. — Es tritt bei solchen Verbindungen häufig der Fall ein, dass die vorstehenden Nietenköpfe der Verbindung hinderlich werden; man versenkt dann dieselben. Es erfolgt dies in der Weise, dass man das Nietloch des einen oder andern oder beider Bleche auf zwei Drittel der Blechstärke konisch erweitert und die Schließköpfe der Nieten in die so gebildeten Vertiefungen legt.

II. Schraubenverbindungen.

Über das Erzeugen einer Schraubenlinie wurde bereits im ersten Bande, S. 229, Erwähnung gethan. Das Entstehen derselben kann man sich (Fig. 14, Taf. 1) durch die Bewegung eines Punktes auf der Mantelfläche eines Cylinders vorstellen, welche derart vor sich geht, dass der sich bewegende Punkt gleiche Winkelgeschwindigkeit behält und dabei gleichzeitig der Größe des Drehwinkels proportional in der Axenrichtung aufsteigt. Die Begriffe «Schraubengang» und «Ganghöhe» wurden ebenfalls erläutert, und kann das Entstehen eines Schraubengewindes sowie die Form der Schrauben, endlich deren Eintheilung in flach- und scharfgängige (Fig. 15, 16, 26, Taf. 1) als bekannt vorausgesetzt werden. Es bliebe daher nur noch zu erwähnen, dass die im Maschinenwesen verwendeten Schraubenmuttern eine sechseckige oder viereckige Form erhalten und dass ferner Steigung und Ganghöhe der Schraubengewinde meist in einer gewissen Beziehung zum Bolzendurchmesser stehen (Whitworth'sche Schraubenscala).

Die zur Befestigung von Maschinentheilen verwendeten Schrauben sind ausschließlich scharfgängige, und erfolgt die Befestigung selbst in der Weise, dass man den Schraubenbolzen durch die an geeigneter Stelle angebrachten Löcher zweier zu verbindender Theile, beispielsweise zweier Platten, hindurchsteckt, die Schraubenmutter aufsetzt und so lange niederschraubt, bis der Schraubenkopf an einer und die Schraubenmutter an der andern Platte aufliegt. Durch weiteres Anziehen der Mutter mit einem hiezu geeigneten Schraubenschlüssel werden die beiden Platten mit einer gewissen Kraft aneinander gepresst, die dem im Schraubenbolzen hervorgerufenen Zuge entspricht und die Platten hindert, sich in der axialen Richtung des Schraubenbolzens, sowie in der darauf senkrechten bewegen zu können. — Dass die Schraubenverbindung eine leicht demontirbare ist, ist einleuchtend

da sie durch Emporschrauben der Mutter auf dem Bolzen behoben werden kann. Wie bei der Nietenverbindung die Niete allen Kräften genügenden Widerstand entgegenzusetzen hat, die eine Veränderung der relativen Lage beider verbundenen Theile zu bewirken trachten, so ist es bei der Schraubenverbindung der Schraubenbolzen, der dies besorgen soll. Er wird wie die übrigen Schraubentheile meist aus Schmiedeisen erzeugt und gewöhnlich auf absolute Festigkeit beansprucht. Wäre jedoch die Verbindung so angeordnet, dass der Bolzen auf Scheerfestigkeit beansprucht würde, so wird die scheerende Einwirkung der Zugkräfte durch Einschaltung von Scheiben oder Keilen behoben. — Liegt eine Schraubenmutter auf Gusseisen auf, so soll dies stets auf einer bearbeiteten Fläche erfolgen; oft gibt man auch schmiedeiserne Unterlagsscheiben. Auch bei Verbindungen von Hölzern durch Schrauben werden Unterlagsscheiben angewendet; diese dienen jedoch in diesem Falle zur gleichmäßigeren Vertheilung des Druckes der Mutter auf das Holz, weshalb diese Unterlagsscheiben meist mehreren Schraubenmuttern gemeinschaftlich sind. — Die Schraubenverbindung kann, je nach der Gestalt der Verbindungsstücke und nach den Anforderungen, die an eine Verbindung gestellt werden, eine äußerst verschiedenartige sein, und sollen im Folgenden die häufigst angewendeten Schraubenverbindungen besprochen werden.

Die Schraube ohne Kopf (Fig. 17, Taf. 1) unterscheidet sich von der normalen (Fig. 18, Taf. 1) dadurch, dass sie statt des Kopfes einen konischen Ansatz besitzt, der sich in die gleichfalls konische Bohrung des einen der zu verbindenden Theile einlegt. Die Schraube hat daher eigentlich einen versenkten Kopf, und werden solche Versenkungen in allen jenen Fällen angewendet, in denen das Vorstehen des Schraubenkopfes aus irgend welchem Grunde hinderlich wäre.

Die Kopfschraube (Fig. 20, Taf. 1) ist von der gewöhnlichen dadurch verschieden, dass sie keine Mutter besitzt, indem diese durch das mit Gewinde versehene Bohrloch des einen der zu verbindenden Theile ersetzt wird. Diese Verbindung hat den Nachtheil, dass sie durch das Einrosten der Schraubengänge oft schwer gelöst werden kann, was namentlich dann der Fall ist, wenn das Gegengewinde in einen gusseisernen Körper geschnitten wurde. Will man in einem solchen Falle eine bereits eingerostete Schraube entfernen, so reißt der Bolzen häufig ab und muss ausgebohrt werden. Um diesem Übelstande abzuhelfen, wendet man oft die in Fig. 19, Taf. 1, dargestellte

Verbindung in solchen Fällen an, wenn ein Demontiren derselben zu gewärtigen ist. Der Schraubenbolzen besitzt hierbei seinen Kopf nicht am Ende, sondern zwischen beiden Enden eingeschaltet; der Bolzen ist beiderseits mit Gewinden versehen und wird mit Hilfe seines meist viereckigen Kopfes in eines der zu verbindenden Stücke wie eine gewöhnliche Kopfschraube eingebracht. Der Schraubenkopf findet in einer entsprechenden Aussparung des zweiten Theiles Aufnahme, so dass letzterer auf dem ersten Theile unmittelbar aufliegt und durch auf das andere Ende des Bolzens aufgeschraubte Muttern gehalten wird.

Statt des gewöhnlichen Kopfes besitzt mitunter der Schraubenbolzen ein angeschmiedetes Auge und wird durch einen in das eine der beiden Verbindungsstücke eingeschraubten Bolzen, der in die Öffnung des Auges reicht, gehalten (Augschraube), Fig. 21. Das andere Verbindungsstück nimmt in einem Bohrloch das Bolzenende der Schraube auf und wird durch eine Mutter gehalten. Diese Verbindungsart kann selbstverständlich nur dann angewendet werden, wenn der von der Mutter gehaltene Theil nur die Tendenz besitzt, sich vom anderen Theile zu entfernen; sie findet sich häufig bei Stopfbüchsen vor.

Die Keilschraube (Fig. 22, Taf. 1) ist eine Schraube, bei welcher der Kopf durch einen den Bolzen durchdringenden Querkeil ersetzt wird. Ihr analog ist die Fundamentschraube (Fig. 24, Taf. 1), die ihrer häufigsten Anwendung als Befestigungsmittel von Maschinen-Fundamentplatten ihren Namen verdankt. Der Schraubenbolzen geht hierbei durch das Mauerwerk und wird durch einen Querkeil gehalten, der sich auf eine gusseiserne Druckplatte legt.

Bei solchen Verbindungen von Maschinentheilen mit dem Mauerwerke, die keine bedeutende Wichtigkeit besitzen, wendet man fast allgemein die Steinschraube an. Der Schraubenkopf ist in diesem Falle (Fig. 25, Taf. 1) ein pyramidales Stück, das in den Schraubenbolzen übergeht. Dieser Kopf wird in eine gleichfalls pyramidale Öffnung des Steinfundamentes gelegt und in demselben durch Einbringen von kleinen Eisenkeilen und nachherigem Eingießen von Blei oder Schwefel befestiget. Die Kanten des Schraubenkopfes sind behufs besseren Haltes der Schraube aufgehauen.

Verbindungen von mehr als zwei Theilen erfolgen häufig durch Schrauben mit Zwischenkopf (Fig. 23, Taf. 1). Wir haben in diesem Falle eigentlich zwei Schrauben, die einen gemeinsamen Kopf

besitzen, welcher sich in eine Aussparung des Mittelstückes einlegt und dadurch eine feste Verbindung der beiden anderen äußeren Theile an dieses ermöglicht.

Schraubenversicherungen.

Die Verbindung zweier Maschinentheile durch Schrauben besitzt den wesentlichen Vortheil einer leichten Lösbarkeit. Allein dieser Vortheil birgt auch den Übelstand, dass die Lösung durch Selbstlosgehen der Mutter oft ungewünscht erfolgt, was namentlich bei Maschinentheilen, die Stößen ausgesetzt sind, leicht eintritt und die unangenehmsten Folgen herbeiführen kann. — Durch die Wahl eines sehr geringen Steigungswinkels kann diesem Übelstande mit Sicherheit nicht abgeholfen werden, da trotzdem oft ein Losprellen der Mutter stattfindet; auch ist ein vollständiges Anziehen der Schraubenmutter oft gar nicht zulässig, wie dies etwa bei Theilen, die nur eine bestimmte Lage einnehmen können (Lagerdeckel), der Fall ist. Man muss daher den Schrauben besondere Sicherungsvorrichtungen geben. Die einfachste derselben ist eine Gegenmutter, d. i. eine Mutter, die sich auf die eigentliche Befestigungsmutter auflegt und durch die Reibung auf den Gängen dem Loswerden der ersten Mutter entgegenwirkt (Fig. 28, Taf. 1). Mutter und Gegenmutter erhalten in diesem Falle ebene Stirnflächen, um besser aufzuliegen. — Eine andere äußerst einfache Versicherung ist die mittelst Stift oder Splint (Fig. 27, Taf. 1). Häufig sind Gegenmutter und Splint gleichzeitig als Schraubensicherungen angewendet (Fig. 28, Taf. 1). — Eine Sicherung, die ein Nachziehen der Schraube ermöglicht, ist die in Fig. 29, Taf. 1, dargestellte; es erhält nämlich die Schraubenspindel einen kreisförmigen, mit segmentartigen Ausschnitten versehenen Kopf, in welch letzteren der kreisförmige Kopf einer nebenangebrachten Kopfschraube eingreift und so ein Rückgehen der Mutter hindert. Um ein Anziehen der Schraube bewirken zu können, besitzt selbe einen viereckigen Ansatz behufs Aufnahme eines Schraubenschlüssels, und ist ferners der Kopf der kleinen Sicherungsschraube mit einem segmentartigen Ausschnitt versehen, welcher nach erfolgter Verdrehung derselben ein Vorbeigehen des zu sichernden Schraubenkopfes ermöglicht.

Eine namentlich bei Schiffsmaschinen gebräuchliche Schraubensicherung ist die mittelst Klemmschraube. Sie besitzt den Vortheil, jede beliebig kleine Drehung der Mutter behufs Nachziehens

derselben zu gestatten, was bei der früher besprochenen Schraubenversicherung nicht der Fall war. Die Mutter muss hiebei etwas stärker gehalten werden und ist oberhalb sechseckig, unterhalb aber cylindrisch und mit einer eingedrehten Nuth versehen; in diese drückt eine kleine Klemmschraube, die meist aus Stahl erzeugt und gehärtet ist. Diese Klemmschraube ist entweder in dem zu befestigenden Maschinentheile selbst angebracht (Fig. 30, Taf. 1) oder in einer Unterlagsscheibe befestigt (Fig. 31, Taf. 1), wobei diese durch einen kleinen Stift gegen Verdrehung versichert ist. Schrauben, die kein weiteres Nachziehen erfordern, werden entweder durch eine einfache Klemmschraube gesichert (Fig. 32, Taf. 1) oder durch eine angeschraubte, mehreren Muttern gemeinsame Leiste (Fig. 33, Taf. 1) vor dem Zurückgehen gewahrt.

III. Keilverbindungen.

Eine vielfach angewendete Befestigungsart von Maschinentheilen ist die mittelst Keilen; diese Verbindung gehört zu den demontirbaren und wird nach der Beschaffenheit der zu verbindenden Theile verschieden ausgeführt. Das Wesen des Keiles und seine Wirkungsweise wurde bereits im ersten Bande, S. 228, besprochen. Die Steigung des Keiles nennt man auch den Anzug; derselbe kann ein- oder zweiseitig sein. Der Anzug ist bei Keilen, die eine dauernde Verbindung bewerkstelligen sollen, äußerst gering ($\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{50}$); bei solchen, die öfters gelöst werden, etwas größer ($\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{24}$); endlich bei solchen, die eine Verschiebung der verbundenen Theile gestatten sollen, am größten ($\frac{1}{6}$). Während Schraube und Niete vorwiegend auf ihre absolute Festigkeit beansprucht wurden, erfolgt die Anspruchnahme des Keiles auf dessen Scheerfestigkeit, und zwar entweder senkrecht gegen das Querprofil oder senkrecht gegen das Längsprofil des Keiles; im ersteren Falle wird er Längskeil, im letzteren Querkeil genannt. Es sind daher die bei der Keil- und Fundamentschraube vorkommenden Keile Querkeile, während die Befestigung von Rädern und Scheiben auf Achsen oder Wellen durch Längskeile erfolgt. — Längskeile (Fig. 34, Taf. 1, und Fig. 42, Taf. 2) erhalten an ihrem Ende einen vorspringenden Ansatz, Nase genannt, um ein Herausziehen des Keiles zu ermöglichen.

Die Verwendung von Keilen ist eine mannigfache. Die Verbindung kann dabei so erfolgen, dass die verbundenen Theile eine

unverrückbare Lage zueinander einnehmen (wie die Zugstangen in Fig. 39 oder der Kurbelzapfen in Fig. 40), oder die Keilverbindung kann eine derartige sein, dass sie durch Anziehen des Keiles ein gegenseitiges Verrücken der verbundenen Theile gestattet, was in vielen Fällen wünschenswert erscheint. (Schubstangenköpfe, Fig. 37, 38, sind vorwiegend mit derartigen Keilen versehen.)

Keilversicherungen.

Wie die Schraubenmuttern, so müssen auch die Keile gegen das Zurückgehen und Herausfliegen gesichert werden, was durch Anbringung von Vorteckstiften (Fig. 39, Taf. 1), durch Klemmschrauben (Fig. 37, Taf. 1) oder durch Zugschrauben (Fig. 38, Taf. 1) erfolgt. Letztere Sicherungsart wird namentlich bei den hin- und hergehenden Schubstangenköpfen angewendet, und erhält die Zugschraube selbst wieder eine Sicherung durch Gegenmutter.

IV. Bolzenverbindungen.

Die Verbindung mittelst Bolzen erfolgt meist bei Gabelungen und Gelenken. Der Bolzen besteht aus einem cylindrischen Körper (Fig. 35, Taf. 1), der mit einem runden Kopfe versehen und gegen das Herausfallen durch einen vorgesteckten Splint gesichert ist. In Fig. 35, Taf. 1, besitzt der Kopf einen nasenförmigen Ansatz, der ein Verdrehen des Bolzens hindert. Der vorgesteckte Splint stützt sich dabei auf eine Unterlagsscheibe. Der Bolzenkopf wird mitunter auch eingelassen; in diesem Falle wird er konisch hergestellt, wie aus der in Fig. 36 dargestellten Befestigungsweise ersichtlich ist.

B. Mittel zur Übertragung rotirender Bewegungen.

Als zweite Gruppe von Maschinenelementen kann man jene betrachten, die zur Übertragung rotirender Bewegungen dienen. Nach der Art und Weise der Übertragung theilen sich diese Elemente in zwei Gruppen, nämlich in solche, welche die rotirende Bewegung ohne Geschwindigkeits- und Drehungsrichtungs-Änderung übertragen, und in solche, die entweder die eine oder die andere oder auch beide Änderungen gleichzeitig bezwecken.

I. Mittel zur ungeänderten Übertragung von rotirenden Bewegungen.

1. Achsen und Wellen.

Zur ungeänderten Übertragung rotirender Bewegungen bedient man sich im Maschinenwesen der Achsen und der Wellen. Beide sind meist cylindrische Körper, die durch die continuirliche Drehung um ihre geometrische Axe das Fortpflanzen einer rotirenden Bewegung ermöglichen. Je nach der Art der Inanspruchnahme werden sie in Achsen und Wellen geschieden; erstere sind bloss biegenden Kräften, letztere aber verdrehenden oder auch gleichzeitig biegenden und verdrehenden Kräften ausgesetzt.

Achsen sind aus Guss- oder Schmiedeisen, selten aus Holz hergestellt, und dienen zur Aufnahme von Rädern oder ähnlichen Maschinentheilen, mittelst denen die drehende Bewegung übertragen wird. Das Gewicht der Räder belastet die Achse; sie heißt eine einfach oder mehrfach belastete, je nachdem sie ein Rad oder mehrere Räder aufnimmt. Jener Theil, der zur Aufnahme der Last des Rades dient, heißt Achsenkopf und ist den Regeln der Biegungsfestigkeit entsprechend stärker gehalten. Jede Achse erhält an mindestens zwei Stellen Unterstützungen. Fällt die Belastung außerhalb des Unterstützungspunktes hinaus, so heißt die Axe eine freitragende.

Wellen werden entweder nur durch drehende Kräfte beansprucht und heißen in diesem Falle Torsionswellen, oder sie sind auch gleichzeitig belastet und werden dann belastete Wellen genannt. Belastete Wellen erhalten im Angriffspunkte der Last eine Vergrößerung des Durchmessers, einen Kopf; der Durchmesser der Welle läuft gegen denselben an (Anläufe). Torsionswellen werden meist aus Schmiedeisen, belastete Wellen, wie die Achsen, vorwiegend aus Gusseisen erzeugt, wobei sie behufs Materialersparnis einen meist sternförmigen Querschnitt erhalten.

2. Kupplungen.

Erfolgt die Übertragung der rotirenden Bewegung auf größere Entfernungen, so ist es nöthig, die einzelnen Wellenstücke miteinander zu verbinden. Jene Vorrichtungen, deren man sich zur Verbindung von Wellenstücken bedient, heißen Kupplungen.

Sie können entweder so eingerichtet sein, dass die beiden Wellenenden in einer festen Verbindung bleiben, und heißen dann feste

Kupplungen, oder sie sind so beschaffen, dass durch Ein- und Ausrücken gewisser Theile die Mitnahme des getriebenen Wellenstückes von Seite des treibenden erfolgt oder unterbrochen wird (Ein- und Auskuppeln); letztere werden lösbare Kupplungen genannt.

Feste Kupplungen kommen in verschiedenen Anordnungen vor; sie können ein- oder zweitheilig sein. Zu den ersteren rechnet man die Muffenkupplung (Fig. 42, Taf. 2); die Wellenenden stoßen dabei entweder stumpf aneinander (wie im vorliegenden Falle) oder bilden durch einfaches oder schwalbenschwanzförmiges Überlappen ein sogenanntes Schloss. Über diese Wellenenden wird eine Muffe geschoben und mit denselben durch einen Längskeil, mitunter noch mit jedem Wellenstück durch je einen Querkeil (Fig. 39, Taf. 1) verbunden. — Eine zweitheilige Kupplung ist die in Fig. 43, Taf. 2, dargestellte Scheibenkupplung. Sie besteht aus zwei Scheiben, die mit den beiden Wellenenden durch Längskeile verbunden sind und untereinander durch Schrauben in Verbindung stehen.

Zu den lösbaren Kupplungen zählt man alle jene Constructionen, die ein Ein- und Ausrücken der getriebenen Welle ermöglichen; sie werden im allgemeinen in Zahn- und Frictionskupplungen eingetheilt. Im ersteren Falle erfolgt die Mitnahme der getriebenen Welle von Seite der treibenden durch zahnförmig gestaltete Theile; wird der Eingriff dieser Stücke durch Verrücken eines Kupplungstheiles unterbrochen, so erfolgt auch gleichzeitig eine Unterbrechung der Bewegung der getriebenen Welle. Im letzteren Falle erfolgt die Mitnahme durch Scheiben, die, aneinander gepresst, eine Reibung verursachen, welche zur Übertragung der Bewegung genügt; auch in diesem Falle kann die Bewegung unterbrochen werden, wenn man durch Ausrücken des einen Kupplungstheiles die zur Mitnahme nöthige Reibung behebt. (Universalgelenke; Hook'scher Schlüssel.)

3. Zapfen.

Jede Welle oder Achse muss behufs eines unverrückbaren Verbleibens in ihrer Lage und Richtung mindestens an zwei Stellen unterstützt werden. Diese Unterstützungsstellen haben aber auch die Drehung der Welle um ihre geometrische Axe zu ermöglichen, und muss daher der getragene Theil der Welle die Form eines Rotationskörpers erhalten, der diesen aufnehmende Theil jedoch die zugehörige Hohlform besitzen. Ersteren Theil nennt man Zapfen; die ihn ganz oder theilweise umfassende Hohlform wird Lager genannt.

Zapfen kommen bei der Mannigfaltigkeit der Anwendung rotirender Bewegungen außerordentlich häufig vor. Je nach der Art der Inanspruchnahme der Zapfen durch die sie belastenden Kräfte werden sie im allgemeinen in Trag- und Stützzapfen getheilt. Tragzapfen können als Stirn- oder als Halszapfen vorkommen, je nachdem sie am Ende einer Welle liegen oder sich im Verlaufe derselben eingeschaltet befinden. Stützzapfen können entweder als Spur- oder als Kammzapfen zur Anwendung gelangen, wobei für die Benennung der bei den Tragzapfen angeführte Eintheilungsgrund maßgebend ist.

Die Länge und der Durchmesser eines Zapfens sind von Einfluss auf dessen Festigkeit, auf den durch die Reibung bedingten Effectverlust und auf die Abnützung desselben. — Die Festigkeit des Zapfens erfordert eine thunlichst geringe Länge desselben, indem alle der Belastung der Welle entsprechenden Druckkräfte auf denselben biegend wirken und ihr Biegungsmoment der Zapfenlänge direct proportional ist. Der durch die Reibung hervorgerufene Effectverlust ist von der Zapfenlänge unabhängig, steigt aber mit der Vergrößerung des Zapfendurchmessers. Die aus der Zapfenreibung folgende Abnützung erfordert möglichst große Berührungsflächen des Zapfens mit dem Lager, da sie um so geringer ausfallen wird, je kleiner der Druck für die Einheit der Berührungsfläche ist. Eine möglichst geringe Abnützung des Zapfens kann daher nur auf Kosten des Effectverlustes erreicht werden, indem man nur durch Vergrößerung der Länge oder des Durchmessers große Berührungsflächen erreichen kann.

Tragzapfen müssen immer mit Anläufen versehen werden, die den Zweck haben, ein Verschieben der Welle infolge Auftretens etwaiger Schubkräfte zu verhindern. — Kammzapfen nehmen den Druck durch eine Anzahl von Ringen auf, welche an der Welle angebracht sind und sich in die ringförmigen Vertiefungen des zugehörigen Lagers einlegen. Auch hier wählt man auf Kosten der Effectübertragung lieber größere Durchmesser der Ringe, indem dadurch der Druck auf die Flächeneinheit, mithin auch die Abnützung, geringer wird, was aus dem Grunde um so nöthiger erscheint, als sich der Druck ohnehin nicht auf alle Ringe vollkommen gleichförmig vertheilt.

4. Lager.

Zapfenlager haben, wie bereits erwähnt wurde, einen zweifachen Zweck; sie sollen erstens die Drehung des Zapfens um seine geometrische Axe ermöglichen, anderseits den Zapfen, mithin auch

die Welle, in einer Lage erhalten, die ihr Zusammenhang mit anderen Maschinentheilen bedingt. — Zapfenlager bestehen daher aus Theilen, die durch gänzliches oder theilweises Umschließen des Zapfens seine Drehung, und aus solchen, welche die Befestigung desselben ermöglichen sollen; ersteren Zweck erfüllen die Lagerschalen, letzteren der Lagerkörper.

Die Lagerschalen sind meist zwei-, mitunter auch mehrtheilig, und müssen die Hohlform jenes Rotationskörpers besitzen, die dem Zapfen eigen ist; sie sind daher in den meisten Fällen nach einer cylindrischen, seltener nach einer Kugelfläche geformt. Sie bestehen stets aus einem weicheren Materiale als der Zapfen, um die Zapfenreibung und mithin auch die Abnützung des Zapfens möglichst zu verringern. In besonders wichtigen Fällen bringt man in den Lagerschalen Aussparungen an, welche mit leichtflüssigen Legirungen ausgegossen werden. Die so gebildeten Auflagen schmiegen sich dem Zapfen leicht an und tragen bei guter Wartung zu dessen Erhaltung wesentlich bei; im entgegengesetzten Falle schmelzen sie schon bei selbst geringer Erwärmung des Zapfens und machen durch sofortiges Verstopfen der Schmierlöcher und Schmiernuthen eine weitere Schmierung des Zapfens mit Öl unmöglich. — Die Lagerschalen werden vom Lagerkörper aufgenommen, der zum mindesten aus zwei Theilen besteht, nämlich aus dem Lagerdeckel und dem Lagerkörper im engeren Sinne. Beide Theile werden durch Schrauben in einer bestimmten Lage gehalten. Der Lagerkörper ermöglicht mittelbar eine Befestigung desselben mit dem Fundamente und hält auf diese Weise auch den Zapfen und die Welle in einer bestimmten Richtung. Er ruht entweder auf einer eigenen Lager- oder Fundamentplatte auf, welche ihrerseits mit dem Fundamente verbunden ist, oder er ist auf einem Gerüste (Lagerstuhl) befestigt. Lagerdeckel wie Lagerkörper sind meist aus Gusseisen erzeugt und heißen nach der Art des Zapfens, zu dessen Aufnahme sie dienen, Trag- oder Stehlager Fuß- oder Spurlager. — Lager, die an einem horizontalen Balken derart befestigt sind, dass der Zapfen unterhalb desselben zu liegen kommt, nennt man Hängelager; solche, die auf einem erhöhten Gerüste befestigt werden, Bocklager.

Fig. 44, Taf. 2, stellt ein Stehlager dar; der Aufriss ist halb im Schnitte, halb in der Ansicht gezeichnet, der Grundriss ist in einer Hälfte mit abgehobenem Lagerdeckel dargestellt. — Die beiden Lagerschalen besitzen vorspringende Ränder, Nasen, mittelst denen sie

sich an den Lagerkörper anlegen und verhindert werden, eine Längsverschiebung einzugehen; an ihrem inneren Umfange besitzen sie die dem Zapfendurchmesser entsprechende Bohrung und liegen mit ihrem äußeren Umfange in zwei ringförmigen Hauleisten im Lagerkörper auf. Letztere sind deshalb angebracht, um nicht den ganzen äußeren Umfang der Lagerdeckel sowie das Innere des Lagerkörpers bearbeiten zu müssen. Um ein Verdrehen der Lagerschalen zu verhindern, besitzt jede Lagerschale ein Zäpfchen, welches in eine entsprechende Bohrung des Lagerkörpers passt, oder sie erhalten seitliche Nasen (Fig. 44, *b*), oder es werden ihre äußeren Hauleisten nach den Flächen eines sechsseitigen Prisma bearbeitet (Fig. 44, *a*), welche auf die in derselben Weise gebildeten Flächen des Lagerkörpers zu liegen kommen. Lagerkörper und Lagerdeckel greifen ineinander ein und lassen zwischen sich einen Spielraum, der mindestens ebenso groß sein muss als der zwischen beiden Lagerschalen. Er dient dazu, um trotz der allmählichen Abnützung der inneren Schalenflächen durch das Nachziehen der Deckelschrauben stets eine sichere Lagerung des Zapfens erzielen zu können. — Der Lagerdeckel besitzt einen gefäßartigen Ansatz, der zur Aufnahme von Schmiermaterial dient, welches durch die im Deckel wie in der oberen Lagerschale angebrachte Bohrung (in welche ein kleines Rohr gesetzt wird) zum Zapfen gelangt und sich auf demselben durch die an der Innenfläche der Lagerschale angebrachten Nuthen gleichmäßig vertheilt. — Der untere Theil des Lagerkörpers liegt auf der Fußplatte des Lagers auf, weshalb die Köpfe der Deckelschrauben in einer entsprechenden Vertiefung des Lagerkörpers versenkt sind. Die Fußplatte wie der untere Lagerkörper sind gleichfalls mit Schrauben verbunden; die Schraubenlöcher sind behufs leichterer Montirung des Lagers länglich und stehen quer übereinander. Befindet sich der Lagerkörper in seiner richtigen Lage, so wird er mit der Fußplatte durch festes Anziehen der Schrauben sowie durch Eintreiben von Eisenkeilen, die sich einerseits an die seitlichen Nasen der Fußplatte, anderseits an den Lagerkörper anlegen, sicher verbunden; die Fußplatte selbst wird mittelst Fundamentschrauben am Mauerwerke befestigt.

Fig. 45, Taf. 2, stellt ein Fußlager dar. Dasselbe besteht aus einer kreisförmigen Platte, der Spurplatte, welche im Gegensatze zu den Lagerschalen der Stehlager aus einem härteren Materiale als der Zapfen (meistens aus Stahl) erzeugt ist, auf dem Lagerkörper aufliegt und durch einen sowohl in die Platte als in den Lagerkörper

eingelassenen Stift am Mitdrehen gehindert wird, und aus einer Metallbüchse, die im Lagerkörper sitzt und oben behufs Aufnahme des Schmiermaterials etwas erweitert ist. Die Verbindung des Lagerkörpers mit der Fußplatte, sowie jene mit dem Fundamente, erfolgt in der beim Traglager beschriebenen Weise.

II. Mittel zur geänderten Übertragung rotirender Bewegungen.

Die continuirlich rotirende Bewegung einer Welle kann auf eine andere unter gleichzeitiger Änderung der Geschwindigkeit oder der Drehungsrichtung übertragen werden; eine solche Übertragung wird hauptsächlich — je nachdem der Abstand der beiden Wellen ein größerer oder kleinerer ist — durch Riementriebe oder durch Räderwerke und nur selten durch Scheiben, über welche Ketten oder Seile gelegt sind, bewerkstelligt.

1. Riementriebe.

Jeder Riementrieb besteht aus zwei cylindrischen Scheiben (Riemenscheiben oder Rollen) und aus einem über sie gelegten Riemen ohne Ende (Treibriemen), welcher einen Theil des Umfangs derselben umspannt. Jene Riemenscheibe, welche auf der Welle angebracht ist, von welcher aus die Bewegung weiter übertragen werden soll, heißt die treibende, jene, auf welche die Bewegung übertragen wird, die getriebene; das Riemenstück, welches auf die treibende Scheibe aufläuft, nennt man das führende, das von ihr ablaufende Riemenstück das geführte. — Besteht ein Riementrieb nur aus den oben erwähnten Bestandtheilen, und erfolgt somit die Leitung des Treibriemens ohne Zuhilfenahme anderer Rollen, so heißt er ein selbstleitender, im entgegengesetzten Falle ein Riementrieb mit Leitrollen. (Offene und gekreuzte oder geschränkte Riementriebe.)

Die Übertragung der Bewegung von einer Riemenscheibe auf die andere ist nur durch die Reibung möglich, welche der Riemen infolge seiner Anspannung auf den Mantelflächen der Riemenscheiben wachruft; diese Reibung wird, falls selbe so gering sein sollte, dass ein Riemengleiten stattfindet, durch Aufstreuen von Colophoniumstaub

auf die Gleitseite des Riemens erhöht. — Beginnt die treibende Riemenscheibe sich zu drehen, so erfolgt zunächst die Mitnahme des führenden Riemenstückes infolge seiner Reibung auf der treibenden Rolle; da dieses Riemenstück jedoch auch von der getriebenen Riemenscheibe infolge der Reibung gehalten wird, so tritt eine Anspannung desselben ein, welche so lange wächst, bis durch selbe der Umfangswiderstand der getriebenen Scheibe erreicht ist; dann erst bewegt sich die letztere. — Dass bei so erfolgter Bewegungsübertragung auch gleichzeitig eine Geschwindigkeitsänderung erfolgen kann, wird ersichtlich, wenn man bedenkt, dass die Umfangsgeschwindigkeiten der Scheiben eines Riementriebes — ein Gleiten des Riemens ausgeschlossen — gleich sein müssen; denn da die Umfangsgeschwindigkeiten der Riemenscheiben ihrem Durchmesser und ihrer Umdrehungszahl direct proportional sind, so ist klar, dass eine Änderung des Durchmessers einer Scheibe, bei gleich bleibender Umfangsgeschwindigkeit, auch eine Änderung der Umdrehungszahl im Gefolge haben müsse; und zwar verhalten sich die Umdrehungszahlen der Wellen eines Riementriebes verkehrt wie die Durchmesser der zugehörigen Riemenscheiben. Dass ein Riementrieb nebst der Änderung der Umdrehungszahl (Geschwindigkeit) auch eine Änderung der Drehungsrichtung bewerkstelligen kann, wird aus dem Anblick eines gekreuzten Riementriebes ersichtlich.

Treibriemen werden oft aus Guttapercha, meistens aber aus gut gegerbtem Leder erzeugt, welches in Streifen geschnitten und durch Nähte zu einem Stücke ohne Ende gebildet wird; seltener erfolgt die Verbindung der einzelnen Riemenstücke durch Leimung, durch Nieten oder Metallschnallen.

Die Riemenscheiben werden aus Gusseisen (manchmal aus Holz) erzeugt; sie bestehen (Fig. 46, Taf. 2) aus der Nabe, welche mittelst eines Keiles auf der Welle befestigt wird, aus dem Kranze, auf welchen der Riemen zu liegen kommt, und aus den Armen, welche die Verbindung der Nabe mit dem Kranze herstellen. — Behufs einer besseren Auflage des Riemens ist bei größeren Riemenscheiben die äußere Fläche des Kranzes etwas gewölbt abgedreht.

Oft tritt das Bedürfnis ein, die Geschwindigkeit der getriebenen Welle, bei sich gleich bleibender Geschwindigkeit der treibenden, zu ändern; je nachdem die beabsichtigte Änderung der Geschwindigkeit der getriebenen Welle eine successiv zu- oder abnehmende oder aber nach einem bestimmten Verhältnisse anzuwendende sein soll, bedient

man sich der konischen Trommeln oder der Stufenscheiben; erstere finden beispielsweise in Spinnereien, letztere namentlich bei Holz- und Metall-Bearbeitungsmaschinen Verwendung. Die Stufenscheiben (Fig. 47, Taf. 2) bestehen aus mehreren Riemenscheiben von verschiedenen Durchmessern, welche in einem Stücke gegossen werden. Die Durchmesser eines Stufenscheibenpaares müssen zueinander in einem bestimmten Verhältnisse stehen, damit eine durch sie einzuleitende Geschwindigkeitsänderung nicht auch gleichzeitig eine Änderung der Länge des zugehörigen Treibriemens nothwendig mache.

2. Räderwerke.

Soll die rotirende Bewegung einer Welle auf eine zweite ihr nahe liegende Welle übertragen werden, so wendet man bei Übersetzung kleinerer Kräfte Scheiben an, die sich, je nach der Achsenlage, in cylindrischen oder in konischen Flächen berühren. Wenn beide Scheiben aneinander gepresst werden, so erfolgt die Bewegungsübertragung infolge der durch den Druck hervorgerufenen Reibung der sich berührenden Flächen; solche Scheiben nennt man Frictionsräder. — Ist aber der Umfangswiderstand ein größerer, und sind Stöße oder plötzliche Geschwindigkeitsänderungen der treibenden Welle zu gewärtigen, und wäre ferner bei größerem Umfangswiderstande die zur Bewegungsübertragung nöthige Reibung beider Räder so groß, dass daraus eine baldige Abnützung derselben folgen würde, so versieht man die Räder an ihrem Umfange mit künstlichen Unebenheiten in der Art, dass die Erhöhungen des einen Rades in Vertiefungen des anderen eingreifen. Diese am Umfang angebrachten Erhöhungen nennt man Zähne, die entsprechenden Vertiefungen Zahnlücken, endlich die Räder, an denen sie angebracht wurden, verzahnte Räder oder Zahnräder. — Wenn wir uns die Zahnräder auf solche Weise aus Frictionsrädern entstanden denken, so ist es ersichtlich, dass sich selbe gleichfalls in zwei Rotationsflächen berühren, die bei paralleler Stellung der Achsen Cylinderflächen, bei schiefer Stellung derselben aber Kegelflächen sein werden. Im ersteren Falle nennt man sie cylindrische oder Stirnräder (Fig. 48, Taf. 2), im letzteren konische oder Kegelräder (Fig. 49, Taf. 2).

Denkt man sich die Berührungsfläche eines Stirnrades durch eine senkrecht zu seiner Achsenrichtung gelegte Ebene geschnitten, so ist die hiedurch entstehende Durchschnittslinie offenbar ein Kreis.

Diesen nennt man den Grund- oder Theilkreis. — Auch die Berührungsflächen von Kegelrädern geben, durch senkrecht zu ihrer Achsenrichtung gelegte Ebenen geschnitten, Kreise als Durchschnittslinien, deren Durchmesser gegen den Fuß des Berührungskegels hin wächst; man nennt in diesem Falle den größten dieser Kreise, das ist jenen, der am Fuße des Berührungskegels selbst liegt, den Grund- oder Theilkreis.

Theilkreis wird dieser Kreis deswegen genannt, weil auf demselben die Theilung des Rades, das ist der Abstand zweier Zähne, aufgetragen wird. Der Theilkreis theilt jeden Zahn in zwei Theile: in den Zahnkopf, das ist das oberhalb desselben befindliche Zahnstück, und den Zahnfuß, der unterhalb des Theilkreises liegt. Die gegen die Zahnhöhe senkrechten Dimensionen des Zahnes sind die im Theilkreise zu messende Zahndicke und die Zahnbreite. Die Zahndicke ist von der Theilung des Rades abhängig; sie ist etwas kleiner als die halbe Entfernung zweier Zähne, indem die Zahnlücke größer als die Zahndicke ist. Die Breite und Dicke des Zahnes sowie die Zahnhöhe sind von der Größe der zu übertragenden Umfangskraft sowie von der Umfangsgeschwindigkeit abhängig.

Die den Zahn begrenzenden gekrümmten Seitenflächen nennt man die Zahnflanken. Die Form der Krümmung dieser Seitenflächen ist von Wichtigkeit und muss derart beschaffen sein, dass die Übertragung der Bewegung ohne Stöße und ohne Unterbrechungen stattfindet. Es besitzen daher alle Zahnflanken gut ausgeführter Räder bestimmte Zahnformen. (Beschreibe die Evolventen- und die Cykloiden-Verzahnung.)

Je nach dem Orte der Anbringung der Zähne theilt man die Zahnräder in solche mit äußerer und solche mit innerer Verzahnung ein; im ersteren Falle sitzen die Zähne am äußeren, im letzteren am inneren Umfang des Zahnkranzes.

Das Übersetzungsverhältnis bei Zahnrädern wird nicht wie bei den Riemenscheiben durch das Verhältnis ihrer Durchmesser, sondern durch das ihrer Zähnezahlen ausgedrückt.

Zahnräder werden meist aus Gusseisen, nur in seltenen Fällen aus Messing oder Schmiedeisen hergestellt; sie bestehen aus der Nabe, den Armen und dem Zahnkranze, welch letzterer zur Aufnahme der Zähne bestimmt ist. Die Zähne bestehen entweder aus demselben Materiale wie der Kranz, und sind in diesem Falle mit diesem in einem Stücke gegossen, oder sie sind aus Holz erzeugt und werden

in entsprechende Öffnungen des Zahnkranzes eingesetzt und durch Holzkeile untereinander befestigt (Fig. 48, Taf. 2). Größere Räder erhalten häufig Holzzähne, welche mit den Eisenzähnen des zugehörigen kleineren Rades arbeiten. Der Eingriff eines Rades mit Holz- in eines mit Eisenzähnen ist sehr günstig, indem erstens die Räder bedeutend ruhiger arbeiten, zweitens aber ein Bruch stets bei einem Holz- und nicht bei einem Eisenzahn erfolgt und man ersteren leicht auswechseln kann. — Die Arme der Räder erhalten Verstärkungsrippen und besitzen daher einen T- oder sternförmigen Querschnitt (Fig. 48, Taf. 2, Schnitt *CD* und *AB*).

Soll die drehende Bewegung einer Welle auf eine zweite übertragen werden, die so gelegen ist, dass ihre Axe weder mit der ersteren parallel liegt, noch selbe schneidet, sondern sie kreuzt, so kann diese Bewegungsübertragung nicht in der besprochenen Weise mittelst Stirn- oder Kegelrädern erfolgen, sondern sie geschieht (Fig. 54, Taf. 2) durch den Eingriff schief stehender Zähne eines am Umfang verzahnten Rades mit einem zähneartig geformten Gewinde einer Schraubenspindel. Die Theilung dieses Zahnrades ist dann offenbar gleich der Ganghöhe der Schraube, und es heißt ersteres, wie bereits bekannt, das Schneckenrad, letztere aber die Schnecke oder Schraube ohne Ende.

3. Ketten- und Seiltriebe.

Bei der Anwendung von Ketten- und Seilscheiben zur Übertragung von rotirenden Bewegungen ist es die Anspannung im führenden Ketten- oder Seilstücke, welche auf den Scheiben einen Reibungswiderstand wachruft, der die Bewegungsübertragung ermöglicht. — Man theilt die Ketten je nach der Art ihrer Anwendung in Lastketten und Treibketten. Erstere werden für das bloße Tragen oder Fortbewegen von Lasten, letztere aber bei Übertragung rotirender Bewegungen gebraucht. Ihrer Form nach unterscheidet man: die weite Ringkette (deutsche Kette), die enge Ringkette (englische Kette), die Stegkette und die Gelenkskette (siehe Fig. 50, Taf. 2). Die ersteren drei Gattungen sind aus einer Reihe von ineinandergreifenden Gliedern, den Kettengliedern, die aus Rundeisen erzeugt sind, letztere Gattung aber durch entsprechende Verbindung von Flacheisenschienen mit quergehenden Bolzen gebildet. — Die Kettenglieder der deutschen Ketten sind mehr länglich und lassen ein leichtes

Verwirren der Kette zu, jene der englischen sind mehr oval; die Stegkette besitzt ein eingeschweißtes Querstück, den Steg, um ein Zusammendrücken der Kettenglieder durch starkes Anspannen derselben sowie ein Verwirren der Kette zu verhindern. — Die Erzeugung der einzelnen Kettenglieder erfolgt auf dem Horn eines Ambosses durch Biegen und Zusammenschweißen von Rundeisenstücken, und wird die Hälfte der Kettenglieder für sich, die andere Hälfte aber unter gleichzeitiger Verbindung mit der ersteren erzeugt. Von der guten Schweißung und dem Materiale der Kette hängt die Festigkeit derselben wesentlich ab.

Werden Ketten zur Übertragung rotirender Bewegungen benützt, so erhalten die Kettenscheiben am Umfange entsprechende Vertiefungen, um ein gutes Einlegen der Kette zu ermöglichen. Bei Anwendung von Gelenksketten zum gleichen Zwecke wird der Umfang der Scheibe mit zahnförmigen Vertiefungen versehen, in welche sich die Querbolzen der Kette einlegen.

Zur Verbindung der Kettenstücke untereinander gebraucht man die Scheckel und Wirbel oder Warrel (Fig. 51); erstere bestehen aus einem einerseits offenen Kettengliede von etwas größerer als der normalen Länge, welches durch einen Bolzen abgeschlossen werden kann; letztere ermöglichen ein Verdrehen der Kette um ihre Längenaxe. — Zur Anhängung von zu hebenden Lasten an Ketten bedient man sich der Kettenhaken (Fig. 52); diese besitzen entweder einen kreisförmigen oder einen kreisförmigen, durch zwei parallele Ebenen begrenzten Querschnitt (wie im vorliegenden Falle), oder ihr Querschnitt ist trapezförmig. An den Kettenhaken schließt sich gewöhnlich ein Wirbel an, um dessen Drehbarkeit zu ermöglichen. Soll aber eine Kette an einem Haken befestigt werden, so gebraucht man einen Wirbelring (Fig. 53).

Die zur Verwendung gelangenden Seile werden in Hanfseile und Drahtseile geschieden; ihrer Form nach theilt man sie in Rundseile und in flache oder Bandseile. — Hanfseile werden zu Rundseilen durch Zusammendrehen mehrerer Litzen erzeugt, während Bandseile nebeneinander liegende Litzen besitzen; die bedeutende Biegsamkeit der Hanfseile gestattet ihre Verwendung in allen jenen Fällen, in welchen Rollen oder Trommeln von geringem Durchmesser zur Anwendung gelangen, wie z. B. bei Flaschenzügen. Sie leiden jedoch durch Nässe oder Temperaturwechsel sehr und erhalten in Fällen, in welchen sie solchen Einflüssen sehr ausgesetzt sind,

einen Theer- oder Asphaltanstrich; jedoch erfolgt die Vergrößerung ihrer Dauerhaftigkeit in diesem Falle stets auf Kosten ihrer Biegsamkeit. Die Tragkraft eines Hanfseiles hängt in erster Linie von der Qualität des zu seiner Herstellung verwendeten Hanfes und von der Größe des Seilquerschnittes, sowie vom Grade der Drehung der Fäden in den einzelnen Litzen ab.

Drahtseile werden als Rundseile durch Zusammendrehen von Litzen um eine Hanfseele gebildet; selbe finden hauptsächlich als Trag- und Förderseile, als Triebseile sowie als stehendes Gut auf Schiffen ihre Verwendung. — Da Drahtseile eine große Steifigkeit besitzen, müssen bei Leitung derselben über Rollen letztere bedeutende Durchmesser erhalten, wie z. B. die Seiltrommeln bei Fördermaschinen. Drahtseile werden meistens aus Eisendraht, seltener aus Kupfer- oder Stahldraht erzeugt.

C. Mittel zur Verwandlung geradliniger hin- und hergehender Bewegungen in continuirlich rotirende und umgekehrt.

Die Verwandlung einer gegebenen hin- und hergehenden Bewegung eines Maschinentheils in die continuirlich rotirende einer Welle und umgekehrt spielt im Maschinenwesen eine äußerst wichtige Rolle. Fast bei einer jeden Maschine finden sich derlei Bewegungsübersetzungen vor, und werden dieselben, je nach dem Zwecke, zu welchem das rotirende oder hin- und hergeführte Maschinenelement dienen soll, verschieden ausgeführt. Unter den vielen Anordnungen dieser Bewegungsübertragung ist der Kurbelmechanismus sowie der zu diesem einschlägige mittelst excentrischer Scheiben der wichtigste, und sollen beide in Folgendem zur Besprechung gelangen.

1. Der Kurbelmechanismus.

1. Bestandtheile desselben.

Soll die geradlinig hin- und hergehende Bewegung eines Maschinentheils in die continuirlich rotirende einer Welle umgesetzt werden, so hängt man an das Ende einer mit demselben fest verbundenen Stange gelenkartig eine zweite ein, deren Ende mit dem Zapfen

eines Hebels verbunden ist, welcher sich auf einem Wellenende aufgekeilt befindet. Den Hebelarm der Welle nennt man Kurbel und die mit einem Zapfen desselben, dem Kurbelzapfen, gelenkartig verbundene Stange die Schub- oder Pleuelstange. Die Verbindung der letzteren mit dem Ende der hin- und hergehenden Stange erfolgt durch Einschaltung eines Zwischenstückes, welches Kreuzkopf genannt wird. So lange dieses eine Ausweichung des Endstückes der hin- und hergehenden Stange von ihrer geradlinigen Bahn verhindert, erfolgt mittelst der Schubstange eine rotirende Bewegung der Kurbel. Die Schubstange wird deshalb auch oft Triebstange genannt.

Fig. 1, Taf. 3, zeigt die schematische Anordnung eines Kurbelmechanismus. Der Kreuzkopf ist mittelst einer aus zwei Linealen gebildeten Geradführung geleitet und bedingt das Verbleiben der mit ihm in fester Verbindung befindlichen Stange in ihrer geradlinigen Bahn; er ist aber andererseits mit der Schubstange gelenkartig verbunden, welche um einen am Kreuzkopfe befindlichen Zapfen schwingen kann. Schubstange und Kurbel sind in der Figur durch gerade Linien angedeutet.

2. Art und Weise der Bewegungsübertragung.

Dass ein aus vorerwähnten Bestandtheilen bestehender Mechanismus die hin- und hergehende Bewegung des einen Elements in die rotirende des anderen verwandelt, ist aus folgender Betrachtung leicht ersichtlich: Denken wir uns die Kurbel horizontal nach rechts stehend, so befindet sich der Kreuzkopf in der Stellung 1, und es liegen Kurbel und Schubstange in einer Geraden, die, wie wir sehen werden, auch die Symmetrielinie der ganzen Bewegung ist. Rückt nun der Kreuzkopf gegen den Punkt 2, so müssen sich Kurbel und Schubstange von dieser Symmetrielinie heben oder unter dieselbe senken, indem der Abstand vom Wellenmittel bis zum Kreuzkopfe, der früher der Summe der Schubstangen- und der Kurbellänge gleich war, nun ein geringerer wird.

Angenommen, Kurbel und Schubstange hätten sich über die Gerade $W_3 W_1 K_3 K_1$ (Fig. 2, Taf. 3) gehoben, so bleiben sie auch so lange über derselben, bis der Kreuzkopf in die Stellung 2 gelangt, in welchem Falle die Schubstange die Kurbel deckt und die Entfernung vom Wellenmittel zum Kreuzkopfe der Differenz der Schubstangen- und der Kurbellänge gleich ist. — Bei der Zurückbewegung

des Kreuzkopfes gegen seine ursprüngliche Lage 1 werden sich Kurbel und Schubstange unter die Mittellinie senken, bis sie, beim Eintreffen des Kreuzkopfes in seiner Anfangsstellung, wieder ihre ursprüngliche Lage erreichen, das ist in einer Geraden liegen Bei dieser beschriebenen Bewegung des Kreuzkopfes hat die Schubstange eine schwingende Bewegung vollbracht, der Kurbelzapfen aber ist von W_1 über WW_2 nach W_3 und über W_4 zurück nach W_1 gelangt, hat also, da seine Entfernung vom Wellenmittel constant blieb, um dasselbe einen Kreis beschrieben.

Wenn also der Kreuzkopf von seiner Anfangsstellung über seine Endstellung in die Anfangsstellung zurückkehrt, so beschreibt der Kurbelzapfen einen Kreis und die Welle vollbringt eine Umdrehung. Nachdem dabei die größte Entfernung des Kreuzkopfes vom Wellenmittel gleich der Summe der Schubstangen- und der Kurbellänge, die kleinste Entfernung desselben vom Wellenmittel aber der Differenz jener beiden Längen gleich ist, so sind die äußersten Lagen des Kreuzkopfes um die doppelte Kurbellänge voneinander entfernt. Man sagt hiefür: der Hub des Kreuzkopfes ist gleich der doppelten Kurbellänge.

3. Weg des Kreuzkopfes und des Kurbelzapfens.

Im Vorigen wurde dargelegt, dass die Lage des Kreuzkopfes in seinen Endstellungen K_1 K_3 (Fig. 2) die Stellung des Kurbelzapfens in den Punkten W_1 W_3 bedingt. Über den Weg und die Stellung des Kurbelzapfens für eine beliebige Lage des Kreuzkopfes zwischen diesen Endstellungen gibt uns folgende Betrachtung Aufschluss. Denken wir uns die Schubstange unendlich lang, so wird sie bei der Bewegung der Kurbel stets parallel zur Symmetrielinie bleiben, und es ist die Entfernung des Kreuzkopfes von seiner Anfangslage stets gleich der Horizontal-Projection des Kurbelzapfenweges. Für eine beliebige Stellung W_1 des Kurbelzapfens ist $AW_1 = KK_1$.

Anders verhält es sich, wenn die Schubstange eine endliche Länge besitzt. Halten wir die allgemeine Lage des Kurbelzapfens in W fest, so ist in diesem Falle der Weg des Kurbelzapfens (im Sinne der Symmetrielinie) AW_1 kleiner als KK_1. Denken wir uns nämlich die Schubstange von der Kurbel losgelöst und um den Punkt K in die Mittellinie gedreht, so ist CW_1 der Weg des Kreuzkopfes für diese Kurbellage, indem wir uns ja auch die Schubstange aus der Stellung

$K_1 W_1$ in die Stellung KC längs der Mittellinie verschoben vorstellen können. Um die Größe der Pfeilhöhe des Bogens CW, das ist um die Größe $CA = w$, ist daher der Weg des Kurbelzapfens kleiner als jener des Kreuzkopfes. Wenn sich also der Kurbelzapfen in seiner Mittellage W_2 befindet, so ist nicht auch der Kreuzkopf gleichzeitig in seiner Mittellage, sondern bereits über selbe hinaus. Diese Differenz beider Wege ist für den Punkt W_2 offenbar die größte, indem eine von W_2 entsprechend verzeichnete Bogenlänge, somit auch die zugehörige Pfeilhöhe, die größte wäre. Sie nimmt bei der Weiterbewegung des Kurbelzapfens von W_2 aus ab und ist im Punkte W_3 wieder gleich Null; der Weg der Kurbel im Sinne der Symmetrielinie ($W_1 W_3$) ist gleich dem Wege des Kreuzkopfes ($K_1 K_3$). Bei der Bewegung des Kurbelzapfens auf der unteren Hälfte seiner Bahn tritt gerade das Entgegengesezte ein. Denn befindet sich derselbe unterhalb der Symmetrielinie in einer allgemeinen Stellung W, so ist $W_3 B$ der Weg des Kurbelzapfens, während der Weg des Kreuzkopfes nur $W_3 E$ ist. Eilte daher der Kreuzkopf bei der Bewegung des Kurbelzapfens oberhalb der Mittellinie demselben vor, so eilt er jetzt demselben nach, und zwar erreicht das Nacheilen ein Maximum für die Lage W_4, von welchem Punkte ab es abnimmt und in W_1 wieder gleich Null wird.

Benennen wir jenen Theil der Kurbelwegung, während welchem sich der Kreuzkopf dem Wellenmittel nähert, mit der Bezeichnung Her(zu)gang, und jenen Theil derselben, während welchem sich der Kreuzkopf vom Wellenmittel entfernt, mit Hin(weg)gang, so können wir nach dem Vorigen folgenden Satz aufstellen: Während des Herganges eilt die Kurbel dem Kreuzkopfe nach, während des Hinganges eilt sie demselben vor. — Für eine beliebige Stellung des Kreuzkopfes kann man die zugehörige des Kurbelzapfens leicht dadurch finden, dass von jenem Punkte des Kreuzkopfes aus, in welchem die Schubstange eingehängt ist, mit der Länge derselben einen Kreisbogen beschreibt; der Punkt, in welchem dieser Bogen den Kreis des Kurbelzapfens schneidet, bestimmt die gesuchte Stellung der Kurbel. Dieser Bogen schneidet den Kurbelkreis im allgemeinen in zwei Punkten; es entsprechen daher ein und derselben Kreuzkopfstellung stets zwei Kurbelstellungen; die eine fällt in den Hingang, die andere in den Hergang. — Für die Endstellungen des Kreuzkopfes fallen diese beiden Schnittpunkte in je einen zusammen (W_1 und W_3).

4. Kräfte, welche im Kreuzkopfe und in der Schubstange wirksam sind.

Denken wir uns, die Kurbel bewege sich, wie in Fig. 2, *a* und 2, *b* angedeutet ist, und befinde sich in der Stellung der Fig. 2, *a*. In diesem Falle erfolgt die Bewegung der Kurbel infolge des Schubes, den der Kreuzkopf durch die mit selbem fest verbundene Stange erhält und dessen Intensität und Richtung in der Figur mit *P* bezeichnet ist. Die Schubstange stellt vermöge des Widerstandes, den die Kurbel der Drehung entgegensetzt, der Verschiebung des Kreuzkopfes ein Hindernis entgegen, dem eine in der Figur mit *p* bezeichnete Kraft entspricht, deren Richtung in die der Schubstange fällt. — Soll daher eine Bewegung des Kreuzkopfes, d. i. eine Drehung der Kurbel stattfinden, so muss die Kraft *P* für jede Lage des Kreuzkopfes sich in zwei Componenten zerlegen lassen, deren eine in die Schubstangenrichtung fällt und im allgemeinen größer ist als jener Widerstand *p*, während die andere Componente senkrecht zur Bewegungsrichtung des Kreuzkopfes ausfällt; letztere ist in der Figur mit *Q* bezeichnet. Diese Componente *Q* würde ein Heraustreten des Kreuzkopfes aus seiner geraden Bahn bewirken, wenn er nicht auf einer festen Fläche gleiten würde, die dies verhindert. Für die betrachtete Kurbelstellung in Fig. 2, *a* haben wir also in der Schubstange einen Druck in deren Längenrichtung und im Kreuzkopfe einen Druck nach abwärts. Für den ganzen Hergang der Kurbel bleiben die Verhältnisse dieselben; befindet sich aber die Kurbel im Hingang (Fig. 2, *b*), so herrscht in der Schubstange ein Zug, und der Kreuzkopf wird gleichzeitig abwärts gedrückt.

Setzen wir die in Fig. 2, *c* und 2, *d* angedeutete Drehungsrichtung der Kurbel voraus, so bleibt die Betrachtung dieselbe. — In der Fig. 2, *c* befindet sich die Kurbel im Hergange, die Schubkraft *P* des Kreuzkopfes findet einen Widerstand von der Größe und Richtung der Kraft *p*; soll die Drehung der Kurbel stattfinden, so müssen wir uns die Kraft *P* durch zwei Componenten ersetzt denken, wovon eine jener Kraft *p* entgegengesetzt ist und im allgemeinen wieder größer als selbe sein muss, während die andere Componente wieder senkrecht zur Bewegungsrichtung des Kreuzkopfes ausfällt. Erstere Componente bewirkt bei dieser Kurbelstellung einen Druck in der Längenrichtung der Schubstange, und die zweite mit *Q* bezeichnete wirkt senkrecht nach aufwärts. Letztere würde also ein Abheben des Kreuzkopfes von seiner Bahn bewirken, wenn derselbe nicht geführt wäre. Für den ganzen Hergang der Kurbel bleiben diese Kraft-

verhältnisse gleich. Für den Hingang der Kurbel macht zwar der Druck in der Schubstange einem Zuge in derselben Platz, der Kreuzkopf wird aber wieder nach aufwärts gedrückt, wie aus Betrachtung der Fig. 2, *d* hervorgeht.

Für eine und dieselbe Drehungsrichtung erfolgt somit im Kreuzkopfe ein Druck senkrecht zu seiner Bahn, und zwar stets nur in einer Richtung; in der Schubstange wechseln Zug und Druck bei jeder Umdrehung der Kurbel, die Schubstange wird während des Herganges stets auf Druck, während des Hinganges auf Zug beansprucht.

Die Größe des Druckes im Kreuzkopfe ist in den einzelnen Phasen der Bewegung verschieden; dieser Druck wächst mit dem Winkel α (Fig. 3, Taf. 3), den die Schubstange mit der Symmetrielinie bildet, und ist daher für die Kurbelstellungen 2 und 4 am größten. Der Winkel α wird im allgemeinen um so größer, je kleiner die Schubstangenlänge bei gegebener Kurbellänge ist; man gibt daher den Schubstangen stets die größte zulässige Länge (meistens das 5- bis 7fache der Kurbellänge), um möglichst geringe Schwankungen im Drucke des Kreuzkopfes zu erhalten.

5. Kräfte, welche am Kurbelzapfen wirksam sind.

Die in die Schubstangenrichtung fallenden Kräfte werden unmittelbar auf den Kurbelzapfen übertragen. Denken wir uns die Schubstange unendlich lang, so dass sie für jede Kurbelstellung parallel zur Mittellinie bleiben würde, und eine Kraft P, die constant auf sie einwirkt, so wird für eine beliebige Kurbelstellung offenbar nicht die ganze Kraft P zur Drehung der Kurbel nutzbar übertragen, sondern nur jene Componente derselben, welche in die für diese Kurbelstellung an den Kurbelkreis gezogene Tangente fällt, während die zweite Componente der Kraft P, die senkrecht gegen erstere, also in der Kurbelrichtung liegt, bloß ein Andrücken der Welle im Lager hervorbringt. Es ist einleuchtend, dass in den Lagen 1 und 3 der Kurbel gar keine die Drehung der Kurbel fördernde Kraftübertragung stattfindet; es wird für diese Punkte keine in der Schubstangenrichtung wirkende Kraft imstande sein, der Kurbel eine drehende Bewegung zu verleihen, und man nennt daher auch die Punkte 1 und 3 die todten Punkte. Von der Anfangsstellung 1 steigt die Größe der die Kurbel bewegenden Kraft immer mehr, bis sie bei einer zur Kurbellage 1 senkrechten Richtung ihr Maximum

erreicht, in welchem Punkte diese Kraft, die man auch die Umfangs- oder Tangentialkraft zu nennen pflegt, gleich dem Drucke in der Schubstange wird. Von dieser Kurbellage 2 an sinkt die Umfangskraft immer mehr und wird im Punkte 3, dem zweiten todten Punkte, gleich Null. Beim Hingange erfolgt das Analoge; von der Kurbelstellung 3 an wächst die Umfangskraft, wird in der Stellung 4 gleich dem Zuge der Schubstange (erreicht somit wieder ihr Maximum) und nimmt von da an ab; in der Kurbellage 1 ist sie wieder gleich Null. Eine unendlich lange Schubstange bewirkt also eine Kraftübertragung in der Art, dass die Umfangskraft am Kurbelkreis für die Drehungswinkel von 90° und 270° ihr Maximum erreicht, nämlich der Kraft P gleich wird, für die Winkel 0° und 180° aber ein Minimum erlangt und gleich Null wird.

Diese Betrachtung erhält einige Modificationen, wenn wir die endliche Länge der Schubstange berücksichtigen. Die in die Schubstangenrichtung fallende Kraft ist in diesem Falle nicht constant, sondern wächst, wie aus Fig. 3, Taf. 3, ersichtlich ist, mit dem Winkel, welchen die Schubstangenrichtung mit der Symmetrielinie bildet. Diese Kraft wird offenbar für eine Drehung der Kurbel um 90° (vom todten Punkte aus gerechnet) am größten. Das Maximum der Umfangskraft am Kurbelkreise erfolgt jedoch schon früher, nämlich dann, wenn die Schubstangenrichtung senkrecht zur Kurbelrichtung steht, in welchem Falle zwar eine etwas geringere Schubstangenkraft als das Maximum wirkt, jedoch ganz zur Bewegung der Kurbel verwendet wird. — Für die Punkte 1 und 3 ist die Umfangskraft gleich Null, und wir erhalten somit bei Berücksichtigung der endlichen Länge der Schubstange folgendes Bild über die wechselnde Umfangskraft. Vom Punkte 1, in welchem die Umfangskraft Null ist, steigt selbe, erreicht in einer Stellung, welche etwas vor der senkrechten Kurbellage ist, ihr Maximum, fällt dann wieder allmählich und ist im Punkte 3 wieder Null. Für die weitere Bewegung der Kurbel beim Hingange steigt die Umfangskraft wieder und erreicht für eine gewisse Kurbelstellung (die hier rechts von der um 270° gedrehten Kurbel liegt) ihr zweites Maximum und wird im Punkte 1 wieder Null.

Nachdem, wie früher erwähnt wurde, die in die Schubstangenrichtung fallende Kraft mit dem Neigungswinkel α wächst, so empfiehlt es sich, um möglichst geringe Schwankungen in der Inanspruchnahme der Schubstangen zu erzielen, das Verhältnis der Schubstangenlänge zur Kurbellänge groß zu halten.

6. Geschwindigkeit des Kurbelzapfens.

Wir denken uns, dass der Kurbelzapfen mit einer gewissen Geschwindigkeit im todten Punkte 1 anlange. Würden auf denselben von da an gar keine Kräfte einwirken, so müsste er (vom Einflusse der Reibungswiderstände abgesehen) mit dieser Geschwindigkeit weiter rotiren. Nun wirken aber auf denselben Kräfte ein, nämlich die Umfangskraft im Sinne der Drehung, und zwar mit variabler Intensität, und dieser Umfangskraft entgegen der Umfangswiderstand Q mit constanter Intensität. — Die Einwirkung dieser beiden Kräfte wird die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens in nachfolgender Weise beeinflussen:

Nachdem, wie bekannt ist, die Umfangskraft für den Punkt 1 gleich Null, in der Nähe desselben aber sehr gering ist, so leuchtet ein, dass wegen des constanten Widerstandes Q eine Weiterbewegung des Kurbelzapfens vom todten Punkte aus nur bei gleichzeitiger Abnahme der Geschwindigkeit erfolgen kann, welche Geschwindigkeitsverminderung so lange dauern muss, bis in einer gewissen, zwischen $0°$ und $90°$ liegenden Kurbelstellung die Umfangskraft gleich dem Umfangswiderstande Q wird. Bei der von dieser Lage aus erfolgenden stetigen Zunahme der Umfangskraft, die jetzt immer größer als Q ist, erfolgt auch ein stetiges Wachsen der Geschwindigkeit des Kurbelzapfens. Hieraus ist ersichtlich, dass bei jener Kurbelstellung, in welcher die Umfangskraft gleich Q war, die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens ihren niedrigsten Wert erreichte. Wir wissen, dass (eine unendlich lange Triebstange vorausgesetzt) die Umfangskraft für die Drehung der Kurbel um $90°$ ihr Maximum erreicht und von da ab sinkt. Die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens wächst dabei mit gleichzeitiger Zunahme der Umfangskraft, sie wächst aber auch noch dann, wenn die Umfangskraft bereits im Sinken begriffen ist, und zwar so lange, bis die Kurbel in eine Stellung gelangt, in welcher wieder die Umfangskraft gleich dem Umfangswiderstande wird, da ja in allen vorhergehenden Kurbellagen die Kraft größer als der Widerstand war. Die Kurbellage, in welcher die Umfangskraft zum zweitenmale gleich dem Umfangswiderstande wird, liegt zwischen $90°$ und $180°$ und ist, da bei der Weiterbewegung der Kurbel ein Sinken der Geschwindigkeit eintreten muss, somit jene, in welcher das Maximum der Geschwindigkeit eintritt. — Die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens sinkt bei der weitern Bewegung der Kurbel bis zum todten Punkte 3 wieder auf jene Höhe, die sie im Punkte 1 besaß. Für die Bewegung der Kurbel auf der unteren Hälfte ihrer Bahn tritt genau dasselbe ein;

es erreicht die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens für eine Stellung zwischen 180° und 270° ihr Minimum, für eine Stellung zwischen 270° und 360° ihr Maximum. Die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens wird daher bei jeder Umdrehung der Kurbel an zwei Punkten ein Maximum, an zwei Punkten ein Minimum haben.

Für eine endliche Schubstange erreicht der Kurbelzapfen für jede Umdrehung gleichfalls zweimal eine Maximal- und eine Minimalgeschwindigkeit. Nur die Kurbellagen, in welchen diese Geschwindigkeitsgrenzen erreicht werden, sind andere, da ja auch die Umfangskraft nicht bei 90°, sondern bereits früher ihr Maximum erreicht. — Die Betrachtung erhält aber einige Modificationen, wenn wir auch noch die Einwirkung der bewegten Massen berücksichtigen. In Wirklichkeit tritt das Minimum der Geschwindigkeit nicht bei jener Kurbellage ein, in welcher die Umfangskraft gleich Q ist, sondern später, indem der bei den nächstfolgenden Kurbellagen gewonnene Zuwachs der Umfangskraft dadurch absorbirt wird, dass die mitrotirenden Massen in Bewegung erhalten werden müssen; anderseits erfolgt auch das Maximum der Geschwindigkeit nicht in jener Kurbellage, in welcher die Umfangskraft wieder gleich dem Widerstande wird, sondern später, indem die in rascher Bewegung befindlichen Massen einen gewissen Überschuss an Kraft repräsentiren. Erst wenn dieser aufgezehrt ist, erfolgt ein Sinken der Geschwindigkeit. — Dadurch nun, dass mit dem Kurbelmechanismus verbundene, mitrotirende Massen die Minimal- und Maximalpunkte der Geschwindigkeit des Kurbelzapfens gegen Kurbellagen hin verrücken, in welchen die Umfangskraft eine bereits größere oder, wie im letzteren Falle, eine geringere geworden ist, wird auch der Unterschied zwischen beiden Geschwindigkeitsgrenzen ein geringerer; der Mechanismus arbeitet dann gleichförmiger, und liegt in dieser Function der mitrotirenden Massen die Bedeutung der mit dem Kurbelmechanismus in Verbindung stehenden Schwungräder.

7. Elemente des Kurbelmechanismus.

(Mit besonderer Rücksicht auf Dampfmaschinen und Pumpen.)

a) Kolben. Maschinentheile, die zur Aufnahme der Bewegung tropfbarflüssiger oder gasförmiger Körper dienen, oder zur Übertragung von Bewegungen auf Körper obiger Aggregatzustände verwendet werden, heißen im allgemeinen Kolben. Jeder Kolben muss behufs räumlicher Theilung des ihn umgebenden Gehäuses mit einem entsprechenden

Dichtungsverschlusse an den Gefäßwänden anliegen, d. h. gedichtet sein. Die Dichtung besteht aus einem elastischen Körper, der den cylindrischen Kolben in Form eines Ringes umgibt. Je nach der Lage dieses Dichtungsringes kann man von einer äußeren oder inneren Dichtung sprechen. Im ersteren Falle befindet sich die Dichtung im Vollcylinder und heißt Kolbendichtung, im letzteren liegt sie im Hohlcylinder und heißt Stopfbüchsendichtung. Lässt man das den Kolben umgebende Gehäuse auf einer Seite offen, so heißt der Kolben einfachwirkend, ist dasselbe beiderseits geschlossen, so wird er doppelwirkend genannt. — Die häufigst vorkommenden Kolben sind die Dampf- und die Pumpenkolben. Erstere erfahren infolge des Dampfdruckes eine hin- und hergehende Bewegung, letztere übertragen eine ihnen ertheilte Bewegung auf Flüssigkeiten.

Die Dampfkolben werden, je nach der Art der angewendeten Dichtungsliederung, in Hanf- und Metallkolben geschieden. Hanfliederungen werden nur bei niederem Dampfdrucke (jetzt äußerst selten) angewendet. Metallkolben bestehen aus einem cylindrischen Körper, der an seiner äußeren Mantelfläche eingedrehte Nuthen besitzt, in welchem sich schräge aufgeschnittene Ringe aus Stahl oder Bronze befinden. Diese Ringe legen sich mit einem gewissen Drucke an die Wandungen des Hohlcylinders (hier des Dampfcylinders) und bewirken dadurch die Abdichtung des Kolbens. — Ist das Metall, aus welchem der Cylinder hergestellt wurde, ein weiches, so soll das des Dichtungsringes noch weicher sein, und finden daher Dichtungsringe aus Bronze häufige Anwendung. Die Abnützung soll eben stets eher an dem leicht zu ersetzenden Ringe als am Cylinder stattfinden. — Bei Kolben von geringem Durchmesser werden an der Mantelfläche Nuthen eingedreht und in dieselben passende Ringe aus Bronze eingelegt. Damit diese Ringe sich mit einer federnden Kraft an die Wand des Cylinders anlegen, werden dieselben bei ihrer Erzeugung im Durchmesser größer als der Kolben gemacht und dann ein entsprechendes Stück schräge ausgeschnitten, so dass sie, wenn zusammengedrückt, bis sich die schrägen Schnittenden berühren, gerade den entsprechenden Durchmesser des Kolbens erhalten. Auf diese Art und Weise sind z. B. die Kolben der Dampfpumpen (Fig. 1, Taf. 14), dann jene der Torpedobootsmaschine (Fig. 1, Taf. 22) und der Luftpumpe (Fig. 5 und 6, Taf. 23) geliedert.

Die Kolben von größerem Durchmesser werden zweitheilig hergestellt und bestehen demnach aus dem Kolbenkörper, dem

Dichtungsring und dem Kolbendeckel. Der Dichtungsring wird aus Gusseisen mit etwas größerem Durchmesser hergestellt, dann aufgeschnitten und mit dem sogenannten Schloss versehen. Ist der Dichtungsring in den Cylinder über den Kolbenkörper eingeführt, so werden hinter denselben Blattfedern eingeschoben, um ihn überall gleichmäßig an die Cylinderwand anzudrücken, sodann wird der Kolbendeckel aufgesetzt und mit Schrauben befestiget. (Siehe Fig. 4, Taf. 19 und Fig. 2, Taf. 20.)

Die Dampfkolben nehmen cylindrische Stangen (die Kolbenstangen) auf, mit welchen sie durch Muttern oder Keile verbunden werden. — Wird ein Kolben mit einer Stange nicht fest, sondern gelenkartig verbunden, so entsteht der sogenannte Trunkkolben. Der Dampfkolben steht in diesem Falle mit einem Hohlcylinder (dem Trunk) in Verbindung, welcher entweder nur auf einer Seite (Fig. 5, Taf. 19) oder auf beiden Seiten (Fig. 1, Taf. 20) durch die Deckel des Cylinders hindurchgeht, behufs Aufnahme der gelenkartig zu verbindenden Stange einen Zapfen trägt und auch zugleich die Geradführung des Kolbens besorgt.

Die Pumpen sind entweder einfach oder doppelt wirkend. Im erstern Falle sind die Kolben häufig durchbrochen und mit einem Ventile versehen, daher sie Ventilkolben genannt werden. (Siehe Fig. 8, Taf. 14, dann Fig. 1, *c* und *d*, Taf. 15, und Fig. 5 und 6, Taf. 23.) Bei diesen Kolben wird zur Dichtung vorzugsweise Leder in Stulpform angewendet. Diese Lederstulpen, welche in einer dem Durchmesser des Kolbens entsprechenden Form gepresst erzeugt werden, sind dann entweder am Kolbenkörper durch einen mit Schrauben zu befestigenden Metallring festgehalten, oder es besteht der Kolben selbst bloß aus zwei Metallscheiben, zwischen welchen die Lederstulpen zu liegen kommen und welche dann mit Schrauben zu einem festen Körper verbunden werden. Zu den einfach wirkenden Pumpenkolben gehören die sogenannten Plungerkolben (Fig. 7 *B*, Taf. 17), welche immer eine Stopfbüchsendichtung erhalten. Für doppelt wirkende Pumpen werden immer Scheibenkolben, und zwar entweder ein- oder zweitheilig verwendet. Im ersten Falle wird in der am Umfang befindlichen Nuth des Kolbens eine Dichtung, bestehend aus einem geflochtenen Zopf von Hanf- oder Baumwollgarn, eingelegt (resp. um den herausgenommenen Kolben gewickelt und befestiget), so dass diese Dichtung etwas vorsteht und erst bei der Einführung des Kolbens in den Cylinder zusammengepresst werden wird. (Siehe Fig. 1, 2 und 4, Taf. 14.)

Im letzteren Falle besitzt der Kolbenkörper einen abnehmbaren Deckel, und wird das Dichtungsmateriale zwischen Cylinderwand und Kolbenkörper eingeschoben und durch den Deckel gepresst, oder der Kolben besteht, wie oben erwähnt, aus zwei Scheiben, zwischen welchen zwei Lederstulpen eingelegt und festgehalten werden. (Siehe Fig. 1, *a* und *b* und Fig. 5 auf Taf. 15.)

b) Cylinder. Die Kolben werden von Gehäusen umgeben, die man ihrer Form wegen Cylinder nennt, und nach der Art der aufgenommenen Kolben in Dampf- und Pumpencylinder scheidet. — Dampfcylinder sind beiderseits verschließbare cylindrische Gefäße aus Gusseisen, seltener aus Bronze. Ihr Material soll eine genügende Härte besitzen, damit die durch das Schleifen des Kolbenringes erfolgende Abnützung möglichst gering und gleichförmig erfolge. Dampfcylinder erhalten an den Enden einen etwas größeren Durchmesser der Bohrung; bei der allmählichen Abnützung des Cylinders wird dadurch die Bildung eine «Grates» in der Arbeitsfläche des Cylinders verhindert. An den Enden sind die Dampfcylinder mit Canälen versehen, welche in seitlichen Angüssen derselben geformt sind und in einer vollkommen eben bearbeiteten Fläche münden; letztere Fläche nennt man den Schieberspiegel. Durch diese Canäle erfolgt ein wechselweises Einströmen des Dampfes, und wird dadurch die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens, auf eine an einer späteren Stelle dieses Leitfadens zur Besprechung gelangenden Weise, bewerkstelligt. Um Dampfcylinder gegen Abkühlungen zu schützen, umgibt man sie mit Verschalungen aus schlechten Wärmeleitern, wie Holz, Filz u. a. m. Größere Dampfcylinder erhalten meist einen, gleichfalls bekleideten Mantel (Dampfmantel) aus Gusseisen, der ein Umspielen der Außenwandungen des Dampfcylinders mit frischem Kesseldampf ermöglicht. Der seitliche Abschluss der Dampfcylinder erfolgt durch kreisrunde Deckel, die Cylinderdeckel, welche in das Innere des Cylinders eingreifen und sich an Flantschen des Dampfcylinders anlegen. Die Dichtung dieser Deckel erfolgt durch flache, in Unschlitt getauchte Zöpfe aus Tressengarn, die Deckelbefestigung durch Schrauben. — Pumpencylinder werden vorwiegend aus Bronze hergestellt oder mit Bronzefütterungen versehen. (Siehe Fig. 1, Taf. 14, und Fig. 5, Taf. 15.)

c) Stopfbüchsen. Die hin- und hergehende Bewegung der Kolben wird durch die Kolbenstangen weiter übertragen. Die Kolbenstangen sind cylindrisch und gehen durch eine oder auch durch beide

Cylinderdeckel hindurch. Um einen vollkommenen Abschluss des Cylinders zu ermöglichen, müssen sie an ihren Durchgangsstellen gedichtet sein. Die Dichtung hin- und hergehender oder rotirender Stangen erfolgt im allgemeinen durch Stopfbüchsen. Soll eine Wandung, durch welche eine Stange mit hin- und hergehender oder rotirender Bewegung hindurchgeht, gegen Dampf, Luft oder Wasser gedichtet werden, so erhält sie einen Anguss, welcher mit einer Bohrung versehen wird, deren Durchmesser nur an einer Stelle behufs Führung der durchgehenden Stange gleich dem Stangendurchmesser, sonst aber größer ist. Liegt also die Stange in diesem Angusse, dem Topfe, so bleibt zwischen derselben und der Bohrung ein ringförmiger Raum, der zur Aufnahme des Dichtungsmaterials dient. Letzteres wird durch einen, sich einerseits an die zu dichtende Stange, anderseits an die Bohrung des Topfes anlegenden Ring (Stopfring oder Brille) niedergedrückt, und bewirkt letzterer durch gleichzeitiges Anpressen des Dichtungsmaterials an die Stange die Dichtung derselben. Jener Theil des Stopfbüchsentopfes, in welchem die Stange geführt wird, soll behufs geringerer Abnützung derselben aus Bronze bestehen und wird daher bei gusseisernen Wandungen meist in Form eines besonderen Ringes eingelegt.

Fig. 9, Taf. 9, stellt eine Stopfbüchse der einfachsten Form dar. Um die Brille niederziehen zu können, besitzt sie seitliche Ohren, durch deren Löcher die Bolzen der in die Wandung eingeschraubten Kopfschrauben hindurchgehen; durch Niederschrauben der Muttern wird ein Zusammendrücken der Packung bewerkstelliget. — Bei der in Fig. 10 dargestellten Stopfbüchse erfolgt das Zusammendrücken der Packung durch Einschrauben der ganzen Brille in die Bohrung des Topfes, wobei erstere einen losen Metallring untergeschoben erhält, um ein Verdrehen der Packung während des Anziehens zu verhindern. — Häufig befindet sich das Gewinde des Stopfringes an der Außenfläche des Topfes, wie in Fig. 11, Taf. 9; auch hier ist (aus gleichem Grunde wie oben) ein loser Ring der Brille untergelegt.

Die Packungen der Stopfbüchsen bestehen aus Hanf- oder Garnzöpfen, je nachdem die Dichtung gegen Dampf oder Wasser erfolgen soll. Diese Zöpfe werden in der Stärke des Stopfbüchsenringes erzeugt und in Stücke geschnitten, deren Länge dem Umfange der zu dichtenden Stange gleich ist, nachdem die Enden abgebunden worden. Die Zöpfe werden in heißes Unschlitt getaucht und mittelst keilförmiger Packhölzer in den Topf getrieben, so zwar, dass sich die stumpfen

Schnittflächen der Enden eines Dichtungsringes aneinander legen. Um hohle Gänge in der Packung zu vermeiden, sollen die Fugen mehrerer Ringe gegeneinander versetzt werden. Häufig kommen auch Wulste zusammengerollter Hanfleinwand als Dichtungsmaterial zur Anwendung; sie besitzen eine Kautschukseele und erzielen ihrer Elasticität wegen eine gute Abdichtung. («Tucks» Patent-Packung.)

d) Kreuzköpfe. Die Verbindung der Kolbenstangen mit den Schubstangen erfolgt, wie bereits bekannt ist, durch Einschaltung der Kreuzköpfe. Diese bestehen aus einem Schlittenstück, mit welchem die Kolbenstange meist durch Keile fest verbunden ist, während die im Kurbelzapfen eingehängte Schubstange um einen am Schlittenstücke befestigten Zapfen schwingen kann, wodurch sie in die Lage gesetzt ist, alle der Bewegung der Kurbel entsprechenden Stellungen einzunehmen. (Formen der Kreuzköpfe beschreiben.) — Da die senkrecht zur Bewegungsrichtung des Kreuzkopfes fallende Componente der Schubkraft bei derselben Drehungsrichtung der Kurbel stets auf eine Seite fällt, so ist es bei einer nur in einer Drehungsrichtung der Kurbel arbeitenden Maschine auch nur erforderlich, das Ausweichen des Kreuzkopfes durch eine senkrecht zu dieser Componente liegende Gleitbahn zu verhindern. Man nennt dann die Geradführung eine eingeleisige. Maschinen, die eine Änderung der Drehungsrichtung der Kurbel ermöglichen, erfordern die Anbringung zweier Gleitbahnen; die Geradführung wird dann eine zweigeleisige genannt. Bei Anwendung zweigeleisiger Gleitbahnen muss die eine derselben nachstellbar sein, wodurch trotz des allmählichen Abschleifens der Gleitbahntheile ein schlottriger Gang der Maschine verhindert werden kann. Um die Abnützung möglichst gering zu gestalten, muss die Gleitfläche des Kreuzkopfes eine hinreichende Größe besitzen, so dass der specifische Druck möglichst gering wird. Die Gleitflächen sind zu gleichem Zwecke meist aus Bronze hergestellt, oft mit Compositionsmetallen gefüttert. Bei großen Maschinen, bei welchen der Druck im Kreuzkopfe ein bedeutender wird, wendet man häufig viergeleisige Gleitbahnen an (Fig. 1, 2, Taf. 20). Die Kolbenstangen wirken dann auf eine Traverse, welche die entsprechenden Gleitflächen besitzt und durch einen in der Mitte liegenden Zapfenhals die Schubstange aufnimmt. — Bei Anwendung nur einer Kolbenstange muss in diesem Falle eine Gabelung der Schubstange erfolgen.

e) Schubstangen. Schubstangen besorgen bekanntlich die Verbindung des Kreuzkopfes mit dem Kurbelzapfen. — Sie besitzen eine

stangenähnliche Form und werden aus Guss- oder Schmiedeisen oder aus Stahl erzeugt. — Im ersteren Falle erhalten sie einen sternförmigen, in letzteren Fällen einen runden Querschnitt. Wesentlich ist die Verbindung der Schubstange mit dem Kurbel- und mit dem Kreuzkopfzapfen. Sie erfolgt mittelst lagerförmiger Theile, die an den Enden der Schubstange angebracht sind und Schubstangenköpfe heißen. Im allgemeinen theilt man die Schubstangenköpfe in offene und geschlossene.

Fig. 37, Taf. 1, stellt einen Schubstangenkopf ersterer Art vor; das Ende der Schubstange ist hier augenförmig und nimmt ein Paar sechseckige Lagerschalen auf, deren eine sich in die bearbeiteten Flächen des Auges legt, während die andere außerdem auf dem Rücken eines Keiles liegt. Durch Anziehen dieses Keiles erfolgt bei eintretender Abnützung der Lagerschalen ein festes Andrücken derselben an den Zapfen.

Fig. 38, Taf. 1, stellt einen offenen Schubstangenkopf dar; der Schaft endet in diesem Falle parallelopipedisch und ist mit einem Bügel versehen, welcher denselben sowie die Lagerschalen umfasst. Das Festhalten des Bügels erfolgt mittelst eines Keiles, der zwischen zwei Leisten liegt. Die obere dieser Leisten liegt am Schubstangenschaft auf und hat dem Bügel gegenüber einen Spielraum; bei der unteren tritt das Entgegengesetzte ein. Erfolgt infolge der schwingenden Bewegung der Schubstange um den Zapfen eine Abnützung der Lagerschalen, so wird durch Nachziehen des Keiles eine Lockerung der Verbindung verhindert. Nachdem dadurch aber ein Hereinziehen des Bügels erfolgt, so ist ersichtlich, dass ein Nachziehen des Keiles eine Verkürzung der Schubstange um die Größe der Abnützung bewirkt, während bei dem im Vorigen besprochenen geschlossenen Schubstangenkopfe das Gegentheil stattfindet. — Da es nun der geometrische Zusammenhang der einzelnen Stücke des Kurbelmechanismus bedingt, dass die Länge der Schubstange (die Entfernung von Zapfenmitte zu Zapfenmitte) genau dieselbe bleibt, so ist es vortheilhaft, die Köpfe einer Schubstange so einzurichten, dass das Nachziehen des Keiles bei einem Kopfe eine Verkürzung, beim anderen aber eine Verlängerung hervorbringt und man beide Längenänderungen wechselseitig ausgleichen kann. — Schubstangen größerer Maschinen erhalten lagerförmige Köpfe. — Beide Lagerschalen werden dann untereinander und mit dem Schafte der Schubstange durch Schrauben verbunden.

f) Kurbeln. Kurbeln, die eine Componente der Schubstangenkraft aufnehmen und dadurch die drehende Bewegung von Wellen ermöglichen, werden meist aus Schmiedeisen, seltener aus Gusseisen erzeugt. Gusseiserne Kurbeln besitzen eine Nabe, mit welcher sie auf der Welle aufsitzen; ihre Verbindung mit derselben erfolgt fast ausschließlich durch Keile; der Querschnitt des Hebels ist dann meist ein T-förmiger; der Kurbelzapfen besitzt ein konisch auslaufendes Ende, welches sich in die gleichfalls konische Bohrung des Hebelendes legt; der Hebel ist an dieser Stelle augenförmig erweitert. Die aus Schmiedeisen oder Stahl erzeugten Kurbelzapfen werden mit Keilen oder Schrauben mit der Kurbel verbunden. — Kurbeln aus Schmiedeisen erhalten meist einen rechteckigen Querschnitt. — An den Enden von Wellen liegende Kurbeln nennt man Stirnkurbeln; wird eine Welle derart zu einer Kurbel abgebogen, dass der Kurbelzapfen zwischen beiden Wellenenden liegt, so entsteht eine Kurbelachse. — Eine weitere Abart der Stirnkurbel ist die Gegenkurbel; diese entsteht dadurch, dass der Zapfen einer Stirnkurbel noch eine zweite Kurbel trägt, deren Hebelarm r (vom Hauptkurbelcentrum aus gemessen) kleiner ist als jener der Hauptkurbel R; der Hub der Gegenkurbel ist dann $2(R—r)$. Eine Gegenkurbel ist principiell in Fig. 5, Taf. 3, veranschaulicht; der Zapfen der Stirnkurbel beschreibt bei Drehung derselben einen Kreis a, jener der Gegenkurbel den Kreis b.

g) Besondere Formen des Kurbelmechanismus. Der Kurbelmechanismus erhält oft Modificationen in der Art, dass er nicht aus allen jenen Bestandtheilen gebildet wird, die wir bisher als demselben zugehörig betrachteten. — Wird z. B. die Schubstange unmittelbar in den Zapfen eines Dampfkolbens (Trunkkolben) eingehängt, so entfällt die Kolbenstange und auch der Kreuzkopf, und die Geradführung des Kolbens erfolgt in der Stopfbüchse des Trunks. — Eine andere Anordnung ist die der Kurbelschleifen. Die hin- und hergehende Bewegung des Dampfkolbens der in den Fig. 2, 6, Taf. 14, dargestellten Dampfpumpen wird in die rotirende der Welle durch einen Rahmen bewerkstelligt, der mit der Kolbenstange durch einen Keil fest verbunden ist und einen Schlitz besitzt, welcher zur Aufnahme eines Gleitstückes dient. Dieses Gleitstück umfasst einen Kurbelzapfen. — Aus der hin- und hergehenden Bewegung des Rahmens folgt somit unmittelbar die rotirende der Kurbel; für die todten Punkte derselben befindet sich das Gleitstück in der Mitte des Schlitzes.

Die geradlinig hin- und hergehende Bewegung einer Kolbenstange wird mitunter zunächst in die schwingende eines doppelarmigen Hebels verwandelt, welch letztere Bewegung durch eine Schubstange unmittelbar zur Drehung der Kurbel verwendet wird. Diese Anordnung ist in der Fig. 14, Taf. 3, schematisch veranschaulicht. — Den eingeschalteten schwingenden Hebel nennt man Balancier; derselbe ist aus Gusseisen oder Blech hergestellt und von parabolischer Form; er wird von einer durchgehenden Achse getragen und kann um die auf Ständern gelagerten Zapfen derselben schwingen. Sein Ende *A* trägt einen durchgehenden Zapfen, welcher beiderseits von den augenförmigen Enden zweier Hängeschienen *AC* gefasst wird, die am Zapfen *C* der Kolbenstange gelenkartig befestigt sind. Der Balancier besitzt ferner in *D* zwei seitliche Zapfen, welche ein zweites Paar Hängeschienen *DB* tragen, die unten mittelst eines durchgehenden Bolzens *B* verbunden sind und durch ein zweites, von demselben Bolzen getragenes Schienenpaar, die Parallelstangen *BC*, gleichfalls mit dem Zapfen *C* der Kolbenstange in Verbindung stehen.

Durch die Hängeschienenpaare *AC*, *BD*, das Balancierstück *AD* und durch die Parallelstangen *CB* wird ein Parallelogramm gebildet, das nach seinem Erfinder das Watt'sche Parallelogramm genannt wird. — Der Zapfen *B* nimmt überdies den augenförmigen Kopf einer Stange *BE*, Lenkerstange oder Gegenlenker genannt, auf, welche um den im Punkte *E* am Maschinengestelle angebrachten Zapfen schwingen kann. Erhält die Kolbenstange eine hin- und hergehende Bewegung, so wird durch den beschriebenen Mechanismus der Endpunkt *C* derselben in einer fast vollkommen geraden Linie geführt; der Punkt *C* befindet sich in drei seiner Lagen genau in einer und derselben Geraden und beschreibt zwischen diesen Punkten eine 8-ähnliche Schleife, deren Krümmung aber eine sehr geringe ist. Bei der hin- und hergehenden Bewegung der Kolbenstange macht der Balancier eine schwingende Bewegung, und zwar ist die Sehne seines Schwingungsbogens aa_1 gleich dem Kolbenhube. — Hängt man am anderen Ende des Balanciers gelenkartig eine Schubstange ein, so überträgt diese die schwingende Bewegung des Balanciers in die rotirende der mit derselben verbundenen Kurbel.

II. Excentrische Scheiben.

Die Übertragung der Bewegung continuirlich rotirender Wellen in eine geradlinig hin- und hergehende erfolgt häufig durch den Excentermechanismus (Fig. 6*a*, Taf. 3), namentlich dann, wenn der gerade geführte Theil einen nur geringen Hub zu beschreiben und bei seiner Bewegung keinen großen Widerstand zu überwinden hat. Dieser Mechanismus besteht aus einer kreisrunden Scheibe, welche excentrisch auf eine Welle aufgesetzt und mit derselben durch einen Keil verbunden wird. Man nennt sie die Excenterscheibe. — Excenterscheiben werden aus Gusseisen, Messing, seltener aus Schmiedeeisen, ein- oder zweitheilig, erzeugt; in letzterem Falle sind beide Theile durchbrochen und durch Schrauben untereinander verbunden. — An ihrem Umfange sind sie vollkommen genau abgedreht und besitzen dort seitlich eingedrehte Nuthen, in welche sich entsprechende Federn eines Ringes einlegen, der die Scheiben am ganzen Umfange umfasst und Excenterring heißt. Der Excenterring besteht aus zwei getrennten Hälften, die durch Schrauben untereinander verbunden sind und meistens aus Messing, seltener aus Schmiedeisen hergestellt werden. Die eine Hälfte des Excenterringes steht mit einer Schubstange, der Excenterstange, in fester Verbindung, die an ihrem anderen Ende einen gabelförmigen Kopf besitzt, mit dem sie das Ende einer gerade zu führenden Stange umschließt und mit derselben durch einen Bolzen gelenkartig verbunden ist. Letztere Stange wird entweder in einer Stopfbüchse oder in anderer Weise gerade geführt und trägt den geradlinig hin und her zu führenden Maschinentheil, wie z. B. bei Dampfmaschinen einen Vertheilungsschieber.

Die Bewegungsverhältnisse excentrischer Scheiben sind genau dieselben wie die der Kurbeln. Ein Excenter ist auch in der That nichts anderes als eine Kurbel, die einen Hebelarm besitzt, welcher der Entfernung vom Wellenmittel bis zum Mittel der Excenterscheibe, der Excentricität, entspricht. Die Excentricität ist also hier der Kurbelarm und die Excenterscheibe der Kurbelzapfen, dessen Verbindung mit der Schubstange eben eine den Verhältnissen entsprechend modificirte ist.

In Fig. 6 *b*, Taf. 3, ist ein Excentermechanismus schematisch dargestellt. Befindet sich der Punkt *E*, d. i. der Mittelpunkt der Excenterscheibe (des Kurbelzapfens), in den Stellungen e_1 oder e_3, so ist, ganz analog wie beim Kurbelmechanismus, auch der Endpunkt

der Excenterstange in seinen Endstellungen s_1 und s_3; somit ist der Hub des gerade geführten Punktes s gleich der doppelten Excentricität. Befindet sich die Excentricität senkrecht zur Richtung $e_3 e_1$, also in den Lagen e_2 oder e_4, so ist der Punkt s nahezu in der Mittelstellung seiner Bahn. Die Bewegung des gerade geführten Punktes s wird, ganz analog wie bei der Kurbelbewegung, in der Nähe der Endstellungen eine sehr langsame sein; er wird dagegen die mittleren Stellungen mit großer Geschwindigkeit durcheilen.

D. Mittel zur Leitung von Flüssigkeiten.

Tropfbare oder gasförmige Flüssigkeiten werden durch Röhren fortgeleitet. Um die Durchflussmenge regeln zu können, oder aber um Röhrenleitungen gänzlich abzusperren, werden besonders geformte Maschinenelemente angewendet, welche man im allgemeinen mit dem Namen Ventile bezeichnet und je nach ihrer Einrichtung und Wirkungsweise in Hähne, Schieber, Klappen- und Rundventile eintheilt.

I. Röhren und Röhrenverbindungen.

Die zur Leitung von Flüssigkeiten verwendeten Röhren sind vorwiegend aus Gusseisen und Kupfer, und für besondere Zwecke aus Schmiedeisen, Stahl, Messing, Blei, Leder, Geflechte oder Kautschuk hergestellt. — Die Wahl des Röhrenmaterials hängt einerseits von den Eigenschaften der fortzuleitenden Flüssigkeiten und anderseits von dem Drucke ab, welcher bei der Fortleitung auf die Röhrenwände ausgeübt wird. — Bei den Gas- und Wasserleitungen finden fast ausschließlich Eisenröhren Verwendung, während Dampfleitungen aus Kupfer oder Schmiedeisen, Leitungen für stark gepresste Luft dagegen aus Stahl erzeugt werden. Die aus Leder, Geflechten und Kautschuk gebildeten Röhren nennt man Schläuche. — Je nach der Herstellung unterscheidet man gegossene, gezogene und gelöthete Röhren; Lederschläuche werden durch Vernietung gebildet.

Krümmungen der Röhren werden durch sogenannte Kniestücke bewirkt; die Verbindung einzelner Röhren oder Kniestücke erfolgt durch Flantschen oder Muffen, seltener durch Verschraubungen. Das an der Verbindungsstelle nöthige Abdichtungsmittel hängt von denselben Umständen ab, wie die Wahl des Röhrenmaterials. Für

Gas- und Wasserleitungen wird vorwiegend Blei als Dichtungsmaterial gebraucht; für letztere sowie für Luftleitungen auch Kautschuk. Bei Dampfleitungen werden entweder Bleischeiben, welche beiderseits mit Miniumkitt belegt sind, oder in Bleiweiß getauchte Tressen, endlich gefettete Pappendeckelscheiben, Lederfilz, Kautschuk mit Metallgeflecht etc. angewendet.

Kupferröhren besitzen gegenüber den Gusseisenröhren den Vortheil der größeren Leichtigkeit, ferner die wertvolle Eigenschaft, sich leicht biegen zu lassen; sie finden daher in Maschinenanlagen häufige Verwendung. — Die Art der Erzeugung von Kupferröhren hängt von der Größe ihres Durchmessers ab; solche von geringem Durchmesser werden durch Ziehen über konische Dorne, jene von größerem Durchmesser durch entsprechendes Strecken und Biegen von Kupferblech gebildet, wobei die sich entweder einfach oder in Zackenform überlappenden Ränder hart gelöthet werden. Die Krümmungen der Leitung werden durch entsprechendes Abbiegen der Röhren hergestellt, indem man die Röhren zunächst mit Pech ausgießt, ihnen dann die erforderliche Krümmung beibringt und schließlich das Pech durch Ausschmelzen entfernt. Dieser Vorgang verhindert eine Verengung des Querschnittes an der Biegungsstelle. — Die Verbindung von Kupferröhren erfolgt in verschiedener Weise, und hängt die Form derselben vom Durchmesser der Rohre ab. Ist derselbe klein, so wird häufig die sogenannte Holländerverschraubung (Fig. 5, Taf. 9) angewendet. Sie besteht aus einem mit Gewinde versehenen Messingringe, der an einem Rohrende angelöthet wird, und aus einer Mutter, welche das gleichfalls mit einem schmalen Messingringe versehene Ende des zweiten Rohrstückes gegen das des ersteren drückt. Behufs Dichtung wird zwischen die zwei genannten Ringe Kautschuk oder Leder eingelegt. Für Röhren von größerem Durchmesser erfolgt die Verbindung durch Flantschen, die entweder durch einfaches Umbörteln und Austreiben des Rohrendes gebildet werden oder, wie in den meisten Fällen, in Messingscheiben bestehen, welche auf die Rohrenden gelöthet werden. Bei großen Rohrdurchmessern erfolgt die Flantschenbildung durch Annieten von messingenen Winkelringen (Fig. 1, Taf. 9). Damit sich das Dichtungsmaterial an die Berührungsflächen der Flantschen gut anlege, sind diese mit concentrischen Nuthen versehen. Freie Rohrenden, die zeitweilig nicht zur Leitung von Flüssigkeiten benützt werden, pflegt man durch angeschraubte Vollscheiben, Blindflantschen, abzuschließen. — Aus

Kupfer bestehende Rohrleitungen, die wesentlichen Temperaturs-differenzen ausgesetzt sind, wie z. B. Dampfleitungsrohre, würden infolge der verschiedenen und oft eintretenden Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Röhren an den Verbindungsstellen nie dicht halten, wenn man nicht durch Einschaltung sogenannter Compensations-Verbindungen ihrer Längenveränderung Rechnung tragen würde. Röhren von kleinem Durchmesser biegt man deshalb seitlich aus (Fig. 5, Taf. 9); die Krümmung dieser Ausbiegung ändert sich mit der jeweiligen Längenveränderung der Leitung. Bei Röhren von größeren Durchmessern erfolgen solche elastische Verbindungen durch Einschalten einer Wulst (Fig. 3, Taf. 9) oder durch entsprechende Flantschenverbindung (Fig. 4, Taf. 9). In besonders wichtigen Fällen wendet man die in Fig. 2, Taf. 9, dargestellte Muffenverbindung an. Diese erfolgt in der Art, dass das eine Rohrende eine Muffe angenietet erhält, während der zugehörige Dichtungsring auf das zweite Rohr lose aufgeschoben ist, somit dessen Längsverschiebung ermöglicht. Der Dichtungsring wird durch Schrauben an die Muffe angeholt und bewirkt durch Anpressen einer Hanfpackung gegen den Umfang der Muffe die Dichtung der Verbindung.

II. Ventile.

Ventile sind, wie bereits erwähnt wurde, Vorrichtungen, die dazu dienen, den zeitweiligen oder theilweisen Abschluss oder die Eröffnung einer Leitung oder eines Gefäßes zu ermöglichen. Erfolgt dieser Abschluss durch das Gleiten eines der abschließenden Theile auf dem ihn umfassenden, so nennt man das Ventil ein Gleitungsventil; wird aber die Eröffnung oder der Abschluss durch ein Lüften oder Andrücken des Verschlusstückes gegen Flächen des umgebenden Gehäuses bewirkt, so heißt man das Ventil ein Hebungsventil. Letztere Ventile können auch selbstthätig, und zwar derart angeordnet werden, dass die Ventilöffnung durch den Flüssigkeitsdruck bewerkstelligt wird. Es gibt sowohl Gleitungs- als Hebungsventile mit drehender und solche mit geradliniger Bewegung.

1. Hähne.

Hähne sind Gleitungsventile mit drehender Bewegung. Das Ventil bildet hier ein konisch abgedrehtes Stück, Hahnkegel genannt, das, mit den entsprechenden Bohrungen versehen, im Gehäuse

sitzt. Das Gehäuse nimmt den Hahnkegel in einer konischen Bohrung auf und ist mit seitlichen Flantschen oder anderen Mitteln versehen, um es an Gefäße oder Rohrleitungen befestigen zu können. Die Hahnkegel müssen vollkommen genau im Gehäuse sitzen und werden deshalb sorgfältig eingeschliffen. Das Halten derselben im Gehäuse erfolgt in der aus Fig. 56, Taf. 2, ersichtlichen Weise durch einen am Ventil befestigten Bolzen mit Mutter; da jedoch die meisten Hähne nicht die erwünschte Eigenschaft besitzen, vollkommen dicht zu halten, so wird diesem Übelstande oft durch starkes Anziehen der Schraube nachgeholfen, was aber das leichte Drehen des Hahnkegels beeinträchtigt. Es ist daher vortheilhaft, die Dichtung und das Festhalten des Hahnkegels durch zwei voneinander unabhängige Einrichtungen zu bewirken; das Halten des Hahnkegels wird deshalb gewöhnlich durch Schrauben, das Dichten desselben durch eine eigene Packung, welche durch eine Holländermutter gehalten ist, bewirkt, wie in Fig. 57, Taf. 2. — Hähne werden vorwiegend aus Bronze hergestellt. Kleine Hahnkegel werden voll, größere hohl gegossen. Seltener werden Hähne aus Gusseisen erzeugt, indem solche durch Einrosten des Hahnkegels leicht versagen. Die Drehung des Kegels wird durch eine demselben angegossene Spindel mit vierkantigem Ende bewerkstelligt, auf welches ein entsprechender Schlüssel gesteckt werden kann. Gestattet ein Hahn nur den Abfluss einer Flüssigkeit, so heißt er Ausgusshahn; erlaubt er den Durchfluss einer Flüssigkeit in gerader Richtung, so wird er Hahn mit geradem Durchstich, erlaubt er solchen unter einem Winkel, so wird er Winkelhahn genannt. Ermöglicht ein Hahn, eine Flüssigkeit in zwei oder drei Richtungen weiter zu leiten, so heißt er beziehungsweise Drei- oder Vierweghahn. Im ersteren Falle erhält der Hahnkegel zwei sich schneidende, im letzteren Falle zwei gesonderte Winkelbohrungen. Hähne, die den Ein- oder Austritt einer Flüssigkeit nach der Axenrichtung des Hahnkegels gestatten, heißen Hohlschlüssel. — Fig. 55, Taf. 2, stellt einen Zweiweghahn, Fig. 55,*a* einen Dreiweghahn im Horizontalschnitte dar.

2. Schieber.

Schieber oder Schleusen sind Gleitungsventile mit geradliniger Bewegung. Sie bestehen aus einer Metallplatte, die sich an Führungsleisten des anschließenden Gehäuses legt und zwischen denselben geradlinig verschoben werden kann. Bei den Endstellungen

dieser Platte erfolgt die Eröffnung oder Absperrung der Leitung, während die Mittelstellungen derselben die Durchgangsmenge der geleiteten Flüssigkeiten regeln. Da bei der Bewegung solcher Schieber die dem Flüssigkeitsdrucke entsprechende Reibung zwischen den Führungsleisten und dem Schieber überwunden werden muss, welche oft sehr groß ist, so erfolgt die Bewegung des Schiebers meist mittelst flachgängiger Schrauben.

3. Klappenventile.

Klappenventile sind Hebungsventile mit drehender Bewegung. Sie sind stets selbstthätig wirkend eingerichtet und bestehen aus Leder- oder Kautschukscheiben, welche die Absperrung der Leitung durch ein Aufliegen auf dem Ventilsitze ermöglichen; Fig. 58 und 59, Taf. 2, stellen solche Klappenventile dar. Für Luftpumpen von Schiffsmaschinen wird die in Fig. 59 dargestellte runde Kautschukklappe fast allgemein angewendet. Sie besteht aus einer kreisrunden Kautschukscheibe, die durch einen Schraubenbolzen am Ventilsitze gehalten wird. Ihr Hub wird mittelst eines durch denselben Bolzen gehaltenen Fangtrichters begrenzt. — Um der Kautschukscheibe beim Aufruhen derselben auf dem Ventilsitze einen genügenden Stützpunkt zu bieten, ist derselbe mit einem durch Rippen gebildeten Gitter versehen. Bei Leitungen von rechteckigem Querschnitte wendet man die in Fig. 58, Taf. 2, dargestellte Klappe an. Der Ventilsitz ist in diesem Falle eine Platte, die rechteckig durchbrochen und in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise durch Keile im Gehäuse gehalten ist. Der Ventilsitz besitzt die für die Klappenspindel nöthigen Augen, durch welche die drehende Bewegung der Klappe ermöglicht wird. Die Klappe selbst besteht aus Kautschuk oder Leder und ist behufs größerer Steifigkeit mit einer Schmiedeisen- oder Metallplatte versehen. Der Hebungswinkel dieser Ventile beträgt oft 30 bis 40°. — Klappen gehen durch ihren Gebrauch leicht zugrunde und erheischen eine öftere Wechslung; sie müssen daher stets leicht zugänglich und die zugehörigen Gehäuse mit entsprechenden, verschließbaren Öffnungen versehen sein.

4. Rundventile.

Rundventile sind Hebungsventile mit geradliniger Bewegung. Selbe werden meistens aus Bronze erzeugt, und bestehen auch die Ventilsitze derselben vorwiegend aus diesem Materiale, weshalb letztere bei Anwendung gusseiserner Gehäuse eingesetzt werden. Wesentlich

ist es, den Rundventilen eine gute Führung zu geben; man versieht sie deshalb mit Rippen, die im cylindrisch ausgedrehten Ventilgehäuse gleiten, somit das Ventil in jene Lage zurückführen, welche es vor dem Heben besaß. Diese Führungsrippen dürfen aber nicht vollständig genau am Gehäuse anliegen, da infolge der ungleichartigen Ausdehnungen, welche namentlich Erwärmungen durch Dampf verursachen, leicht ein Klemmen des Ventils erfolgen könnte. Oft ist das Ventil mit einer gedrehten Spindel versehen, die in einem durch Rippen des Ventilsitzes getragenen Auge gleitet. — Die Flächen, in welchen das Ventil den Ventilsitz berührt, die Ventilspiegel, sind entweder konisch oder eben. — Jedes Rundventil muss sich auf eine Höhe heben können, die dem vierten Theile seines Durchmessers gleichkommt. (Warum?) — Eine fernere Hebung wird durch im Gehäuse angebrachte Anschlaghörner verhindert. Zum richtigen Functioniren eines Ventiles ist es von Wichtigkeit, dass die Abflussöffnung desselben genügend hoch angebracht ist. — Sie soll stets höher liegen als der Ventilkörper in seiner höchsten Lage, da im entgegengesetzten Falle die rückströmende Flüssigkeit das Ventil noch längere Zeit offen hält und dasselbe auch in eine schräge Lage bringen kann. — Wie die Klappen-, so müssen auch die Rundventile stets leicht zugänglich sein, da ein Nachschleifen derselben sowie ihre Reinigung einen häufigen Zutritt erfordert.

Fig. 61, Taf. 2, stellt ein einfaches Rundventil dar. Es ist durch Rippen geführt und stößt bei seinem Hube an das am Deckel des Gehäuses angebrachte Anschlaghorn. — Ventil und Gehäuse sind im vorliegenden Falle aus Messing, da kein besonderer Ventilsitz angebracht ist. Das Gehäuse ist durch Abnehmen des durch einen Bügel gehaltenen Deckels zugänglich. Fig. 60, Taf. 2, stellt ein Kugelventil vor. Die Kugel bedarf keiner Führung, sondern ist bloß durch einen Fangkorb im Hube begrenzt. — Wird ein Rundventil durch den Flüssigkeitsdruck belastet, statt durch denselben gehoben zu werden, so gibt man selbem gewöhnlich zwei Sitze (Doppelsitzventile). Es sind dies eigentlich zwei Ventile, die getrennte Sitzflächen haben und untereinander in fester Verbindung stehen. (Fig. 3, Taf. 12.) [Vortheile derselben.]

G. L.

Zweiter Abschnitt.

Von den Dampfkesseln.

I. Material, Gestalt und Wandstärke.

Dampfkessel sind im allgemeinen Gefäße, welche dazu dienen, um Flüssigkeiten in Dämpfe von einer höheren Spannung als jene des Luftdruckes zu verwandeln. Im Nachfolgenden soll jedoch nur von jenen Kesseln die Rede sein, welche zur Erzeugung des Wasserdampfes Verwendung finden.

Das Material, aus welchem Dampfkessel hergestellt werden, ist hauptsächlich das gewalzte Eisenblech; die Verbindung der einzelnen Platten erfolgt durch Vernietungen. Das Eisenblech hat bis jetzt deshalb beim Kesselbaue überwiegend Anwendung gefunden, weil es bei guter Wärmeleitungsfähigkeit auch eine genügende absolute Festigkeit besitzt und gegenüber anderen Metallen eine zum mindesten ebenso leichte Bearbeitung (beim Biegen, Flantschen, Nieten etc.) bei verhältnismäßig geringem Preise aufweist. — Das Stahlblech, das wegen seiner dem Eisenbleche überlegenen absoluten Festigkeit in dünneren Platten zum Kesselbaue angewendet werden kann und deshalb auch eine größere Wärmeleitungsfähigkeit bietet, hat bis nun noch keinen allgemeinen Eingang gefunden, indem die häufig vorkommenden ungleichartigen Härtegrade dieses Bleches und die etwas umständlichere Bearbeitung desselben die Anfertigung der Kessel erschweren, und die aus der verschiedenen Härte während des Betriebes folgende ungleichartige Ausdehnung der aus solchen Blechen erzeugten Kesseltheile auf den Bestand der Kessel ungünstig wirkt. — Kupfer ist zwar ein besserer Wärmeleiter als Eisen, kostet aber beiläufig das Fünffache und hat die eigenthümliche Eigenschaft, dass dessen ohnehin geringe absolute Festigkeit bei höheren Temperaturen bedeutend abnimmt; aus diesen Gründen wird es selten

als Kesselmaterial angewendet. — Gusseisen und Messingblech darf gesetzlich nicht zu Wandungen von Dampfkesseln angewendet werden, und ist bloß gestattet, Feuer- und Siederöhren unter 10 cm Durchmesser aus Messingblech auszuführen.

Die Form oder Gestalt der Dampfkessel beeinflusst, Versuchen zufolge, nur wenig ihre Verdampfungsfähigkeit und ist daher nur bezüglich deren Haltbarkeit zu berücksichtigen. Sie soll so gewählt werden, dass sie bei einer möglichst geringen Wandstärke jene Festigkeit bietet, die der Kessel dem höchsten in ihm zu erreichenden Dampfdrucke nach, sowie in Betrachtziehung seines eigenen und des in ihm enthaltenen Wassergewichtes, benöthigt. — Es ist einleuchtend, dass die möglichst abgerundete Form auch zugleich jene ist, welche die größte Widerstandsfähigkeit verspricht, und würde sich daher die Kugelform am besten für Dampfkessel eignen. Da jedoch die Ausführung von kugelförmigen Kesseln nicht unerhebliche Schwierigkeiten bietet, so wendet man vorzugsweise die cylindrische Form an, indem diese bei großer Leichtigkeit der Herstellung auch hohe Widerstandsfähigkeit besitzt. Die cylindrische Form kann als Grundform aller Kessel und Kesselgarnituren angesehen werden. — Da ein Kessel jedoch nicht allein von einer cylindrisch geformten Wand gebildet werden kann, sondern auch an seinen Enden geschlossen werden muss, so gebrauchte man früher für die Kesselenden meist wieder die Kugelform; gegenwärtig werden hiefür jedoch ausschließlich gewölbte Endplatten (im Handel Kesselböden genannt) oder auch ganz ebene Platten angewendet, welch letztere dann durch Winkeleisen entsprechend versteift oder aber durch Verankerungen an anderen Kesseltheilen gehalten werden müssen, um die gleiche Widerstandsfähigkeit zu bieten wie die cylindrische Kesselhülle. — Eine andere übliche Kesselgestalt ist die sogenannte Kastenform; die Begrenzungsflächen sind bei solchen Kesseln vorwiegend Ebenen. Bei dem Umstande, dass kastenförmige Kessel Versteifungen und Verankerungen bedürfen, um die genügende Festigkeit zu bieten, so fallen selbe unter übrigens gleichen Umständen immer schwerer aus als cylindrische Kessel und werden deshalb nur dort angewendet, wo aus localen Rücksichten die Aufstellung cylindrischer Kessel nicht thunlich ist, wie z. B. auf vielen Dampfschiffen.

Die vortheilhafteste Wärmeabgabe, die leichteste Erzeugung und der möglichst geringe Preis der Kessel würde jedenfalls dann erreicht werden, wenn die Wandstärke derselben, d. i. die Dicke der zur

Bildung der Kesselform verwendeten Platten, sehr gering wäre; die Sicherheit der Kessel gegen die Gefahr der Explosionen sowie die Dauerhaftigkeit der Blechconstruction ist anderseits um so größer, je größere Wandstärken gewählt werden. Durch die Annahme zweckmäßiger Kesselsysteme und entsprechender Kesseldurchmesser lassen sich die einander widerstreitenden, gewünschten Haupteigenschaften eines jeden Kessels, nämlich Billigkeit und Sicherheit, immerhin erreichen. — Die Erfahrung lehrt, dass Bleche über 13 mm Dicke die Wärme sehr schlecht leiten, dagegen jene unter 10 mm Dicke bereits eine vorzügliche Wärmeleitungsfähigkeit besitzen; hiedurch ist so ziemlich die obere Grenze gekennzeichnet, bis zu welcher mit der Dicke derjenigen Bleche gegangen werden darf, welche zur Wärmeabgabe bestimmt sind; solche Wände der Dampfkessel, welche nicht zur Wärmeabgabe an das Kesselwasser dienen, können auch stärker angenommen werden. Die Bestimmung der Wandstärken der Dampfkessel gehört nicht in den Rahmen dieses Leitfadens, und sei nur erwähnt, dass die einem cylindrischen Dampfkessel zu gebende Wandstärke mit dem Durchmesser desselben unter übrigens gleichen Verhältnissen zunimmt. — Die Wahl der Wandstärke eines Dampfkessels ist nach dem österreichischen Kesselgesetze vom Jahre 1871 dem Verfertiger unter seiner eigenen Verantwortung überlassen.

II. Wasser- und Dampfraum; Heizfläche.

Derjenige Theil des Kesselinhaltes, welcher während des Betriebes mit Wasser gefüllt ist, heißt dessen Wasserraum. Derselbe soll möglichst groß sein, wenn die Dampfabnahme aus dem Kessel eine sehr veränderliche ist; ein großer Wasserraum ermöglicht einen regelmäßigen Kesselbetrieb, selbst bei ungeübterem Bedienungspersonale. Nur solche Kessel, die dazu bestimmt sind, in möglichst kurzer Zeit Dampf zu entwickeln, erhalten einen sehr kleinen Wasserraum; da jedoch in letzterem Falle das Kesselwasser bald erwärmt, aber auch bald verdampft ist, so erfordert die Bedienung eines solchen Kessels die größte Aufmerksamkeit, und sind hiebei, selbst bei bester Wartung, Unregelmäßigkeiten im Betriebe oft schwer hintanzuhalten. — Diejenige Höhe, bis zu welcher der Kessel während des Betriebes mit Wasser gefüllt sein soll, heißt die normale Höhe des Kesselwassers (auch normaler Wasserstand); dieselbe liegt beispiels-

weise bei cylindrischen Dampfkesseln meistens zwischen den zwei oberen Dritteln des Durchmessers; sie ist am Kessel außen dadurch ersichtlich gemacht, dass eine mit dem Kesselinneren communicirende Glasröhre angebracht wird, in welcher dann das Wasser stets auf gleicher Höhe steht wie im Kessel.

Der aus dem Kesselwasser sich entwickelnde, aus der Wasseroberfläche entsteigende Dampf sammelt sich im Dampfraume. Je rascher und je unregelmäßiger die Dampfabnahme aus einem Kessel erfolgt, desto leichter werden feine Wasserbläschen mit dem abziehenden Dampfe mitgerissen; in diesem Falle wird also nasser Dampf dem Kessel entnommen. So oft es sich darum handelt, möglichst trockenen Dampf aus einem Kessel zu erhalten, wird demnach die Anwendung eines großen Dampfraumes platzzugreifen haben. — Im allgemeinen ist das Verhältnis der Inhalte des Dampf- und des Wasserraumes eines Kessels von dem Zwecke abhängig, welchen der Kessel zu erfüllen hat. (Betrieb von Dampfmaschinen, Sieden, Heizen, Destilliren etc.)

Die Dampferzeugungsfähigkeit eines Kessels hängt aber nicht so sehr von der absoluten Größe desselben und auch nicht von der Größe des Dampf- oder des Wasserraumes, sondern (unter sonst gleichen Umständen) von der Größe jenes Theiles der ganzen Kesseloberfläche ab, welcher der unmittelbaren oder mittelbaren Einwirkung des unter dem Kessel unterhaltenen Feuers ausgesetzt ist; man nennt diesen Theil der Kesseloberfläche die Heizfläche. Jener Theil der Gesammtheizfläche eines Kessels, welcher unmittelbar der Einwirkung des brennenden Heizmaterials ausgesetzt ist, wird die directe Heizfläche genannt im Gegensatze zur indirecten Heizfläche, worunter man jenen Theil der Gesammtheizfläche versteht, welcher nicht mehr von der eigentlichen Flamme, sondern nur von den abziehenden Verbrennungsproducten (Feuergasen) bespielt wird. — Bei der directen Heizfläche erfolgt die Wärmeaufnahme durch die Wärmestrahlung des Brennmaterials, der umgebenden Wände und des Mauerwerkes, sowie durch Wärmeleitung infolge der innigen Berührung mit den Feuergasen; bei der indirecten Heizfläche hingegen wird die Wärme bloß durch Leitung aufgenommen. — Hieraus ist schon ersichtlich, dass die indirecte Heizfläche von der directen inbetreff der Wärmeabgabsfähigkeit übertroffen wird, und erscheint es deshalb auch vortheilhaft, einen möglichst großen Theil der ganzen Kesseloberfläche der unmittelbaren Einwirkung des Brennmateriales auszusetzen.

Je nach der Größe der Heizfläche richtet sich auch die Leistungsfähigkeit eines Kessels, d. i. die Dampfmenge, welche derselbe in der Zeiteinheit zu liefern vermag. Die Verdampfungsfähigkeit der Kesselheizfläche schwankt zwischen 10 bis 30 kg Dampf pro Stunde und Quadratmeter und hängt, gleiche Brennmaterialien vorausgesetzt, hauptsächlich von der Feuerungsanlage und von der Wahl des Kesselsystemes ab.

III. Heizraum, Zugcanäle und Schornstein.

Von nicht minderer Wichtigkeit als die Heizfläche eines Kessels ist dessen Feuerungsanlage, da von der Anordnung der letzteren nicht nur die möglichst vollständige Entwicklung der, einem bestimmten Brennmateriale innewohnenden Wärme, sondern auch deren beste Ausnützung abhängt. — Eine gute Kesselfeuerungsanlage hat folgende Haupteigenschaften zu besitzen: 1.) Sie muss geeignet sein, eine hinreichende Menge des Brennmaterials in einer bestimmten Zeit zu verbrennen; 2.) die Verbrennungs-Temperatur soll eine möglichst hohe sein, damit die Verbrennung möglichst vollständig erfolge; 3.) dem Brennmateriale muss die zum Verbrennen nöthige Luftmenge durch einen entsprechenden Zug zugeführt werden; 4.) die Anlage muss gegen Wärmeverluste nach Thunlichkeit geschützt sein.

Jede Kesselfeuerungsanlage zerfällt in drei Theile: 1.) in den Feuerungs- oder Heizraum, in welchem die Verbrennung stattfindet; 2.) in jenen Theil, welcher die Feuerungsgase behufs nutzbarer Wärmeabgabe fortleitet (Züge oder Feuercanäle), und 3.) in den Schornstein oder Kamin, d. i. jener Theil der Anlage, welcher den nöthigen Luftzug bewirkt und die gasförmigen Verbrennungsproducte in die Atmosphäre abführt.

Der vorzüglichste Theil des Heizraumes ist der Rost, d. i. jener Theil desselben, auf welchen das zu benützende Brennmaterial gelangt und wo die eigentliche Verbrennung stattfindet. Unter den verschiedenen für Einzelzwecke mehr oder minder vortheilhaft zur Anwendung kommenden Arten der Roste ist der sogenannte Planrost der verbreitetste und soll hier in erster Linie besprochen werden. — Der Planrost besteht aus mehreren Querträgern (Rostträgern), über welche der Länge nach Stäbe gelegt werden, die das Brennmaterial unmittelbar zu tragen bestimmt sind; letztgenannte Stäbe

heißen Roststäbe. Dieselben werden in solchen Abständen voneinander gelegt, dass die zur Verbrennung nöthige Luftmenge durch die verbleibenden Zwischenräume (Rostspalten) durchziehen kann. Sowohl die Roststäbe als die Rostträger werden aus Guss- oder Schmiedeisen hergestellt. Die Form der Roststäbe hängt von den Eigenschaften jenes Materials ab, welches auf ihnen zur Verbrennung gelangen soll. Die Roststäbe dürfen nicht zu breit sein, damit das auf den Stäben aufliegende Brennmaterial mit der zugeführten Luft auch in Berührung kommen könne; die Rostspalten dürfen aber auch nicht so weit sein, dass ein Durchfallen noch unverbrannter Kohlenstückchen im großen Maße zu befürchten wäre. — Die Größe der Fläche, auf welcher das Brennmaterial zur Verbrennung gelangt, nennt man die totale Rostfläche, während die Summe aller zwischen den einzelnen Stäben eines Rostes verbleibenden Rostspaltenflächen die freie Rostfläche genannt wird; letztere soll mindestens ein Viertel bis ein Drittel der totalen Rostfläche betragen. — Die Größe der totalen Rostfläche hängt nicht nur von der Menge des auf dem Roste in einer bestimmten Zeit zu verbrennenden Materials, sondern auch von der Qualität desselben und weiters von der Höhe ab, bis zu welcher sich ein bestimmtes Brennmaterial auf dem Roste schichten lässt, um eine zweckmäßige Verbrennung zu erzielen. Die Größe der totalen Rostfläche ist daher zu der auf ihr in einer bestimmten Zeit zu consumirenden Brennstoffmenge gerade, zur Höhe der Brennstoffschichte aber verkehrt proportionirt. — Die Größe der totalen Rostfläche beträgt bei Planrosten und bei Anwendung von Kohlen als Brennmaterial $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$ der Kesselheizfläche. — Die Brennstoffmenge, welche auf einer Rostfläche von einem Quadratmeter Größe in einer Stunde verbrannt werden kann, schwankt beispielsweise bei Kohlen, je nach der Qualität des Brennmaterials, zwischen 60 und 100 kg.

Zur Verbrennung von Kohlengries, Torf, Sägespänen, Holzabfällen etc. werden die sogenannten Treppenroste angewendet. Sie bestehen aus einem System von quer zur Zugrichtung liegenden, treppenartig angeordneten Rostplatten, die in entsprechend geformten Seitenträgern ihre Auflager erhalten (Taf. 4, Fig. 8) und über welchen eine eigene Beschickungsvorrichtung (meistens ein gusseiserner Korb mit Deckel) angebracht wird. Die Neigung eines solchen Rostes ist ziemlich bedeutend und beträgt oft bis zu 60°. Häufig befindet sich am Fuße eines solchen Treppenrostes auch ein kurzer Planrost, welcher die Bestimmung hat, das allenthalben auf dem eigentlichen

Treppenroste nicht verbrannte Material aufzunehmen und einer möglichst vollständigen Verbrennung zuzuführen. Treppenroste besitzen für die Anwendung der obengenannten, minderwertigen Brennmaterialien den Vortheil, dass das Durchfallen der unverbrannten Theile vermieden ist und doch gleichzeitig eine beträchtliche Luftzufuhr platzgreifen kann; aus letzterem Grunde findet bei solchen Rosten auch eine ziemlich rauchfreie Verbrennung statt; auf Treppenrosten lässt sich somit bei Anwendung von solchen Brennmaterialien, welche ihrer Form halber auf Planrosten rasch durchfallen würden, ein nicht unbedeutendes Brennmaterialersparnis erzielen.

(Etagenroste, continuirliche Roste, Schüttelroste, rotirende Roste.)

Der Rost trennt den Heizraum vom Aschenfall; letzterer ist jener Raum, welcher der Luft den Zutritt unter den Rost gestattet. Der Aschenfall, auch Aschenraum genannt, communicirt frei mit der Atmosphäre und ist gewöhnlich, so wie der Heizraum, durch eine besondere Thüre abgeschlossen. Es ist klar, dass in einem Heizraume kein Luftzutritt stattfinden kann, wenn sowohl die Heizthüre als die Aschenfallthüre geschlossen ist, ferner dass ein vortheilhafter Luftzutritt erst dann platzgreifen wird, wenn die Aschenfallthüre geöffnet und zugleich die Heizthüre geschlossen ist, endlich dass bei geöffneter Heizthüre kalte Luft über dem Brennmateriale hinwegstreicht und durch den Zug des Kamins direct in diesen gefördert wird, ohne den eigentlichen Verbrennungsprocess zu unterstützen, da im letzten Falle die im Heizraume herrschende Temperatur durch die eintretende kalte Luft wesentlich herabgestimmt wird. — Im Aschenfalle sammeln sich die Rückstände, welche nach der Verbrennung durch die Rostspalten fallen (Asche, Schlacke) und die von Zeit zu Zeit entfernt werden müssen. Der Aschenfall muss eine hinreichende Höhe besitzen, damit die am Boden desselben noch fortbrennende Schlacke nicht zur Zerstörung der Roststäbe beitrage.

Vom Roste aus ziehen die sich entwickelnden Flammen und die Feuergase zunächst über die Feuerbrücke, eine unmittelbar hinter dem Roste sich befindende, den eigentlichen Zugquerschnitt verengende Aufmauerung, welche den Zweck hat, die Flamme sowohl als die Feuergase in möglichst innige Berührung mit dem Kessel zu bringen, sowie eine bessere Mischung der noch unverbrannten Gase mit der Flamme zu erzielen, damit diese Gase zur Entzündung gelangen und somit eine vollständigere Verbrennung eingeleitet werde. Obgleich die Anordnung einer Feuerbrücke für die Ausnützung des

Brennmaterials vortheilhaft ist, so hat sie doch wieder den Nachtheil im Gefolge, dass die Kesselwand an dieser Stelle durch die an sie gedrängte Flamme (Stichflamme) leicht zu Schaden kommt; aus diesem Grunde ist es zu vermeiden, an jenen Stellen eines Dampfkessels, welche über der Feuerbrücke liegen, Nietnahten anzubringen.

Von der Feuerbrücke ab ziehen die Feuergase durch den Zugcanal (oder durch mehrere Canäle) gegen das hintere Kesselende, um auf diesem Wege noch einen Theil ihrer Wärme an den Kessel, beziehungsweise an das im Kessel enthaltene Wasser abzugeben. Diejenige Linie, in welcher die Wandfläche des Zugcanales mit der Kesselwand zusammenstößt, heißt gewöhnlich die Feuerlinie; der verticale Abstand derselben vom normalen Wasserstand soll mindestens 15 cm betragen, und ist auch sofort erkenntlich, dass der Wasserspiegel im Kessel nie unter die Feuerlinie sinken darf, weil sonst die innen vom Wasser bloßgelegte Kesselwand, welche außen von den Feuergasen bespült wird, in den Zustand der Rothglühhitze gelangt, in welchem das Kesselblech unfähig ist, dem von innen nach außen wirkenden Drucke des im Kessel enthaltenen Dampfes Widerstand zu leisten. Es hat aus diesem Grunde auch überhaupt als Regel zu gelten, dass alle von der Flamme bestrichenen Kesselwandungen auf der Dampfseite vom Wasser belegt sein müssen, damit die Gefahr einer Kessel-Explosion nicht eintrete. — Der Querschnitt der Zugcanäle eines Dampfkessels soll unmittelbar hinter der Feuerbrücke 30 bis 50 % der totalen Rostfläche betragen.

Von den Zugcanälen begeben sich die Feuergase, der Einwirkung des Zuges folgend, in den sogenannten Fuchs und von hier durch den Fuchscanal in den Schornstein. — Der Fuchs ist eine sackartige Vertiefung des Zugcanals, welche die Aufgabe hat, eine Verminderung der Zugsgeschwindigkeit der Feuergase einzuleiten, bevor diese selbst in den Schornstein treten, damit eine Ablagerung der mit den Feuergasen mitgerissenen Asche (Flugasche) stattfinde. Die sich im Fuchs ansammelnde Flugasche muss durch eine an der Seite des Fuchses angebrachte Putzthüre zeitweilig entfernt werden, damit sich der Fuchs nicht vollkommen verlege. In dem vom Fuchs zum Schornstein führenden Fuchscanal ist gewöhnlich ein Schieber (oft Register genannt) eingeschaltet, durch dessen Stellung man den Querschnitt des Fuchscanales nach Bedarf verändern kann, um die Lebhaftigkeit des Zuges in den durch die Kaminanlage gebotenen Grenzen zu vermehren oder zu vermindern. Auch durch theilweises

Öffnen oder Schließen der Aschenfallthüren lässt sich die Zugthätigkeit steigern oder unterbrechen, und sind somit durch diese Thüren und durch das Register genügende Hilfsmittel geboten, um die Zug-Intensität den jeweiligen Betriebsbedürfnissen anzupassen. Selbstverständlich — und wie schon oben angedeutet wurde — können diese Mittel die größte natürliche Thätigkeit des Schornsteines nicht mehr steigern, sondern nur den fallweisen Verhältnissen anpassen; eine Steigerung des natürlichen Zuges kann in einem gegebenen Kamine nur durch Anwendung von außerordentlichen Mitteln, wie durch einen in denselben eingeleiteten Dampfstrahl, bewirkt werden; in solchen Fällen pflegt man dann den Zug einen künstlich hergestellten zu nennen.

In den meisten Fällen beschreiben die abziehenden Feuergase einer Kesselheizanlage nicht den im Vorigen beschriebenen kurzen Weg, um vom Heizraume in den Kamin zu gelangen, sondern dieselben werden in mehrfachen Hin- und Rückgängen (Windungen) über den Kessel geführt, wie bei Vorführung einiger moderner Kesselsysteme im nächsten Unterabschnitte näher auseinandergesetzt werden wird. — Im allgemeinen unterscheidet man innere und äußere Feuer- oder Zugcanäle, je nachdem die Feuergase durch den Kessel hindurch oder außen um ihn herum geführt werden. Man pflegt auch Kessel mit äußerer oder mit innerer Feuerung zu unterscheiden, je nachdem der gesammte Heizraum außer dem Kessel oder im Kesselinneren liegt. — Die Wärmeabgabe an die Kesselheizfläche findet um so günstiger statt, je länger die Zugcanäle sind, doch darf deren Gesammtlänge eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, weil sonst die Reibung der Feuergase an den Canalwänden sowie der Widerstand, der sich diesen Gasen beim Übertritt aus einem Canal in den andern entgegenstellt, den Zug beeinträchtigen würden.

Der Schornstein oder Kamin ist nichts anderes als ein sich senkrecht erhebender Canal, der an seinem unteren Ende mit den Feuercanälen und am oberen Ende mit der atmosphärischen Luft in Verbindung steht. Denken wir uns vor dem Roste eine Luftsäule, deren höchster Punkt von der Rostfläche im verticalen Sinne gleichweit absteht als der höchste Punkt des Kamins, so wird diese Luftsäule der im Schornstein enthaltenen so lange das Gleichgewicht halten, als die Temperatur im Heizraume und in den Feuercanälen gleich jener der äußeren Luft ist; wird aber durch den auf dem Roste entzündeten Brennstoff die im Heizraume enthaltene Luft erwärmt (und bleibt dabei die Heizthüre geschlossen), so strebt selbe, da sie

dann specifisch leichter wird, sich zu erheben, und bewegt sich durch die Zugcanäle in den Schornstein. In letzterem wird sich dann eine Säule erwärmter, somit leichterer Luft befinden, welche mit der vor dem Roste befindlich gedachten Luftsäule nicht mehr im Gleichgewichte stehen kann. Hat somit einmal die Erwärmung der im Heizraume und dann jene der im Kamine enthaltenen Luft platzgegriffen, so wird eine stetige Bewegung eintreten; die vor dem Roste stehende Luftsäule wird durch den Aschenfall in den Heizraum treten und dort die Verbrennung bewirken; die gebildeten heißen Gase werden dagegen ihren Weg nach dem Kamin nehmen und durch selben in die Atmosphäre entweichen. Diese stetige Bewegung, welche nach einmal eingetretener Erwärmung der Feuerungsanlage eingeleitet wird, nennt man den Zug derselben. Je höher die Temperatur der aus dem Kamin abziehenden Gase im Vergleiche zur Temperatur der äußeren Luft ist, desto lebhafter wird der Zug im allgemeinen sein müssen. Hieraus ist auch schon klar, dass Kamine gut gegen Abkühlung geschützt sein müssen, wenn sie ihre Aufgabe erfüllen sollen. Die für die Wirkung eines Kamins günstigste Temperatur der abziehenden Gase liegt bei 272° Celsius. — Um den Zug in einem Kamine überhaupt einzuleiten, pflegt man vor dem Anheizen die im Kamin enthaltene Luftsäule zu erwärmen, was bei Stabilkesseln durch die Einbringung von entzündetem Holz in den Fuchscanal — und zwar so nahe als möglich am Fuße des Kamins — leicht bewirkt werden kann. — Auch die Stärke des Windes übt einen Einfluss auf die Zugverhältnisse einer Heizanlage, weil durch den über der oberen Öffnung eines Kamins streichenden Luftstrom eine saugende Wirkung platzgreift, welche den der Heizanlage zukommenden Zug verstärkt. Hiedurch lässt sich auch erklären, warum an solchen Tagen, an denen eine hohe Temperatur der Atmosphäre und zugleich vollkommene Windstille herrscht, die Einleitung und gute Erhaltung des Zuges einer Heizanlage sich schwerer erreichen lässt, als an kalten Tagen und bei mittlerer Windstärke. — Die durch einen Kamin dem Brennmateriale zur Verbrennung zugeführte Luftmenge wächst mit der Größe des Kaminquerschnittes in geradem Verhältnisse, jedoch nur wenig mit dessen Höhe; gemauerte Kamine werden gleichwohl, und namentlich in Städten, sehr hoch aufgeführt, damit die Bewohner der einer Fabriksanlage naheliegenden Häuser durch den entsteigenden Rauch der Kamine nicht belästigt werden; Blechkamine kommen in beschränkterem Maße in Anwendung, weil die Abkühlung solcher

Kamine eine bedeutend größere ist als jene der gemauerten, da es schwierig und kostspielig wird, selbe mit genügend schützenden Mänteln zu versehen. Die gemauerten Kamine werden, sowie alle von der Flamme oder von den Feuergasen bestrichenen Zugcanäle, mit einer Lage feuerfester Ziegel gefüttert, welche gut aufeinander aufgeschliffen und mittelst feuerfestem Thonmörtel verbunden sein müssen, damit das Mauerwerk der hohen Temperatur für die Dauer standhalten könne. Obwohl der größte Theil der Flugasche sich im Fuchs ablagert; so ist es dennoch nach längerer Betriebsdauer unumgänglich nöthig, sowohl die Feuercanäle als den Kamin kehren zu lassen, weil sonst der an den Wänden haftende Ruß den Reibungswiderstand erhöht, welchen die durch den Kamin angesaugten Feuergase an den Wänden der Feuercanäle sowie an der Wand des Kamines selbst zu erleiden haben.

IV. Kesselsysteme.

Der Zweck, für welchen ein Dampfkessel gebaut werden soll, bestimmt in den meisten Fällen schon seine äußere Form sowie die Vertheilung seiner inneren Räume, die Wahl der Rostanordnung und dessen Einmauerung oder Verkleidung, endlich die zugehörige Kaminanlage. Der Kessel einer Dampffeuerspritze wird von dem einer Siederei wesentlich verschieden aussehen. — Ersterer ist dazu bestimmt, in möglichst kurzer Zeit Dampf zu bilden und selben gleichmäßig abzugeben; bei letzterem Kessel ist die rasche Erzeugung des Dampfes Nebensache, während es vielmehr wünschenswert erscheint, in gewissen, oft unregelmäßig aufeinanderfolgenden Zeiträumen viel Dampf zu erhalten. Ersterer bedingt eine leichte Transportabilität, letzterer hingegen nicht. Bei ersterem wird es ziemlich unmöglich sein, mit Kleinkohle oder gar mit Holzabfällen zu heizen, was beim zweitgenannten Kessel wieder nicht der Fall ist. Der Kessel einer Dampffeuerspritze wird unter allen Umständen einen Blechkamin erhalten, während der einer Siederei gemauert sein wird, u. s. f.

Je nach der Örtlichkeit, in der Dampfkessel zur Verwendung gelangen, pflegt man selbe in stabile, in transportable (Locomobil-, Locomotiv-) und in Schiffskessel einzutheilen; je nach der Aufstellungsart in horizontale und verticale (oder stehende) Kessel; endlich unterscheidet man, wie früher schon erwähnt wurde, Kessel mit innerer und solche mit äußerer Feuerung.

Von den zahlreichen bisher in der Praxis zur Ausführung gelangten Kesselformen und Kesselanlagen sollen hier nur die wichtigsten und am meisten verbreiteten vortheilhaften Systeme besprochen werden. Diese sind: 1.) die cylindrischen Kessel mit äußerer Feuerung, 2.) die cylindrischen Kessel mit innerer Feuerung, 3.) die cylindrischen Kessel mit Vorwärmröhren und äußerer Feuerung, 4.) die cylindrischen Kessel mit darunter liegendem Sieder, 5.) die verschiedenen Formen der Röhrenkessel, 6.) die Kessel nach Dupuis' System, 7.) die Locomotivkessel und 8.) die Schiffskessel.

1. Cylindrische Kessel mit äußerer Feuerung.

Die Figuren 1 und 2 der Taf. 4 stellen einen solchen Kessel K sammt Einmauerung, und zwar im Längen- und im Querschnitte, vor; er ruht vermittelst der auf seinen Seiten angenieteten oder angeschraubten Träger auf dem Mauerwerke und wird auf der größeren Hälfte seiner Oberfläche von der Flamme und den Feuergasen bestrichen. Unter dem Planroste R befindet sich der Aschenfall A; die Feuergase ziehen nach der Richtung des Pfeiles 1, bloß die untere Kesselfläche bestreichend, über dem Fuchs zum Kamin. Der unmittelbar über dem Kessel befindliche Raum ist mit Asche, Kohlenlösche oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausgefüllt und gewöhnlich mit einem einfachen Ziegelpflaster gedeckt. — Die wesentlichsten Vortheile dieses Kesselsystems liegen in der Einfachheit der Herstellung und der Einmauerung, sowie in der Leichtigkeit der Reinigung des Zugcanales und der leichteren Beschliefbarkeit des Kessels; die Nachtheile dieses Systems sind der verhältnismäßig geringe Dampfraum sowie der Umstand, dass zur Erreichung einer großen Heizfläche der ganzen Kesselanlage eine nicht unbedeutende Längenausdehnung gegeben werden muss. Die Stoßfugen der Bleche müssen bei diesem Kesselsysteme, wie auch bei den später hier zur Beschreibung gelangenden Systemen, von der Flamme abgekehrt sein, damit die Blechverbindung dauernd dicht verbleibe.

2. Cylindrische Kessel mit innerer Feuerung.

Die Figuren 3 und 4 der Taf. 4 stellen einen solchen Kessel K mit zwei eingeschobenen Feuerröhren F_1 und F_2 dar, welche an den Kesselfronten angenietet sind; diese Kessel werden jedoch oft auch nur mit einem einzigen Feuerrohre hergestellt und führen im allgemeinen den Namen Cornwall-Kessel. Die Feuerröhren sind an

beiden Enden offen und dienen zur Aufnahme des Rostes sowohl als zur Fortleitung der Feuergase durch das Innere des Kessels; sie vergrößern die Kesselheizfläche und somit auch die Verdampfungsfähigkeit, ohne so bedeutende Längenausdehnungen zu erheischen, wie cylindrische Kessel mit äußerer Feuerung. Die Flamme und die Feuergase ziehen durch die Feuerrohre 1, 1 am Kessel entlang, kehren dann durch die Canäle 2, 2 wieder zurück und bestreichen endlich noch die Canäle 3, 3, bevor sie in den Kamin treten. — In dem vorgeführten Kessel sind überdies konische Röhren g, g eingesetzt, welche quer zur Zugrichtung liegen und nach ihrem Erfinder Galloway'sche Röhren genannt werden. Selbe versteifen die Feuerröhren in sehr günstiger Weise und bezwecken eine entsprechende Circulation des Kesselwassers sowie eine leichte und reichliche Dampfentwicklung, da sie die Heizfläche vergrößern. Noch sei erwähnt, dass die flachen Abschlusswände solcher Kessel mit Winkeleisen versteift werden, um eine höhere Festigkeit zu erzielen, ferner dass bei diesen (wie bei den meisten andern cylindrischen Kesseln) die Längsnahten der Bleche gewöhnlich mittelst doppelter Vernietung hergestellt werden. Bei dem Stutzen S, welcher am Kesselboden und gerade über dem Aschenfalle liegt, wird das Speisewasser dem Kessel zugeführt.

3. Cylindrische Kessel mit Vorwärmröhren und mit äußerer Feuerung.

Die Figuren 8 und 9 der Taf. 4 stellen einen solchen Kessel dar. Derselbe besteht aus einem etwas geneigten cylindrischen Hauptkessel (Oberkessel) K und den beiden unter ihm liegenden Vorwärmröhren V_1 und V_2. Der Hauptkessel steht mit dem Vorwärmrohre V_1 durch einen rohrförmigen Stutzen in Verbindung, ebenso die beiden Vorwärmröhren untereinander. Die Neigung, welche hier den Vorwärmröhren gegeben ist, hat zum Zwecke, dem sich in diesen Röhren entwickelnden Dampfe einen leichten Ausweg nach oben zu gestatten, während die Neigung des Hauptkessels lediglich angewendet wird, um eine vollständige Entleerung des Kessels beim Außerbetriebsetzen desselben zu ermöglichen. — Die Feuerung erfolgt im vorliegenden Falle auf einem Treppenroste T, welcher aus dem Füllkorbe F gespeist wird; A ist der Aschenfall. Die Flamme drängt sich nach der Richtung des Pfeiles 1 über die hier angebrachte Feuerbrücke an den Oberkessel und bestreicht ihn der ganzen Länge nach, dann geht sie nach der Richtung des Pfeiles 2 über das Vorwärmrohr V_1 und schließlich nach der Richtung der Pfeile 3, 3 über das Vorwärm-

rohr V_2 in den Kamin. Das Speisewasser wird bei diesem Kessel am tiefsten Punkte des Vorwärmrohres V_2 eingeführt und steigt successive in den Oberkessel; es verfolgt daher auf dem Wege durch die Vorwärmröhren V_2 und V_1 gerade die entgegengesetzten Richtungen, welche die Feuergase einschlagen, weshalb man solche Kessel auch im allgemeinen als Kessel nach dem Gegenstrom-Systeme bezeichnet. Auch dieses Kesselsystem bietet, dem einfachen cylindrischen Kessel gegenüber gehalten, eine große Heizfläche ohne große Raumverschwendung in der Längenausdehnung. Da der Nachtheil eines verhältnismäßig geringen Dampfraumes bei diesem Kesselsysteme meist noch stärker hervortritt als bei cylindrischen Kesseln (und zwar deshalb, weil solche Kessel weit mehr Wasser enthalten und eine größere Heizfläche besitzen), so pflegt man hiebei dem Oberkessel einen cylindrischen Aufbau D zu geben, welcher als Dampfsammler dient und deshalb auch der Dampfdom genannt wird. Die kleineren cylindrischen Ansätze, welche in Fig. 8 angedeutet erscheinen, sind für die Anbringung der Kesselgarnituren bestimmt.

4. Cylindrische Kessel mit darunterliegendem Sieder.

Dieses System unterscheidet sich vom letztbeschriebenen im wesentlichen nur dadurch, dass hier die erste Führung der Flamme am Unterkessel stattfindet. — Außer dem Hauptkessel (Oberkessel) K (Fig. 10 und 11 auf Taf. 4) wird nämlich ein Unterkessel (Sieder) angewendet, in welchem der Rost liegt; die Feuerungsgase ziehen durch das Siederohr F nach der Richtung 1 an das hintere Kesselende und von hier nach der Richtung des Pfeiles 2 auf der Außenseite des Sieders zurück, endlich steigen selbe zum Hauptkessel auf und begeben sich, im Sinne des Pfeiles 3 den Oberkessel bestreichend, zum Kamin. — Auch dieses System bietet eine größere Heizfläche als der einfache cylindrische Kessel mit äußerer Feuerung. Bemerkenswert ist die elastische Verbindung der einzelnen Blechstöße des Feuerrohres F, welche hier angewendet wird, um der ungleich größeren Ausdehnung, welche dieses Rohr im Vergleiche zu den andern Kesseltheilen erleidet, Rechnung zu tragen. Nachdem der Oberkessel erst in der dritten Führung der Feuergase liegt, während am Siederohr F die größte Wärmeabgabe stattfindet, so ist im Unterkessel stets specifisch leichteres Wasser als im Oberkessel, und entsteht deshalb eine lebhafte Wassercirculation; das Wasser des Unterkessels zieht nämlich, wenn es einmal erwärmt ist, durch den Verbindungsstutzen, welcher

näher am Roste liegt, nach aufwärts, und jenes des Oberkessels sinkt durch den zweiten Verbindungsstutzen, als specifisch schwerer, nach abwärts. Dieser stetige Kreislauf des Wassers ist für die Dampfbildung sehr günstig. — Auch bei diesem Kesselsysteme wird es gewöhnlich nöthig, einen Dampfdom am Oberkessel anzubringen, um dadurch den eigentlichen Dampfraum zu vergrößern; die Speisung erfolgt hiebei meistens im Sieder, und zwar unmittelbar unter dem Roste, wie in der Figur durch das knieförmige Speiserohr, welches auch zugleich als Entleerungsrohr verwendet werden kann, angedeutet erscheint. Um eine vollständige Entleerung des ganzen Kessels zu ermöglichen und um anderseits dem im Sieder sich bildenden Dampfe einen bequemen Ausweg zu verschaffen, ist der Sieder etwas geneigt. Die am Oberkessel angebrachten rohrförmigen Ansätze sind für die Befestigung der Kesselgarnituren bestimmt.

Ein dem beschriebenen ähnliches, aber bereits allerorts verworfenes System ist jenes mit Siedern, welche eine äußere Feuerung besitzen, was hier bloß erwähnt wird, um nicht zu Verwechslungen Anlass zu bieten.

5. Die verschiedenen Formen der Röhrenkessel.

Die Röhrenkessel (Tubularkessel) bestehen gewöhnlich aus einem cylindrischen Kesseltheil und aus einem Röhrenbündel, welches in ersterem eingebaut ist und als Heizfläche verwendet wird, oder aber aus einem solchen Röhrenbündel allein. Im ersteren Falle sind die Röhrenenden in den sonstigen Kesselwänden (Rohrplatten) eingeschoben und dort abgedichtet und ziehen die Feuergase meist durch diese Röhren hindurch (seltener um selbe herum); im letzteren Falle communiciren die einzelnen Röhren des Bündels untereinander und ist die Feuerung stets außenliegend; die Röhren sind entweder aus Schmiedeisen oder aus Metall hergestellt. Alle Arten der Röhrenkessel bieten den Vortheil, in einem kleinen zur Verfügung stehenden Raume eine beträchtliche Heizfläche unterbringen zu können, wodurch eine rasche Dampfbildung möglich wird; doch haben sie in den meisten Fällen einen mäßigen Dampfraum und liefern also nässeren Dampf als einfache cylindrische Kessel. Der gemeinschaftliche Nachtheil aller jener Röhrenkessel, welche Rohrplatten besitzen, ist der, dass die Dichtung und dauernde Dichthaltung der Röhrenenden oft schwierig zu erreichen ist, und dass sich solche Röhren ohne Anwendung des künstlichen Zuges leicht mit Flugasche verlegen; die Röhrenkessel, welche nur aus einem communicirenden

Röhrenbündel bestehen, bieten meistens Schwierigkeiten beim Speisen derselben und haben stets einen eigenen Dampfsammler nöthig.

In den Figuren 5 und 6 der Taf. 4 ist ein einfacher horizontal liegender Röhrenkessel *K* dargestellt; derselbe besteht aus einer cylindrischen Hülle, welche durch ebene Böden abgeschlossen ist, in denen die Röhrenenden ihre Dichtung erhalten; die Feuerung ist hier eine äußere und erfolgt auf dem Planroste *R*; *A* ist der Aschenfall, *D* der Dampfdom, *S* das Speiserohr. Die Flamme zieht zuerst über die Feuerbrücke und nach der Richtung des Pfeiles 1 an der Unterseite des Kessels entlang, dann steigen die Feuergase auf und durchziehen nach der Richtung 2 die Röhren (Siederöhren), endlich gehen selbe durch die beiden Seitencanäle 3, 3 zum Kamin und bespülen auf diesem Wege noch die Seitenflächen der cylindrischen Kesselhülle. Alle diese Canäle sind an ihren Enden mit Putzthüren versehen, sowie auch die Anordnung getroffen ist, dass die vor den Siederöhren (über dem Roste) liegende Wand leicht entfernt werden kann, um die Reinigung der Röhren (mittelst eigener Bürsten) leicht vornehmen zu können in vielen Fällen ist anstatt der letztgenannten, in einem Eisenkasten gemauerten Wand eine doppelte Thüre aus Eisenblech angewendet, welche man die Rauchkammerthüre (oft kurzweg Rohrthüre) zu nennen pflegt. — In der Figur ist auch ersichtlich gemacht, wie der größte Theil der Flugasche vor dem Eintritte der Feuergase in die Siederöhren sich ansammeln kann, ohne Verengungen des eigentlichen Zugquerschnittes im Gefolge zu haben, und ist im Aschenfalle auch eine Thüre angedeutet, durch welche die mit der Zeit sich anhäufende Flugasche entfernt wird. Bei diesem Kesselsysteme muss noch erwähnt werden, dass die Rohrplatten zueinander parallel stehen sollen, um eine gute Dichtung zu erzielen, und dass diese Platten durch eigene Anker gegenseitig gehalten oder aber mittelst Winkeleisen ausgiebig versteift sein müssen. Um möglichst wenig Anker oder Winkeleisen anzuwenden und um eine größere Auflage für die Röhrenenden zu gewinnen, wählt man meistens Rohrplatten, welche beträchtlich dicker sind als die sonstigen Kesselwände.

Die Figuren 14 und 15 der Tafel 4 stellen verticale Röhrenkessel dar, welche zumeist dort Anwendung finden, wo eine geringe Länge und Breite, dafür aber eine genügende Höhe für die Kesselanlage zur Verfügung steht.

Der Röhrenkessel in Fig. 14 besteht aus einer Hülle und aus der eigentlichen Feuerkiste, welche zur Aufnahme des Rostes *R* be-

stimmt ist; *A* stellt den Aschenfall, *H* die Heizöffnung dar. Das Röhrenbündel, welches hier vertical angeordnet ist, steht mit den unteren Enden der Röhren in der gewölbten Feuerkiste, während die oberen Enden in einer ebenen Rohrplatte gedichtet sind, über welcher sich der durch den Dampfraum ziehende Kamin anschließt. Die Feuerkiste ist durch Stehbolzen mit der Hülle verbunden; die untere Verbindung der Feuerkiste und der Hülle (in der Rosthöhe) wird durch einen eingeschobenen und dann vernieteten Schmiedeisenring hergestellt.

Der in Fig. 15 vorgeführte verticale Röhrenkessel besitzt eine Feuerkiste, welche sich direct an den Kamin anschließt, in welche aber Galloway'sche Röhren *G*, *G* eingeschoben sind.

Diese verticalen Kessel sind nicht eingemauert, sondern bloß mit einer Filz- und Holzverkleidung gegen Wärmeverluste geschützt.

In den Figuren 12 und 13 der Tafel 4 ist eines jener Kesselsysteme dargestellt, bei welchem ein Röhrenbündel allein den Feuergasen ausgesetzt erscheint; es bestehen verschiedene Ausführungsarten solcher Röhrenkessel, welche von ihren Erfindern gewöhnlich als «unexplodirbar» gepriesen werden. — Beim hier dargestellten Kessel nach Howards System sind fünf geneigte Rohrlagen, aus je vier schmiedeisernen Röhren bestehend, übereinander angeordnet; je fünf übereinanderliegende Rohre sind dabei mit ihren oberen Enden in ein Verticalrohr verschraubt, während die unteren Enden abgeschlossen sind, wodurch die einzelnen Röhren sich ungehindert ausdehnen können. An diesem Kessel kommt keine Nietung vor. Aus jedem der vier verticalen Verbindungsrohre desselben führt ein Knierohr zum gemeinschaftlichen cylindrischen Dampfsammler *D*; die Speisung erfolgt in ein horizontal liegendes Rohr, welches mit den unteren Enden der tiefsten Rohrlage communicirt. Damit die vom Roste *R* abziehenden Feuergase gezwungen werden, alle Rohre ausreichend zu bespülen, sind gusseiserne Zwischenwände über den untersten drei Rohrlagen angebracht, und nehmen diese Gase nach den in der Figur angedeuteten Pfeilen den Weg zum Kamin. Noch sei erwähnt, dass der normale Wasserstand bei diesem Kessel zwischen der dritten und vierten Rohrreihe zu liegen kommt.

Auch die Belleville-Kessel sind dem soeben beschriebenen Systeme ähnlich; — sie bieten gleichfalls hohe Sicherheit gegen Explosionen, sind leicht zu reinigen und gestatten eine wenig umständliche Auswechslung einzelner Kesseltheile; beim Howard-Kessel ist die Wechslung der Röhren dafür sehr rasch möglich, weil selbe an einem Ende frei liegen.

6. Die Kessel nach Dupuis' System.

Die Vortheile der einfachen cylindrischen und der Röhrenkessel sind bei diesem in Fig. 7, Taf. 4, im Längenschnitte dargestellten Kessel so ziemlich vereinigt. Der cylindrische horizontale Hauptkessel schließt sich hier an einen verticalen Röhrenkessel an; durch diese Anordnung ist eine leichte Reinigung der Röhren von oben ermöglicht, und legt sich überhaupt weniger Flugasche in selben ab, als in horizontal liegenden. Die Feuergase bestreichen den Hauptkessel nach der Richtung des Pfeiles 1, bespülen dann die Hülle des verticalen Kessels nach der Richtung 2 und ziehen endlich durch die Röhren aufwärts und nach der Richtung 3 zum Kamin. — Die Speisewasserzuführung erfolgt durch das Knierohr *S*, welches durch den Kesselfuß geht; auf dem Dampfraume des Verticalkessels ist das Dampfabsperrventil *D* angebracht. Dieses Kesselsystem bietet eine sehr bequeme Zugänglichkeit behufs der Reinigung aller Zugcanäle und gestattet eine ungehinderte Ausdehnung der einzelnen Kesseltheile.

7. Die Locomotivkessel.

Dieselben unterscheiden sich von den bisher beschriebenen Röhrenkesseln nur durch ihre eigenthümliche, dem Zwecke der Transportabilität angepasste Form. Sie bestehen aus drei wesentlichen Theilen: aus der Feuerbüchse, dem cylindrischen Hauptkessel und aus der Rauchbüchse. — Die Fig. 16, 17 der Tafel 4 stellen einen solchen Locomotivkessel im Längen- und im Querschnitt dar. Die Feuerbüchse besteht aus einer kastenförmigen Hülle und aus dem in selbe eingebauten Heizraume; *R* ist der Rost, *A* der Aschenkasten, *H* die Heizthüre, *D* der Dampfdom. Der cylindrische Hauptkessel *K* enthält die Siederöhren und hängt mit der Hülle der Feuerbüchse auf einer Seite zusammen, während er am andern Ende durch die zweite Rohrwand abgeschlossen wird. Die Hülle der Feuerbüchse ist mit den Wandungen des Heizraumes durch Stehbolzen und Verankerungen verbunden. An der zweiten Rohrwand ist die Rauchbüchse *E* befestigt; selbe besteht aus einem leichten Blechkasten, welcher durch die Thüre *T* abgeschlossen ist und den Kamin *C* trägt; durch diese Thüröffnung können die Siederöhren gereinigt werden. Behufs Erreichung des nöthigen Zuges ist ein Blasrohr *B* im Kaminuntertheil angebracht, in welches der von der Locomotive verbrauchte Dampf tritt.

Auch die Kessel der in der Landwirtschaft häufig verwendeten Locomobile werden vorwiegend nach diesem Systeme hergestellt.

8. Die Schiffskessel.

Die Schiffskessel unterscheiden sich von allen anderen Röhrenkesseln in charakteristischer Weise; die thunlichste Ausnützung des in einem Schiffe für die Dampfkessel gebotenen Raumes erheischt eine eigenthümliche Kesselform, welche sich möglichst an den Schiffskörper anschmiegt; die Einmauerung hat wegen ihres großen Gewichtes zu entfallen, da bei solchen Kesseln in erster Linie angestrebt werden muss, eine große Dampfentwicklung bei möglichst geringem Kessel-Eigengewichte zu erreichen. — Man unterscheidet Schiffskessel mit cylindrischer und solche mit kastenförmiger Hülle. Erstere sind vorwiegend auf Handelsschiffen in Verwendung; sie bestehen aus einem cylindrischen Hauptkessel von kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt, in welchen mehrere Feuerbüchsen eingebaut sind; an diese Feuerbüchsen schließen sich Röhrenbündel an, welche sich in einer gemeinschaftlichen Rauchkammer vereinigen, durch welche die Feuergase in den Kamin abziehen. — Die cylindrischen Formen gestatten die Anwendung höherer Dampfspannungen, ohne große Kesselgewichte zu bedingen, dafür lässt sich hiebei der im Schiffe für die Kessel zur Verfügung stehende Raum nicht vollkommen ausnützen, und muss beziehungsweise zur Erreichung einer bestimmten Heizfläche ein verhältnismäßig großer Raum beansprucht werden. — Bei Kriegsschiffen, wo die beste Ausnützung der Räume zur dringlichsten Nothwendigkeit wird und außerdem aus mehrfachen Rücksichten außer der Unterbringung einer großen Heizfläche auch ein möglichst großer Wasser- und Dampfraum wünschenswert erscheint, endlich die Kessel meist ganz unter der Wasserlinie des Schiffes liegen müssen, kommen noch überwiegend kastenförmige Kessel (oft Kofferkessel genannt) zur Anwendung.

Die Hauptbestandtheile eines jeden kastenförmigen Schiffskessels sind: die Kesselhülle, die Feuerbüchsen, die Siederöhren, die Rauchkammer und der Kamin. Es würde zu weit führen, alle Einzelnheiten der verschiedenen Variationen, in welchen kastenförmige Schiffskessel gebaut wurden, erwähnen zu wollen, und genügt es zum Verständnis dieses Types, den in den Figuren 1, 2, 3 der Tafel 5 dargestellten Kessel zu beschreiben.

Die Kesselhülle schließt einen meist durch Ebenen begrenzten Raum ein, der nur an der Bodenfläche die durch die Schiffsform bedingte Krümmung trägt. Die Feuerbüchsen, deren je zwei bis fünf

in einer Hülle eingeschoben sind, erhalten ebenfalls die Kastenform; die Seitenwände und Böden derselben sind eben, die unteren Ecken und die Feuerdecken jedoch abgerundet. Der Anschluss derselben an die Kesselfront erfolgt durch Winkeleisen; die Versteifung untereinander, gegen den Kesselboden und gegen die Kesselseitenwände geschieht durch Stehbolzen, gegen die Kesseldecke aber durch Verankerungen. Die Feuerbüchsen nehmen die Roste auf, welche auf querliegenden Trägern *a*, *b*, *c* liegen. Unterhalb der Roste sind die durch Thüren abschließbaren Aschenräume; ober den Rosten sind die Feuerbüchsen durch doppelwandige Heizthüren *f* abgeschlossen; an den Ecken der Roste sind kleine Feuerbrücken aufgemauert. Das Ende einer jeden Feuerbüchse ist mit einem erhöhten Aufbaue versehen, welcher mit der zur Aufnahme der Siederöhrenenden nöthigen Rohrplatte abschließt. — Die Siederöhren, welche bei diesen Kesseln fast ausschließlich aus Muntzmetall hergestellt werden, haben meistens eine Länge von 1·5 bis 2·5 m und einen lichten Durchmesser von 65 mm, endlich 2·5 bis 3 mm Wandstärke. Um den Feuergasen einen möglichst raschen Abzug zu gewähren, erhalten die Siederöhren eine geringe Ansteigung ($\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{20}$); zur Erreichung einer dauernden Dichtung müssen diese Röhren überdies senkrecht zu den beiden Rohrplatten *B*, *B* stehen. — Die Rauchkammer ist in den Kessel eingebaut und für alle Feuerbüchsen desselben gemeinschaftlich; die Öffnung *h* dient zur Reinigung der Siederöhren und ist durch eine doppelwandige Thüre abgeschlossen; die Rauchkammer ist theils durch die vordere gemeinschaftliche Rohrplatte, theils durch die Kesselhülle begrenzt. Bei größeren Kessel-Complexen gelangen die Feuergase aus der Rauchkammer nicht unmittelbar in den Kamin, sondern zunächst in einen eigenen Raum, welcher die Rauchzüge der einzelnen Kessel vereinigt und der Rauchmantel genannt wird; auf diesen ist dann der Kamin aufgebaut. Bei einzeln zur Anwendung kommenden Kesseln steht der Kamin direct auf der Kesseldecke. — Der Kamin besteht aus einem aus Blech genieteten Rohre, dessen Querschnitt dem achten bis zehnten Theile der zugehörigen totalen Rostfläche gleichkommt; die Höhe eines solchen Kamins ist bedeutend geringer als bei Kesselanlagen am Lande. Man unterscheidet fixe Kamine, das sind solche, die aus einem einzigen Rohre bestehen, welches unveränderlich auf der Kesseldecke aufgestellt bleibt, und Teleskop-Kamine, welche aus mehreren ineinander verschiebbaren Rohren bestehen.

Ein weiterer Bestandtheil der Kastenkessel, welcher zur Überhitzung oder Trocknung des Kesseldampfes dient und gleichfalls in diese Kessel eingebaut wird, ist der Überhitzer. Derselbe besteht aus einem in die Rauchkammer eingesetzten, allseitig abgeschlossenen Kasten K aus Eisenblech; er theilt die Rauchkammer in zwei Theile, wovon der untere als Rauchkammer im engeren Sinne, der obere aber als Rauchcanal aufzufassen ist. Die Feuergase ziehen von der Rauchkammer aus durch die schmiedeisernen Röhren des Überhitzers in den Rauchcanal; der diese Röhren umgebende Raum communicirt durch die an beiden Seiten offenen Röhren l, l mit dem Dampfraume des Kessels. Da die Dampfabnahme beim Ventil m (Fig. 3) erfolgt, so ist ersichtlich, dass der Kesseldampf, welcher durch die Röhren l eintritt, über die Überhitzerröhren hinwegziehen muss, um in das Absperrventil zu gelangen; auf diesem Wege wird er durch die die Röhren durchziehenden Feuergase überhitzt oder getrocknet. — Mitunter erfolgt die Dampfabnahme nicht ausschließlich aus dem Überhitzer, sondern auch unmittelbar aus dem Kesseldampfraume. Man ist dann auch in die Lage gesetzt, entweder überhitzten oder gesättigten oder aber Dampf mittlerer Temperatur (gemischten Dampf) zu gebrauchen.

Die eigenthümliche Form der Kastenkessel bedingt eine genügende Sicherung der dem Dampfdrucke ausgesetzten ebenen Wände. Gewöhnlich versichert man ebene Wände gegen Ausbiegungen durch Annieten von Winkeleisen; gegenüberstehende ebene Wände werden bei größerem Abstande durch eingezogene Verankerungen, falls sie sich aber in geringem Abstande voneinander befinden, durch Stehbolzen aneinander gehalten.

Die Verankerungen sind meist von kreisförmigem, seltener von rechteckigem oder quadratischem Querschnitte, weil diese Formen verhältnismäßig größere Abnützungsoberflächen bieten. Dort, wo man aus localen Rücksichten flache Anker anzuwenden gezwungen ist, wie es oft bei der Versteifung der Feuerbüchsen mit der Kesseldecke wegen der enge aneinander liegenden Siederöhren nöthig wird, gibt man den flachen Ankern einen etwas größeren Querschnitt, als bei runden Ankern sonst gebräuchlich ist; man lässt aber den flachen Querschnitt sofort in den runden übergehen, sobald die räumlichen Verhältnisse dies gestatten (wie unmittelbar über den Siederöhren), und schmiedet entweder die flachen mit den runden Ankern zusammen oder verbindet sie in der aus Fig. 9 ersichtlichen Weise.

Die Größe des Ankerquerschnittes muss derart gewählt sein, dass der betreffende Anker jenem Dampfdrucke mit genügender Sicherheit widerstehen könne, welcher auf der durch diesen Anker versteiften Fläche lastet. — Bezeichnet a den mittleren Abstand der Verankerungen eines Kessels (in Centimeter) und p den Dampfdruck (Manometeranzeige in kg pro cm^2), so stellt der Ausdruck a^2p den auf einen Anker entfallenden Zug dar. — Die Inanspruchnahme der runden Anker soll, im neuen Zustande derselben, nicht 4 kg pro cm^2, jene der flachen Anker nicht 3 kg pro cm^2 überschreiten. — Hienach lässt sich der Querschnitt eines Kesselankers, bei gegebenem Ankerabstande und gegebener Dampfspannung, leicht bestimmen; es ist nämlich für einen runden Kesselanker der Durchmesser (in Millimeter) $d = a\sqrt{\frac{p}{\pi}}$.

Die Anbringung der Anker erfolgt am einfachsten und besten in der Art, dass man dieselben durch die correspondirenden Löcher der zu versteifenden Wände durchschiebt und sie außer- und innerhalb jeder Wand mit Muttern befestigt; zu diesem Behufe müssen die Enden der Anker mit Gewinden versehen werden; — unter die Muttern gibt man dann Unterlagscheiben, um einerseits den auf die Anker entfallenden Zug besser auf die bezüglichen Blechwände zu übertragen, und um anderseits eine gute Dichtung der Anker zu ermöglichen. (Fig. 4, Taf. 5.)

Die Entfernung der einzelnen Anker muss so gewählt werden, dass das Kesselinnere noch schliefbar bleibt, um dessen Reinigung fallweise bewerkstelligen zu können. Die üblichen Entfernungen der Kesselverankerungen liegen zwischen 40 und 50 cm.

Die Rohrplatten werden untereinander nur selten durch das Einziehen von Ankern, dafür aber meistens durch Anbringung von kräftigen Siederöhren (Stützenröhren) versteift, welche an ihren Enden mit einem äußeren Gewinde versehen sind und mittelst Muttern an den Rohrplatten gehalten werden.

Die zur Versteifung naheliegender Wände gebräuchlichen Stehbolzen werden aus Schmiedeisen erzeugt und sind ihrer ganzen Länge nach mit Gewinden versehen, mittelst welchen sie in die gleichfalls mit Gewinden versehenen Löcher der Wandungen verschraubt werden; die Bolzenenden werden überdies durch Muttern gehalten, seltener umgenietet. (Fig. 5, Taf. 5.)

Die Reinigung der Kastenkessel erfolgt durch eigene Öffnungen, welche in der Hülle angeordnet sind und die während des Betriebes durch Deckel mit Bügeln und Schrauben geschlossen werden können. Gestatten solche Öffnungen das Einschliefen von Personen in den Kessel, so heißen sie Mannlöcher, bei geringerer Ausdehnung aber, und wenn man durch selbe nur Putzwerkzeuge einbringen kann, werden selbe Schlammlöcher oder Putzlöcher genannt. — Der Verschluss solcher Öffnungen ist stets in der Weise angeordnet, dass während des Betriebes ein Anpressen der Deckel durch den Dampfdruck erfolgt; die Deckel, Bügel und Schrauben werden ausschließlich aus Schmiedeisen hergestellt. Die Dichtung solcher Mannloch- oder Schlammlochdeckel kann entweder durch Tressen oder durch dünne Kautschukrahmen erzielt werden.

V. Kesselgarnituren.

Unter Kesselgarnituren versteht man alle jene Bestandtheile, welche an einem fertigen Kessel angebracht sein müssen, um ihn zum beabsichtigten Gebrauche tauglich zu machen. — Man theilt die gesammte Kesselgarnitur häufig in die sogenannte grobe und in die feine Garnitur ein, und versteht unter der ersteren alle vom Kessel leicht abnehmbaren Theile, welche zur Heizung gehören, als Roststäbe und Rostträger, Heiz-, Aschenfall- und Rauchkammerthüren, sowie die Register und die Putzthüren, während man zu der feinen Garnitur alle sonstigen mit dem Kesselwasser oder Kesseldampfe in Berührung stehenden Bestandtheile rechnet.

Über die sogenannte grobe Garnitur wurde bereits das Wichtigste in den vorhergehenden Unterabschnitten erwähnt, und erübrigt es bloß, die einzelnen feinen Garnituren ihrer Form und ihrem Zwecke nach vorzuführen. — Die feinen Garnituren lassen sich eintheilen: 1.) in solche, welche zur Erfüllung gewisser Sicherheitsmaßregeln nöthig sind, und 2.) in solche, die aus dem Betriebe eines Kessels an und für sich entspringen.

Die aus Sicherheitsgründen an jedem Dampfkessel angebrachten Garnituren dienen entweder dazu, den Dampfdruck in gewissen Grenzen zu halten (Sicherheitsventile und Manometer), oder um ein Sinken des normalen Wasserstandes, welches von verderblichen Folgen sein könnte, rechtzeitig zu erkennen (Wasserstands-

anzeiger und Probirhähne, Schwimmer und Alarmpfeifen). Die aus dem wechselnden Betriebe als nothwendig entspringenden Garnituren sind jene für die Dampfableitung (Absperrventile) und die für die Wasserzuführung (Speisung), sowie für die Entleerung eines Kessels dienenden (Speise- und Ablassventile, Injectoren und Luftventile).

1. Sicherheitsventile.

Jene Vorrichtungen, welche auf einem Dampfkessel angebracht sind, um selbstthätig dem Dampfe einen Ausweg zu gestatten, sobald dessen Spannung ein beabsichtigtes Maß überschritten hat, nennt man Sicherheitsventile. Sie bestehen im allgemeinen aus einem mit dem Kesseldampfraume communicirenden Gehäuse, welches ein Ventil enthält, auf dessen untere Fläche der Kesseldampf drückt, während über der oberen Fläche desselben eine entsprechende Belastung angeordnet ist. So lange der durch diese Belastung auf das Ventil ausgeübte Druck größer ist als die im Kessel herrschende Spannung (Überdruck) des Dampfes, bleibt das Ventil geschlossen; sobald aber der Dampfdruck eine solche Höhe erreicht, dass die Belastung ihm nicht mehr das Gleichgewicht zu halten vermag, öffnet sich das Ventil und lässt einen Theil des Kesseldampfes ins Freie entweichen, wodurch die im Kessel herrschende Spannung wieder auf ihr höchstes zulässiges Maß gebracht wird.

Man unterscheidet Sicherheitsventile mit directer und solche mit indirecter Belastung; im ersteren Falle wirkt das angewendete Belastungsgewicht (oder eine Feder) unmittelbar auf die obere Ventilfläche, im letzteren hingegen ist das Gewicht (oder die Feder) am Ende eines einarmigen Hebels angebracht, welcher über dem Ventile derart angeordnet ist, dass der Endpunkt des kürzeren Hebelarmes auf die Ventilplatte drückt.

Fig. 1, Taf. 6, stellt ein Sicherheitsventil mit directer Belastung dar. Das gusseiserne Gehäuse enthält hier einen Ventilsitz aus Metall und den gleichfalls aus Metall erzeugten flachen Ventilteller, welcher durch einen eigenen, in seinem Mittel sitzenden und mit ihm concentrisch gedrehten Stift in der durch Rippen mit dem Ventilsitze verbundenen Hülse gerade geführt ist. Auf dem Ventilteller liegen unmittelbar die Belastungsgewichte auf, die durch einen gabelförmigen zweiarmigen Hebel, der am Gehäuse seinen Drehpunkt findet, auch mittelst Handkraft gehoben werden können, sobald man den Kessel-

dampf durch das Ventil — sei es wegen Verminderung der Dampfspannung oder behufs gänzlicher Entleerung des Kessels — entweichen (abblasen) lassen will. Der dem Kessel entströmende Dampf wird durch den am Ventilgehäuse angebrachten Stutzen und durch ein eigenes Rohr (Abblaserohr) ins Freie befördert.

Die für einen bestimmten, größten zulässigen Überdruck (pro Quadratcentimeter) p auf einen Ventilteller vom Eigengewicht g aufzulegende Ventilbelastung G ergibt sich aus der Gleichung

$$G + g = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

(worin d den freien Durchmesser des Ventiles in Centimetern ausdrückt, ferner G, g und p in Kilogramm gegeben sind) mit

$$G = p \cdot \frac{\pi}{4} d^2 - g.$$

Fig. 2, Taf. 6, stellt ein Sicherheitsventil mit indirecter Belastung dar. Im Ventilgehäuse sind hier, wie es oft üblich ist, zwei Ventile nebeneinander angebracht, welche sich in konischen Sitzen befinden; die Führung der Ventile erfolgt wie im früheren Falle. Mit den Ventilen sind cylindrische Stifte in Verbindung gebracht, welche bis außerhalb des Gehäuses reichen und dort vermittelst einarmiger Hebel und Aufhängegewichten belastet erscheinen. Jeder solche Hebel besitzt eine Führung gegen seitliche Schwankungen und eine Hubbegrenzung. Um das Lüften besorgen zu können, wird bei diesen Ventilen entweder unter dem jeweiligen Belastungsgewichte ein Hebteller mit zugehöriger Hebeschraube oder aber ein unmittelbar unter den Hebeln angeordneter Hebedaumen mit Hebelwerk angebracht, welches vom Kesselwärter leicht bethätigt werden kann. Die an den Ventilstiften angedeuteten Handgriffe dienen sowohl zum bequemen Herausheben der Ventile aus ihren Sitzen als zum Nachschleifen derselben.

Bezeichnet, wie oben, p den Kesselüberdruck, g das Ventilgewicht (incl. Gewicht des Stiftes) und d den freien Ventildurchmesser, P das am längeren Hebelarme anzuwendende Aufhängegewicht und g' das absolute Gewicht des Hebels, endlich a die Länge des kleineren und b die Länge des größeren Hebelarmes, sowie c den Abstand der durch den Schwerpunkt des Hebels gehenden Verticalen vom Hebelstützpunkte, so ist

$$(p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 - g) a = P \cdot b + g' c$$

und daraus das Aufhängegewicht

$$P = \frac{(p \cdot \frac{\pi}{4} d^2 - g)a - g'c}{b}$$

Anstatt bei einem ausgeführten einarmigen Ventilhebel erst dessen Schwerpunkt auszumitteln, denkt man sich das Eigengewicht desselben vom Schwerpunkte auf das Ende des längeren Hebelarmes reducirt und bestimmt dieses als indirecte Belastung wirkende Gewicht auf folgende Art: Man hängt den armirten Hebel am Stützpunkte an einer Schnur auf, bringt ihn in die horizontale Lage und legt das andere freie Ende auf eine Wagschale; das in der anderen Schale der Wage aufzulegende Gewicht stellt das verlangte reducirte Eigengewicht des Ventilhebels dar. Es ist somit

$$(p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 - g)a = P \cdot b + P' \cdot b,$$

wobei P' das gefundene reducirte Eigengewicht des Hebels bezeichnet. Hieraus ergibt sich das Aufhängegewicht

$$P = \frac{(p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 - g)a}{b} - P'.$$

Bei Kesseln, die großen Schwingungen ausgesetzt sind, wie z. B. bei Locomotiven, ersetzt man das Belastungsgewicht durch den Druck einer Feder. Fig. 3, Taf. 6, stellt ein solches Ventil dar. Die Feder ist dabei in einer mit einem Seitenschlitz versehenen Büchse A eingeschlossen und letztere an einem Fixpunkte eingehängt; am Hebelende ist eine mittelst Schraubengewinde in der Höhenrichtung verstellbare Stange sammt Kolben angebracht, welche den auf das Ventil ausgeübten Dampfdruck auf die Feder überträgt, welch letztere sich einerseits an den Deckel der Büchse und anderseits an den genannten Kolben stützt. Die jeweilige Stellung des Kolbens ist durch einen kleinen, bis außer den Schlitz reichenden Zeiger erkenntlich, welcher am Kolben festsitzt und mit demselben auf- und niedergestellt werden kann. Je mehr man die Feder mittelst der ober dem Ventilhebel angebrachten Stellschraube zusammendrückt, ein desto größerer Überdruck wird im Kessel herrschen müssen, um ein Heben des so niedergehaltenen Ventiles bewirken zu können. — Die am Schlitze der Hülse befindliche Eintheilung wird für verschiedene Ventilbelastungen empirisch hergestellt, und hat man es mittelst derselben in der Macht, die Belastung (die Feder) einem gewissen größten Dampfüberdrucke entsprechend einzustellen.

2. Manometer.

Die zur Erkennung der in einem Kessel herrschenden Dampfspannung bestimmten Manometer wurden im allgemeinen bereits im ersten Bande Seite 306 besprochen. Es erübrigt an dieser Stelle somit nur, die gebräuchlichsten Metall- oder Federmanometer zu beschreiben.

Fig. 14, Taf. 6, stellt das Manometer von Schäffer und Budenberg im Schnitte dar. Bei demselben ist eine ringförmig gewellte Platte zwischen zwei Flantschen verschraubt und durch einen eingelegten Kautschukring dicht gehalten; der unterhalb wirkende Dampfdruck biegt, je nach seiner Größe, diese Platte mehr oder weniger nach aufwärts; die in dieser Weise erzielte Bewegung wird durch ein an genannter Platte befestigtes Stäbchen auf einen Zahnsector und von diesem auf ein Zahnrädchen übertragen, an dessen Achse ein Zeiger sitzt, welcher auf der an einem Zifferblatte angebrachten, empirisch hergestellten Eintheilung die jeweilige unter der Platte (im Kessel) herrschende Spannung anzeigt. Beim gewöhnlichen Luftdrucke weist dieser Zeiger auf «Null» und gibt im allgemeinen nicht den «absoluten», sondern den «Überdruck» an.

Bei dem in Fig. 15, Taf. 6, dargestellten Bourdon'schen Manometer ist eine gebogene Kupferröhre von ovalem Querschnitte mit einem Ende an einem zum Kessel führenden Hahn befestigt, mit dem anderen frei beweglichen Ende aber mit dem Zeiger auf analoge Weise im Zusammenhange, wie beim früher beschriebenen Manometer die zwischen den Flantschen sitzende Platte. Je nach dem in dieser Röhre herrschenden Dampfdrucke ändert sich auch die Form derselben und mit ihr die Stellung des Zeigers.

3. Wasserstandsanzeiger.

Dieselben bestehen aus einer nicht zu engen Glasröhre, welche derart mit dem Kessel in Verbindung gebracht wird, dass das obere Ende derselben mit dem Dampfraume, das untere dagegen mit dem Wasserraume des Kessels communicirt. Fig. 5, Taf. 6, stellt eine solche Vorrichtung, die Fig. 4 derselben Tafel aber deren Anbringung an der Stirnseite eines Schiffskessels dar. Die an ihren beiden Enden offene, kräftige Glasröhre ist mittelst Gummidichtungen in Hülsen eingesetzt, welche durch Dreiweghähne mit einem weiteren Rohre in Verbindung stehen, das die eigentliche Communication mit dem Dampfkessel vermittelt. Die Dreiweghähne, welche für gewöhnlich die

Verbindung der Glasröhre mit dem Kessel offen lassen, sind zu dem Zwecke angebracht, um diese Verbindung zu unterbrechen, wenn die Glasröhre beschädigt werden sollte, und um dann auch während des Betriebes einen Wechsel derselben vornehmen zu können. Die untere Hülse besitzt ein nach unten gekehrtes Mundstück, welches bei entsprechender Stellung des Dreiweghahnes ein Durchblasen der Glasröhre gestattet, wenn selbe durch Unreinigkeiten verstopft oder verschmutzt sein sollte; die durch kleine Kopfschrauben geschlossenen horizontalen Seitenbohrungen der genannten zwei Hülsen können mittelst eines Drahtes gleichfalls von Unreinigkeiten befreit werden. Die richtige Functionirung dieses Apparates ist durch das Spiel des Wassers im Glase erkenntlich. An dem weiteren Rohre sind hier auch drei Hähne angebracht, mittelst welchen die Höhe des Kesselwasserspiegels erkannt werden kann, sobald das Wasserstandsglas springt, oder wenn überhaupt das richtige Functioniren des Apparates angezweifelt wird.

4. Probirhähne, Schwimmer, Alarmpfeifen.

Probirhähne sind am Kessel angebrachte Hähne gewöhnlicher Art (etwa wie die in Fig. 5 dargestellten), welche gleichfalls zur Erkennung der Kesselwasserhöhe dienen. Gewöhnlich werden zwei oder drei derselben angewendet; im ersten Falle mündet der eine etwa 5 cm über und der andere ebensoweit unter dem normalen Wasserspiegel, im zweiten Falle wird der dritte Hahn genau beim normalen Wasserstand angebracht. So lange das Kesselwasser auf normaler Höhe steht, muss durch den obersten Probirhahn ausschließlich Dampf, durch den untersten Wasser, endlich durch den mittleren Wasser mit Dampf gemischt beim jeweiligen Öffnen entströmen. (Vor- und Nachtheile der Probirhähne gegenüber Wasserstandsanzeigern.)

Schwimmer sind aus Kupfer- oder Eisenblech hergestellte Hohlkörper, welche Schwimmfähigkeit besitzen und mittelst einer mit ihnen in fester Verbindung stehenden Stange, welche durch eine an der Kesselhülle sitzende Stopfbüchse hindurchgeht, die fallweise Wasserspiegelhöhe an einer außerhalb des Kessels angebrachten Scala anzeigen.

Alarmpfeifen sind solche mit dem Dampfraume eines Kessels communicirende Dampfpfeifen (Fig. 17, Taf. 6), deren Hahn durch Schwimmer mittelst eines entsprechend angeordneten Hebelwerkes selbstthätig geöffnet wird, wenn der Wasserspiegel sich der gefahr-

drohenden Höhe nähert; der dem Hahne entströmende Dampf wird dabei über einen konischen Teller geleitet und erzeugt bei der Ausströmung durch die ober dem Teller liegende und mittelst einer scharfgeränderten Metallplatte begrenzte schmale Ringfläche einen sehr schrillernden Ton, welcher den Kesselwärter an seine Pflicht mahnt, für die Speisung des Kessels Sorge zu tragen. — Die in Fig. 17 dargestellte Dampfpfeife wird bei allen Locomotiven und auch bei anderen Dampfkesseln als Signalpfeife verwendet.

Wenn ein tüchtiger und aufmerksamer Wärter einen Dampfkessel bedient, so sind sowohl Schwimmer als Alarmpfeifen überflüssig, und ist es sogar vorzuziehen, diese selbstthätigen Apparate bei einem Kessel ganz wegzulassen, um den Heizer nicht in volle Sorglosigkeit zu wiegen, welche entschieden die größten Gefahren für den Kesselbetrieb birgt.

5. Dampfabsperrventile.

Die Dampfabnahme aus dem Dampfkessel erfolgt durch das sogenannte Dampfabsperrventil und nur selten durch einen Hahn. Man bringt selbes an jenem Kesseltheil an, von welchem man möglichst trockenen Dampf entnehmen kann, d. i. bei Landkesseln am Dampfdom, bei Schiffskesseln, welche Überhitzer besitzen, an letzterem. — Fig. 9, Taf. 6, stellt ein solches Absperrventil dar; dasselbe ist ein Kegelventil, welches in der mit seinem Sitze durch Rippen verbundenen Hülse eine Geradführung findet; der Ventilteller ist mit der Ventilspindel derart verbunden, dass er die drehende Bewegung der letzteren nicht mitmachen muss, wenn er die axiale Bewegung beim Öffnen und Schließen des Ventiles vollbringt. Die Ventilspindel ist durch die am Gehäusedeckel sitzende Stopfbüchse dicht geführt und besitzt außerhalb des Gehäuses ein Gewinde; die demselben entsprechende Mutter befindet sich in einem dem Gehäusedeckel angegossenen Ständer. Die Drehung der Spindel erfolgt durch das aufgekeilte Rädchen, über welches eine kleine Treibkette gelegt ist, vom Heizplatze aus.

6. Speiseventile.

Die Einbringung des Wassers in einen Dampfkessel erfolgt auf zweifache Art: 1.) vor Inbetriebsetzung des Kessels durch die Füllhähne, Füllschalen oder Kingstonventile und 2.) während des Betriebes durch die Speiseköpfe oder Speiseventile.

Die Füllhähne sind gewöhnliche Zweiweghähne, welche an einer entsprechenden Stelle des Kessels angebracht sind und durch welche derselbe meistens von einem höher gelegenen Reservoir aus bis auf die normale Höhe mit Wasser angefüllt werden kann; selbe sind namentlich bei stabilen Kesseln gebräuchlich. — Füllschalen nennt man die vor dem Dampfdome der Locomotivkessel sitzenden Einlassventile, durch welche die Füllung in der Ausgangsstation vorgenommen wird. — Kingstonventile sind die auf Schiffen üblichen, im Schiffsboden eingesetzten konischen Ventile, mittelst welchen die Schiffskessel — falls deren normaler Wasserstand noch unter dem äußeren Wasserspiegel liegt — durch den äußeren Wasserdruck entsprechend angefüllt werden können; letztere dienen auch gleichzeitig dazu, das Kesselwasser oder einen Theil desselben, je nach Bedarf, mittelst des im Kessel herrschenden Dampfdruckes zu entfernen.

Die Kingstonventile (Fig. 7, 8, Taf. 6) bestehen aus einer in den Schiffsboden wasserdicht eingesetzten metallenen Hülse, die an ihrem unteren, konisch geformten Ende mit einem Kegelventil ausgestattet ist, welches man nach unten öffnen kann; die untere freie Öffnung ist meistens durch eine sternförmig oder rostförmig durchbrochene Platte und überdies auch oft durch ein an der Schiffshaut liegendes Sieb geschützt, damit Verunreinigungen dieses wichtigen Ventiles nicht leicht platzgreifen können. Mit dem Kegelventil ist die zum Heben und Senken des Ventiles dienende Ventilstange entsprechend verbunden. — Auf die genannte Hülse ist ferner ein Gehäuse aufgeschraubt, welches einerseits die Hülse festhält und an den Schiffsboden presst und anderseits zur Anbringung des Füll- und Entleerungshahnes sowie zur Aufnahme der Stopfbüchse dient, durch welche die Ventilstange geht. Das Öffnen des in Fig. 7 dargestellten Kingstonventiles erfolgt durch Niederdrücken des auf der Ventilstange sitzenden Handgriffes; die am Gehäuse befestigte umlegbare Gabel gestattet überdies eine Fixirung des Ventiles in seiner höchsten und in der tiefsten zulässigen Stellung. Bei dem in Fig. 8 vorgeführten Kingstonventile erfolgt das Öffnen durch Niederschrauben der Stange.

Das während des Betriebes durch die von der Dampfmaschine oder einer kleinen Hilfsdampfpumpe oder endlich durch eine Handpumpe in den Kessel zu bringende Speisewasser, welche das verdampfte Kesselwasser zu ersetzen berufen ist, wird durch die sogenannten Speiseköpfe oder Speiseventile, welche am Wasserraum des Kessels angebracht sind, gefördert. Diese sind im allgemeinen

selbstthätige Ventile (flach, kegel- oder kugelförmig), welche sich unter dem Drucke des unter ihnen anlangenden Speisewassers öffnen und sich unter dem Drucke des Kesselwassers sofort schließen, wenn die Nachspeisung unterbrochen wird. — Mit solchen Ventilen ist häufig auch ein Hahn in Verbindung, um den Zufluss des Speisewassers entsprechend regeln zu können; dies ist unbedingt überall nöthig, wo mehrere Kessel von einer Pumpe gemeinschaftlich gespeist werden sollen. — Fig. 10, Taf. 6, stellt ein solches Speiseventil nebst Hahn vor, welches bei Schiffskesseln üblich ist. — Die Fig. 12, 13 derselben Tafel zeigen ähnliche Ventile, bei welchen es möglich ist, vermittelst einer Stellschraube den Hub in gewissen Grenzen zu ändern oder aber auf Null zu bringen. In Fig. 12 erfolgt die Führung des Ventiles am Stellstift und ist das von unten kommende Speiserohr mit dem Ventilgehäuse durch eine Verschraubung verbunden; in Fig. 13 erfolgt die Führung durch Rippen, welche am Ventilteller angegossen sind, und wird das Speiserohr an der unteren Flantsche des Ventilgehäuses befestigt.

7. Ablassventile.

Selbe sitzen am tiefsten Punkte eines Kessels und dienen zur vollständigen Wasserentleerung. Bei stabilen und bei Locomotivkesseln erfolgt die Entleerung zumeist durch Auslaufenlassen des Kesselwassers in einen eigenen Canal und wird nur selten durch den Kesseldampfdruck unterstützt. Bei Schiffskesseln handelt es sich aber auch gleichzeitig darum, das nicht mehr nöthige Kesselwasser aus dem Schiffe zu schaffen, und wird dies mittelst Dampfdruck durch die Kingstonventile bewerkstelligt. Da jedoch meistens zwei oder mehrere Kessel eines Schiffes ein gemeinschaftliches Kingstonventil besitzen und es überdies nothwendig ist, gegen eventuelle Undichtheiten des Kingstonventiles gesichert zu sein, so ist an jedem Schiffskessel, entweder direct oder aber vermittelst eines Rohres, ein eigener Hahn angebracht, welchen sowohl das zum Füllen verwendete als das beim Entleeren mittelst Dampf fortzuschaffende Wasser passiren muss. Dieser Hahn, welcher stets zwischen dem Kessel und dem Kingstonventile sitzt (Fig. 7, Taf. 6), wird der Durchpresshahn genannt.

Nachdem es bei Schiffskesseln, welche mit Seewasser gespeist werden, während des Betriebes nothwendig wird, einen Theil der in der Nähe des Kesselbodens als specifisch schwerer sich sammelnden Salzlösung abzublasen oder auszupressen, was stets mittelst Dampf-

druck erfolgt, so ist es wichtig, nach jedesmaligem Auspressen auch gewiss zu sein, dass der Durchpresshahn vollkommen geschlossen wurde; denn bliebe dieser Hahn ganz oder theilweise geöffnet, so würde — da die Kingstonventile während des Betriebes offen gehalten werden müssen — sich alsbald der ganze Kessel entleeren, wodurch eine Explosion erfolgen müsste, falls dieser Übelstand nicht rechtzeitig entdeckt und behoben würde. Aus diesem Grunde ist jeder Durchpresshahn mit einem Steckschlüssel ausgerüstet, welcher mit einer Nase versehen ist und sich nur dann vom Hahn abziehen lässt, wenn selber vollkommen geschlossen wurde.

Zum meist continuirlichen Abblasen der in Seeschiffskesseln enthaltenen gesättigten Salzlösung dienen die Abschaumhähne. Ein solcher Hahn ist in Fig. 11, Taf. 6, dargestellt. Durch ein nach unten ziehendes Rohr wird das abgeschäumte Kesselwasser zum Kingstonventil geleitet; im Kesselinnern reicht das an den Abschaumhahn sich anschließende Rohr bis nahe zum normalen Wasserstand und ist dort gewöhnlich blasenartig erweitert und durchlöchert.

8. Injectoren.

Außer den vom Kessel getrennt functionirenden Pumpen, welche das Speisewasser in denselben schaffen, sind auch am Kessel fix angebrachte Pumpen gebräuchlich, welche ihrer eigenthümlichen Wirkungsweise wegen Dampfstrahlpumpen oder Injectoren genannt werden. — Sie bestehen, wie aus Fig. 16, Taf. 6, ersichtlich ist, aus zwei Gehäusen, die untereinander durch ein mittelst Stopfbüchsen abgedichtetes Rohr (Zwischenrohr) verbunden sind; das rechte Gehäuse trägt ein Dampfventil und einen mit dem Gehäuse in fester Verbindung stehenden Dorn, der mit seiner konischen Spitze in das ebenfalls konische Endstück des Rohres reicht. Vermittelst eines am Umfange dieses Rohres geschnittenen Gewindes lässt sich selbes in dem Muttergewinde des rechten Gehäuses axial verschieben, wenn man den am Rohre außen sitzenden Handgriff bethätigt. Hiedurch kann also die relative Stellung des Rohrendes zum fixen Dorn in gewissen Grenzen geändert werden. — Das linke Gehäuse umfasst drei Räume; der erste derselben, die Wasserkammer, nimmt das düsenförmig endende Rohrstück, die Dampfdüse, auf, welche früher beschrieben wurde, und gestattet durch die untere Öffnung den Eintritt des Speisewassers; der zweite Raum enthält zwei sich mit ihren

engeren Öffnungen gegenüberstehende Düsen, von denen die rechtsliegende die Saugdüse, die linksliegende die Fangdüse heißt; der dritte Raum enthält das Speiseventil. — Lässt man durch das rechtsliegende, mit einem Handrädchen versehene Ventil Dampf in den Apparat einströmen, so gelangt derselbe durch die Öffnungen des in der Figur ersichtlichen Zwischenstückes in das Innere des Rohres und strömt durch dieses in die noch mit Luft gefüllte Wasserkammer und in die Saugdüse; durch das hiebei eintretende Mitreißen der in der Wasserkammer enthaltenen Luft entsteht in derselben ein Vacuum, welches ein Ansaugen von Speisewasser durch den unteren Stutzen zur Folge hat. Dieses Vacuum bleibt andauernd wirksam, indem das in die Wasserkammer eintretende Speisewasser den Dampfstrahl zum großen Theile condensirt. Durch den continuirlich nachströmenden Dampf wird das Gemische von Speisewasser und condensirtem Dampf mit großer Geschwindigkeit in die Saugdüse und von da in die Fangdüse getrieben, von wo es unter den Ventilteller gelangt, denselben hebt und zum Kesselwasser tritt. Durch entsprechende axiale Verschiebung der Dampfdüse kann man die Thätigkeit des Apparates einleiten; selbe beginnt erst dann, wenn die Menge des Betriebsdampfes der angesaugten Wassermasse angepasst ist. So lange dies nicht der Fall ist, reißt der Dampf das angesaugte Wasser mit, strömt aber mit demselben durch die unter der Saug- und der Fangdüse befindliche Öffnung ab. — Durch langsames Öffnen des Absperrventiles und Drehen des Zwischenrohres erzielt man bald ein richtiges Functioniren. Sollte sich die Wasserkammer erhitzt haben, so muss sie abgekühlt werden, um das Bilden der Luftleere zu ermöglichen. Die Spitzen der Düsen müssen vollkommen centrisch einander gegenüberstehen; im entgegengesetzten Falle trifft der Wasserstrahl die Kante der Fangdüse, wodurch er an Geschwindigkeit und der Apparat an Wirksamkeit einbüßt. — Die Leichtigkeit der Handhabung, der Umstand, dass das Speisewasser erwärmt und gleichmäßig in den Kessel gelangt, endlich der geringe Preis der Injectoren sind ihre wesentlichsten Vorzüge.

9. Luftventile.

Um beim Entleeren der Kessel zu verhindern, dass im Innern derselben eine Luftleere eintritt, welche Deformationen der Hülle im Gefolge haben könnte, wendet man Ventile an, welche der Druck des Kesseldampfes während des Betriebes niederhält, die aber sofort

sich nach dem Kesselinnern öffnen und Luft in den Kessel eintreten lassen, sobald die Spannung im selben geringer wird als die der äußeren Atmosphäre. Solche Ventile nennt man Luftventile (Fig. 6, Taf. 6). Sie werden auch während des Kesselfüllens offen gehalten, um der im Kessel enthaltenen Luft einen Ausweg zu gestatten.

VI. Dampfkesselproben.

Bevor ein Dampfkessel dem Benützer übergeben wird, ist er der gesetzlichen Wasserdruckprobe zu unterwerfen, und hat eine solche Erprobung auch nach größeren Reparaturen oder constructiven Änderungen desselben, endlich auch dann wiederholt zu werden, wenn er eine neue Aufstellung erfährt. Nach dem österreichischen Kesselgesetze vom Jahre 1871 muss der Probedruck bei jenen Kesseln, welche für eine Spannung bis zu zwei Atmosphären Manometeranzeige gebraucht werden, das Doppelte des höchsten Betriebsdruckes, und bei allen jenen, welche für höhere Spannungen in Aussicht genommen sind, das $1\frac{1}{2}$fache des höchsten Betriebsdruckes mehr einer Atmosphäre betragen. — Gut hergestellte Dampfkessel müssen diesen Wasserdruck anstandslos aushalten, ohne Ausbauchungen oder sonstige Beschädigungen und wesentliche Undichtheiten aufzuweisen.

G. L.

Dritter Abschnitt.

Von den Dampfmaschinen.

I. Besondere Eigenschaften und Art der Anwendung des Wasserdampfes.

Es ist bekannt, dass Wasser in einem offenen Gefäße bei jeder Temperatur verdunstet; erwärmt man es, so geht die Verdunstung immer rascher vor sich, bis man zu einem Temperaturgrad gelangt, bei welchem plötzlich eine andere Erscheinung eintritt, nämlich das Kochen oder Sieden des Wassers. Es erhebt sich Dampf aus dem Wasser in zahllosen Blasen, welche ein Aufwallen hervorbringen. Die Temperatur, bei welcher dies geschieht, ist für reines Wasser 100° *C*, und es steigt dieselbe nicht mehr, wenn die Erwärmung des offenen Gefäßes auch fortgesetzt wird, sondern es wird alle noch weiter zugeführte Wärmemenge dazu verwendet, das Wasser in Dampf zu verwandeln. (Latente Wärme.) — Es wurde bereits in der Wärmelehre gezeigt, dass in diesem Falle die Spannkraft oder Elasticität des Dampfes jener der Luft gleichkommt, dass also dieser Dampf eine Quecksilbersäule von 760 mm zu tragen vermag. Die Volumenveränderung beträgt hiebei ungefähr das 1700fache, oder 1 dm^3 Wasser gibt 1·7 m^3 Dampf von 100° *C* und der Spannkraft der Atmosphäre.

Das hier Gesagte gilt für den Dampf, der in offenen Gefäßen erzeugt wird; anders verhält es sich jedoch, wenn wir Dampf in einem geschlossenen, vorher luftleer gemachten Gefäße entwickeln. Es wird sich der ganze leere Raum des Gefäßes hiebei sogleich mit Dampf füllen, weil ja nichts seine Bildung hindert; führen wir dem Gefäße stetig Wärme zu, so wird die Spannung des Dampfes steigen und bei 100° *C* genau gleich der Spannung des in einem offenen Gefäße erzeugten Dampfes sein. Setzt man die Erwärmung weiter

fort, so wird der Dampf immer höhere Spannkraft bekommen, bei 120·6° *C* wird er den doppelten, bei 133·9° *C* den dreifachen Druck ausüben, und kann dieser noch weiter gesteigert werden, wenn überhaupt das den Dampf einschließende Gefäß genügende Festigkeit bietet.

Bei dieser Art der Wärmezuführung haben Wasser und Dampf stets die gleiche Temperatur, und nennt man solchen Dampf gesättigten, weil aus dem Wasser so viel Dämpfe aufsteigen, bis in dem gebotenen Dampfraume die der herrschenden Temperatur entsprechende höchste Spannung eintritt. Es wird hier kein Kochen des Wassers eintreten, weil bei dem stetig steigenden Drucke eine freie Dampfentwicklung nicht möglich ist. Wird nun der Hahn eines solchen Gefäßes, in dem Dampf von höherem Drucke erzeugt wurde, geöffnet, so wird der Dampf mit einer gewissen Geschwindigkeit ausströmen, bis das Gleichgewicht mit dem atmosphärischen Drucke hergestellt ist. Dabei wird auch die Temperatur des Wassers rasch auf 100° *C* sinken, und die im Wasser aufgespeicherte Überschusswärme wird momentan Dampfentwicklung hervorrufen. Man nennt diese Erscheinung spontane Dampfentwicklung. Diese Dampfproduction ist sehr bedeutend, wie man aus folgendem Beispiele entnehmen kann.

Es sei in einem Gefäße außer dem Dampfe noch 10 kg Wasser vorhanden. Wasser und Dampf wären auf 134° *C* erhitzt; bei dieser Temperatur hat der Wasserdampf eine Spannung von drei Atmosphären. Öffnet man den Hahn, so wird 1.) so lange Dampf ausströmen, bis auch im Gefäße der Atmosphärendruck herrscht, und 2.) die Temperatur des Wassers auf 100° *C* sinken, also für jedes Kilogramm 34 Calorien zur weiteren Dampfentwicklung abgegeben werden. Da nun 1 kg Wasser von 100° *C* 540 Calorien bedarf, um sich in 1 kg Dampf von derselben Temperatur zu verwandeln, so werden die aus 10 kg Wasser sich ergebenden 340 Calorien 0·63 kg Wasser spontan in Dampf verwandeln und etwa 1060 dm^3 Dampf vom Drucke einer Atmosphäre erzeugen, welche Dampfmenge ebenfalls durch den Hahn entweichen muss.

Die bei einem Dampfkessel durch plötzliches Öffnen eines großen Ventils verursachte Dampfentwicklung kann diesemnach eine sehr beträchtliche sein.

Eine andere eigenthümliche Erscheinung tritt ein, wenn in einem geschlossenen Gefäße eine kleine Öffnung vorhanden ist, durch die der Dampf entweichen kann. Diese Öffnung wird das Steigen der

Dampfspannung verzögern; ist sie so klein, dass weniger Dampf entweicht, als producirt wird, so muss die Spannung und die Temperatur des Dampfes wachsen. Da aber bei zunehmender Spannung auch die Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfes zunimmt, so muss endlich ein Zeitpunkt eintreten, wo die Menge des ausströmenden Dampfes jener des producirten gleichkommt und somit keine weitere Steigerung der Temperatur und der Dampfspannung mehr eintreten kann. Je kleiner die Öffnung im Gefäße ist, desto später wird diese Erscheinung auftreten (je größer, desto früher), und ist es klar, dass, wenn die Dampfspannung und Temperatur constant bleiben sollen, stets die Menge des entweichenden Dampfes jener des producirten gleich bleiben muss.

Der Dampf kann aus einem Raume in einen anderen nur dann entweichen, wenn seine Spannung größer ist als jene, die in dem Raume herrscht, in welchen der Dampf strömen soll; die Ausströmung wird um so rascher stattfinden, je größer die Druckdifferenz ist.

Denken wir uns ein geschlossenes Gefäß, in dem sich Dampf und Wasser von einer bestimmten Temperatur befinden. Wenn die Temperatur sinkt, werden sich nach und nach Theile des Dampfes wieder zu Wasser verdichten, und die Spannung wird immer kleiner werden, bis durch fortgesetztes Sinken der Temperatur im Raume, in welchem der Dampf enthalten war, fast gar keine Spannung mehr herrscht und ein nahezu leerer Raum (Vacuum) entsteht. Diese Umwandlung des Dampfes in Wasser nennt man die Condensation des Dampfes.

Erhitzt man ein bloß Dampf enthaltendes Gefäß, so wird mit der Temperatur zwar auch die Spannung des Dampfes wachsen, aber nur so, wie die Spannung eingeschlossener Luft, d h. für jeden Grad C um $\frac{1}{273}$ der früheren Spannung. Dieser Dampf ist kein gesättigter mehr; man nennt ihn überhitzten Dampf. Überhitzter Dampf wird mit Vortheil angewendet, weil er einen Überschuss an Wärme mit sich führt, der es verhindert, dass sich der Dampf an den Gefäßwänden infolge von Abkühlung schnell condensire.

Nasser Dampf ist jener, der mehr Wassertheile enthält, als gesättigter Dampf von gleicher Temperatur. Das überschüssige Wasser ist im Dampfe nur mechanisch vertheilt und führt eine große Menge Wärme nutzlos mit sich, denn das im nassen Dampfe mechanisch mitgeführte Wasser übt keine Spannung aus, sondern entspricht einem Verluste an warmem Wasser, das dem Kessel entnommen wird. —

Dieser Dampf kann auf zweierlei Arten entstehen, und zwar: 1.) durch Abkühlung gesättigten Dampfes (das sich in unendlich feinen Theilchen niederschlagende Wasser wird durch den übrigen Dampf in Schwebe erhalten und verleiht ihm ein trübes Aussehen, entgegengesetzt der vollkommenen Durchsichtigkeit des trockenen Dampfes; — 2.) dadurch, dass der aus siedendem Wasser aufsteigende Dampf adhärirende Wassertheile mit sich fortreißt. Die Menge des mitgerissenen Wassers hängt von mancherlei Umständen ab, und wird sie um so geringer sein, je ruhiger die Flüssigkeit siedet, je reiner sie ist, je größer und höher der Dampfraum ist, u. s. w. Bei Anwendung des Dampfes wird das mitgerissene Wasser von störendem Einflusse auf den Betrieb sein, so dass man es durch mannigfaltige Vorrichtungen zu entfernen trachtet.

Die Spannung des Dampfes kann auf dreierlei Weise angegeben werden: 1.) in Atmosphären, indem man den gewöhnlichen Luftdruck als Maßeinheit annimmt; 2.) nach der Höhe einer Quecksilbersäule, die er zu tragen vermag; 3.) nach dem Drucke, den er auf die Flächeneinheit ausübt.

Der Druck der Luft variirt. In der Maschinenkunde ist als Maßeinheit der Druck der Atmosphäre mit 760 mm Quecksilberdruck festgesetzt. Der Dampf von einer Atmosphäre Druck übt auf 1 cm^2 einen Druck von 1·03 kg aus (auf einen Quadratzoll engl. M. 15 engl. Pfund). In der Praxis jedoch nimmt man den Druck einer Atmosphäre gleich dem Druck von 1 kg auf 1 cm^2 an. (Dies entspricht 750 mm Quecksilbersäule.)

Die Spannung des Dampfes kann ferner als effectiver oder als absoluter Druck angegeben werden. — Unter effectiver Spannung, auch Überdruck genannt, versteht man die Differenz zwischen den Spannungen von Dampf und Luft, also jene Spannung, um welche die Dampfspannung den Luftdruck übersteigt, während die absolute die eigentliche, wirkliche Spannung des Dampfes ist, daher sie immer um den Atmosphärendruck größer sein muss als die effective. Die Manometer zeigen stets die effective Spannung an.

Wir haben bisher nur den Druck des Dampfes gegen feste Wände betrachtet. Denken wir uns, dass er gegen eine Fläche wirke, welche beweglich ist, so kann er auf folgende Weisen eine Bewegung hervorbringen: 1.) durch seinen vollen Druck auf die bewegliche Fläche, deren Gegendruck geringer ist; 2.) durch seine Expansivkraft, indem er sich so lange ausdehnen kann, als eine

bewegliche Fläche ihm einen schwächeren Widerstand entgegensetzt, und 3.) dadurch, dass seine Spannkraft durch Condensirung vermindert und so dem Gegendrucke, den die bewegliche Fläche ausübt, ein Übergewicht verschafft wird. — Diese drei Bewegungsarten sind es, welche bei Dampfmaschinen vorkommen.

II. Eintheilung der Dampfmaschinen.

1. Hauptbestandtheile jeder Maschine.

Dampfmaschinen nennt man alle jene Vorrichtungen, bei welchen der Dampf benützt wird, Bewegungen hervorzubringen, welche man unmittelbar oder mittelbar zu mechanischen Zwecken verwendet. An jeder Dampfmaschine lassen sich folgende Hauptbestandtheile unterscheiden: 1.) Der Dampfcylinder, in welchem der arbeitende Dampf auf einen beweglichen Kolben wirkt; 2.) die Steuerung, d. i. eine Vorrichtung, welche die regelmäßige Zuführung des Dampfes in den Cylinder (Vertheilung des Dampfes) zu besorgen hat; 3.) die bewegten Theile, welche zur Übertragung der vom Kolben abgegebenen Leistung dienen (Kolbenstangen, Triebstange, Balancier, Kurbel, Welle); 4.) der Condensator, welcher sich hauptsächlich bei Dampfmaschinen, die mit niederer und mittlerer Spannung arbeiten, vorfindet und dessen Zweck es ist, den aus dem Cylinder abziehenden Dampf besser nutzbar zu machen, als wenn selber direct in die Atmosphäre ausströmen würde; endlich 5.) die zur Dampfmaschine gehörigen und von ihr betriebenen Pumpen.

Von diesen Hauptbestandtheilen der Dampfmaschinen sollen hier nur jene besprochen werden, welche noch nicht im ersten Abschnitte beim «Kurbelmechanismus» zur Abhandlung gelangten.

Der Dampfcylinder, dessen Haupteinrichtung bereits bekannt ist, besitzt an seinen beiden Enden die Ein- und Austrittsöffnungen für den in ihm zur Verwendung gelangenden Dampf. Die Wirkung des Dampfes erfolgt meistens in der Art, dass derselbe auf die eine Kolbenseite mit seiner vollen Spannung drückt (Hinterdampf), während auf der entgegengesetzten Kolbenseite ein geringerer Druck herrscht, weil der Dampf von hier entweder in die Atmosphäre oder in den Condensator ausströmt (Vorderdampf). — Mit der Differenz dieser Drucke wird der Kolben bis an das Ende des Cylinders fort-

geschoben, worauf der bisher wirksam gewesene Hinterdampf aus dem Cylinder gelassen und gleichzeitig frischer Dampf auf die entgegengesetzte Kolbenseite geleitet wird; hiedurch bewegt sich der Kolben wieder in seine Ausgangsstellung, und es erfolgt demnach durch die auf beiden Kolbenseiten abwechselnde Einführung von frischem Hinterdampf in die Cylinder eine hin- und hergehende Bewegung des Kolbens, welche in der bekannten Weise durch den Kurbelmechanismus in die rotirende Bewegung einer Welle übertragen werden kann.

Jene Vorrichtungen, welche das entsprechende Ein- und Ausströmen des Dampfes auf beiden Kolbenseiten bewirken, nennt man die Steuerung und theilt selbe in die innere und in die äußere Steuerung ein. Alle jene Maschinentheile, welche das rechtzeitige Öffnen und Schließen der Dampfcanäle des Cylinders, behufs Ein- und Ausströmung des Dampfes, besorgen, bilden zusammengenommen die innere Steuerung; je nachdem hiebei Schieber, Ventile oder Hähne zur Dampfvertheilung verwendet werden, unterscheidet man Maschinen mit Schieber-, Ventil- oder Hahnsteuerung. — Alle jene Maschinentheile, durch welche die Theile der inneren Steuerung ihre Bewegung von der Dampfmaschine selbst erhalten (meistens excentrische Scheiben, Stangen, Hebel und Knaggen), fasst man unter dem Namen äußere Steuerung zusammen.

Der Condensator ist ein Apparat, welcher dazu dient, die Temperatur des aus dem Cylinder ausströmenden Dampfes so weit zu vermindern, dass sich der größere Theil desselben in tropfbarflüssiges Wasser und der übrige in Dampf von weit geringerer Spannung verwandelt. Die Condensation des Dampfes wird auf zweierlei Arten erreicht, und zwar 1.) dadurch, dass man gleichzeitig den verbrauchten Dampf, welcher aus dem Cylinder tritt, und kaltes Wasser in einen gemeinschaftlichen Raum einführt (Einspritz-Condensator), oder 2.) indem man den verbrauchten Dampf in ein vom kalten Wasser umspültes Gefäß leitet (Oberflächen-Condensator). — Damit die Condensation möglichst vollständig vor sich gehe, muss der Condensator auch entsprechend groß sein und demselben eine genügende Menge kalten Wassers entweder durch eigene Pumpen (Kaltwasserpumpen) oder, wie bei Schiffsmaschinen, selbstthätig zugeführt werden. — Bei Einspritz-Condensatoren muss das zur Condensation eingeführte Wasser, das Injectionswasser, auch stetig entfernt werden, um frischem Injectionswasser Platz zu

machen, wozu eine eigene Pumpe, die sogenannte Luftpumpe, angewendet wird. — Bei den Oberflächen-Condensatoren wird das Kühlwasser stets mittelst eigener Pumpen herbeigeschafft und durch die im Condensator angebrachten Röhren in entsprechender Menge durchgejagt.

2. Eintheilung der Dampfmaschinen nach der Art der Kolbenbewegung, nach der Art der Wirkung des Dampfes am Kolben, nach der Höhe der in ihnen angewendeten Dampfspannung und nach dem Orte ihrer Aufstellung.

Nach der Art der Kolbenbewegung unterscheidet man 1.) Dampfmaschinen mit einem hin- und hergehenden Kolben, dessen Bewegung entweder direct benützt oder mittelst entsprechender Vorrichtungen in eine drehende Bewegung verwandelt wird, und 2.) solche mit rotirendem Kolben, welchen der Dampf unmittelbar in drehende Bewegung versetzt. Letztere werden nur selten ausgeführt.

Nach der Art der Wirkung des Dampfes am Kolben unterscheidet man doppeltwirkende und einfachwirkende Dampfmaschinen. Bei den doppeltwirkenden Dampfmaschinen, welche auch die verbreitetsten sind, tritt der vom Kessel kommende Dampf abwechselnd auf beide Kolbenseiten, während der Vorderdampf in die atmosphärische Luft oder in einen Condensator ausströmt; bei den einfachwirkenden Dampfmaschinen tritt der Dampf nur auf einer Kolbenseite ein, während auf der anderen stets der Luftdruck oder ein Gewicht wirkt, wodurch der Rückgang des Kolbens besorgt wird.

Nach der Höhe der angewendeten Dampfspannung unterscheidet man 1.) Niederdruckmaschinen, d. s. solche, bei denen die effective Dampfspannung eine Atmosphäre oder noch weniger beträgt; 2.) Mitteldruckmaschinen, mit einer effectiven Dampfspannung bis zu drei Atmosphären; 3.) Hochdruckmaschinen, d. s. solche, bei welchen die Dampfspannung mehr als drei Atmosphären beträgt (die höchste gebräuchliche Spannung ist zehn Atmosphären), und 4.) Hoch- und Niederdruckmaschinen (auch Woolf'sche oder Compound-Maschinen genannt), bei welchen eine Vereinigung von zweien der früher genannten Systeme platzgreift. — Die Niederdruck- und Mitteldruck- sowie die Hoch- und Niederdruckmaschinen sind fast immer mit einem Condensator versehen.

Je nach dem Orte der Aufstellung der Dampfmaschinen unterscheidet man stationäre Dampfmaschinen, Locomobile, Locomotive und Schiffsmaschinen.

Stationäre Maschinen haben die Eigenthümlichkeit, dass sie unverrückbar mit einem Unterbau aus Stein, den man das Maschinenfundament nennt, verbunden sind. Der zugehörige Kessel ist gewöhnlich eingemauert und auch der Kamin zumeist aus Mauerwerk hergestellt. Mit dem Raume, den diese Maschinen einnehmen, braucht man sich nicht so einzuschränken, wie dies bei anderen Systemen oft der Fall ist, da derselbe sich immer in genügendem Maße bei jenen Anlagen vorfindet, deren Hilfs- und Arbeitsmaschinen sie zu bethätigen haben.

Locomobile sind Dampfmaschinen, welche, mit ihrem Kessel zu einem Ganzen verbunden, sich leicht von einem Orte zum anderen transportiren lassen; zu letzterem Zwecke stellt man sie meistens auf einen Wagen, und werden sie in dieser Form in der Landwirtschaft wie überhaupt für nur zeitweilig zu verrichtende Arbeiten verwendet. Die Maschine ist bei Locomobilen stets am Kessel befestigt, und erfolgt die weitere Kraftübertragung vorwiegend durch einen Riementrieb, welcher zumeist vom Schwungrade ausgeht. Locomobile nehmen sehr wenig Raum ein und bieten den Vortheil einer leichten Beweglichkeit.

Locomotive nennt man jene Dampfmaschinen, welche imstande sind, nicht nur sich selbst, sondern auch eine angehängte Last auf Schienen fortzubewegen. Die Maschine sammt Kessel befindet sich bei Locomotiven stets auf einem Wagen, dessen Räder durch die Dampfmaschine bewegt werden; die eigentliche Fortbewegung einer Locomotive wird nur durch die Reibung und Adhäsion der Räder auf den Schienen bewirkt.

Als Schiffsdampfmaschinen bezeichnet man alle jene, deren Zweck das Fortbewegen von Schiffen im Wasser ist. Diese Maschinen stehen auf festen, mit dem Schiffskörper durch Schrauben verbundenen Unterlagen, welche aus Holz oder Eisen hergestellt sein können. Der solchen Maschinen im Schiffe zugewiesene Raum ist, so wie ihr Gewicht, stets sehr beschränkt, so dass die gewöhnlichen Formen der Landdampfmaschinen auf Schiffen keine Verwendung finden können. Die Schiffsdampfmaschinen zerfallen in zwei Hauptgruppen: in Raddampfermaschinen und Schraubenschiffsmaschinen.

3. Dampfmaschinen mit und ohne Condensation.

Der Vortheil der Condensation lässt sich am besten durch ein Beispiel erörtern. — Es sei eine Dampfmaschine gegeben, deren Hinterdampf eine absolute Spannung von vier Atmosphären habe und deren Vorderdampf in die Luft auspuffe. Da der Austritt des Vorderdampfes durch eine verhältnismäßig kleine Öffnung stattfindet, in welcher Reibung und Contraction zu überwinden ist, so wird der sich ihm entgegenstellende Gegendruck stets etwas größer sein als jener der Atmosphäre, z. B. 1·1 Atmosphären; die Differenz der in diesem Falle auf den Kolben wirkenden Drucke ist $(4 - 1 \cdot 1) = 2 \cdot 9$ Atmosphären. — Wäre dieselbe Maschine mit einem Condensator versehen, und würden wir von ihr dieselbe Leistung wie früher verlangen, so müsste der schiebende Hinterdampf denselben Überdruck über den Vorderdampf besitzen, nämlich 2·9 Atmosphären. Ein absolutes Vacuum lässt sich durch die Condensation wohl nicht erzeugen, doch herrscht in gut construirten Condensatoren gewöhnlich eine Spannung von höchstens 0·2 Atmosphären. — Hieraus ist sofort ersichtlich, dass bei Anwendung eines Condensators — abgesehen vom Betrieb der zur Condensation nöthigen Pumpen — der Hinterdampf um 0·9 Atmosphären weniger Spannung, also in unserem speciellen Falle nur die Spannung von 3·1 Atmosphären besitzen müsste, um den gleichen Druck an den Kolben abzugeben wie im ersten Falle, in welchem der Vorderdampf direct in die Atmosphäre strömte.

Da zur Bildung von Wasserdämpfen, welche eine höhere Spannung besitzen sollen, auch dem Kesselwasser eine größere Wärmemenge zugeführt werden muss, als bei Bildung von Dämpfen niederer Spannung, so ist einleuchtend, dass unter übrigens gleichen Umständen bei Dampfmaschinen stets ein Brennmaterialersparnis eintreten muss, wenn man zum Betriebe derselben Dampf von niederer Spannung anstatt solchen von höherer Spannung anwenden kann; die Anwendung der Condensation bietet also im allgemeinen ein Mittel, um im Dampfmaschinenbetriebe Brennmaterialersparnisse zu erzielen.

Für Dampfmaschinen von Seeschiffen ist speciell die Anwendung von Oberflächen-Condensatoren von besonderer Wichtigkeit, indem man aus denselben salzfreies Speisewasser für die Dampfkessel entnehmen kann; hiedurch entfallen nämlich jene Wärmeverluste, welche bei der Speisung mit salzhältigem Wasser (aus Einspritz-Condensatoren) bedingt sind. Außerdem ist die Beschaffung des Kühlwassers (oder des Injectionswassers) bei Schiffsmaschinen mit weit geringeren Schwierigkeiten verbunden, als bei stationären Maschinen, bei welchen das kalte

Wasser oft erst aus großen Entfernungen herbeigeschafft werden muss und wobei der durch die Condensation erzielte Gewinn leicht durch die zum Betriebe der Pumpen nöthige Kraft gänzlich aufgehoben wird.

Der Wert der Condensation sinkt in dem Maße, als die angewendete Hinterdampfspannung zunimmt, denn je höher die Temperatur des in den Condensator ausströmenden Dampfes ist, desto mehr Kühl- oder Einspritzwasser muss zur Condensation beigeschafft werden, und desto mehr Kraft beanspruchen die hiezu nöthigen Kaltwasserpumpen sowie auch die, das bereits seine Wirkung vollbrachte Injectionswasser fortschaffenden Luftpumpen.

4. Dampfmaschinen mit und ohne Expansion.

Unter Dampfmaschinen ohne Expansion versteht man diejenigen, bei welchen der Dampf während des ganzen Kolbenhubes in die Cylinder einströmt. Hiebei wirkt der Dampf mit seinem vollen Druck auf den Kolben, und ist der Dampfverbrauch für jeden Kolbenhub gleich dem ganzen Volumen des anzufüllenden Dampfcylinders. — Bezeichnet man den Durchmesser des Dampfcylinders mit d und die Länge des Kolbenhubes mit s (beide Maße in Meter), ferner den cubischen Inhalt eines Dampfzuleitungscanals, vermehrt um jenen Inhalt, welcher zwischen der Endstellung des Kolbens und dem Cylinderboden aus Sicherheitsgründen sowohl als auch deshalb verbleibt, damit in dieser Endstellung überhaupt Dampf unter den Kolben treten könne, mit m, so ist der totale Dampfverbrauch einer Dampfmaschine ohne Expansion (Volldruckmaschine) für jeden Kolbenhub $D = \frac{d^2 . \pi}{4} . s + m$. In diesem Ausdrucke sind sowohl D als m Cubikmeter; der Inhalt m wird der schädliche Raum des Dampfcylinders genannt.

Denken wir uns dagegen durch die Steuerung den Dampfzuleitungscanal schon früher geschlossen, bevor der Kolben einen ganzen Hub vollbracht hat, also etwa nach Zurücklegung des Kolbenweges s_1, wobei $s_1 < s$ sein muss, so kann von dieser Kolbenstellung an kein Dampf mehr in den Cylinder treten; insolange jedoch die Expansivkraft des Hinterdampfes größer ist als jene des Vorderdampfes, wird noch immer eine Bewegung des Kolbens gegen das Hubende hin platzgreifen können. Wäre z. B. die absolute Hinterdampfspannung vier Atmosphären und würde die Steuerung bei einer Kolbenstellung absperren, für welche nach obigen Bezeichnungen eine Menge $\frac{D}{2}$ Cubikmeter Dampf in den Cylinder eingeströmt wäre, so würde die Spannung des Hinterdampfes bei einer Bewegung des Kolbens bis

an das Hubende nach dem Mariotte'schen Gesetze von vier auf zwei Atmosphären herabsinken; insolange also die Spannung des Vorderdampfes weniger als zwei Atmosphären beträgt, könnte sich der Dampfkolben gegen das Hubende bewegen, ohne dass hiezu frischer Hinterdampf nothwendig geworden wäre. Man nennt solche Dampfmaschinen, bei welchen die Steuerung den Dampfzuleitungscanal bereits früher schließt, bevor der Kolben am Ende seines Hubes anlangt, Dampfmaschinen mit Expansion oder kurzweg Expansionsmaschinen. Der Hinterdampf wirkt bei diesen Maschinen also durch einen Theil des Kolbenhubes mit seinem vollen Druck und dann durch seine gegen das Hubende zu stets sinkende Expansivkraft. Das Verhältnis $\frac{s_1}{s}$ nennt man den Füllungsgrad, welcher durch die Steuerung bewirkt wird.

Würden wir z. B. in denselben Dampfcylinder vom Durchmesser d und Hub s nur so lange Dampf von 4 Atmosphären Spannung einströmen lassen, bis die Dampfmenge $\frac{D}{4}$ verbraucht wurde, und dann den weiteren Dampfzutritt durch die Steuerung abschließen, so könnte der Kolben durch die Expansivkraft dieser Dampfmenge wieder bis an das Hubende getrieben werden und würde dort mit der Spannung von einer Atmosphäre anlangen, wenn überhaupt die Spannung des Vorderdampfes kleiner als eine Atmosphäre wäre.

Hätten wir es etwa mit einer Condensationsmaschine zu thun, bei welcher der Vorderdampf gewöhnlich 0·2 Atmosphären Spannung besitzt, und würden wir die Expansivkraft des Hinterdampfes von 4 Atmosphären vollkommen ausnützen wollen, so könnte eine so geringe Dampfmenge in den Cylinder einströmen gelassen werden, dass die Hinterdampfspannung am Ende des Hubes auch nur 0·2 Atmosphären beträgt; hiezu wäre — unter der Voraussetzung, dass die Hinterdampfspannung genau nach dem Mariotte'schen Gesetze abnimmt, und dass überhaupt der Dampfcylinder vollkommen gegen Abkühlung geschützt ist — nur eine Dampfmenge $\frac{D}{20}$ nöthig, weil die Spannung dieser Dampfmenge bei einer Ausdehnung auf den Raum D auf ein Zwanzigstel der Anfangsspannung, d. i. auf $\frac{4}{20} = 0{\cdot}2$ Atmosphären sinken würde und somit während der ganzen Hubdauer die Spannung des Vorderdampfes noch überwinden könnte.

Bei einer Expansionsmaschine ergibt sich somit im allgemeinen die Endspannung des Hinterdampfes, wenn man dessen Anfangsspannung durch jene Zahl dividirt, welche anzeigt, auf das Wieviel-

fache des Anfangsvolumens er sich ausdehnte; man nennt dieses Verhältnis zwischen End- und Anfangsvolumen des Hinterdampfes das Expansionsverhältnis. Wäre der schädliche Raum $m = o$, so würde uns das Verhältnis $\frac{s}{s_1}$ das Expansionsverhältnis darstellen.

Um den Nutzen der Expansionswirkung des Hinterdampfes nachzuweisen, wollen wir folgende Betrachtung vornehmen: Wir hätten Wasserdampf von 4 (absoluten) Atmosphären Spannung zur Verfügung und eine Volldruckmaschine ohne Condensation und ohne schädliche Räume, deren Durchmesser d und deren Hub s ist. Die für einen Kolbenhub nöthige Dampfmenge wäre D. Der Hinterdampf behält in dieser Maschine seine Anfangsspannung von 4 Atmosphären bis zum Ende des Kolbenhubes und tritt dann rasch in die Atmosphäre. Der sich der Ausströmung entgegenstellende Gegendruck beträgt nur 1·1 Atmosphären, und pufft somit der austretende Dampf mit 2·9 Atmosphären Überdruck ganz nutzlos ins Freie. — Hätte man dagegen dieselbe Dampfmenge D in einen Dampfcylinder von gleicher Hublänge s, aber von dreifachem Cylinderquerschnitt eingelassen (wäre dieser Querschnitt also $\frac{3d^2\pi}{4}$), so hätte die Absperrung durch die Steuerung genau bei einem Hube des Kolbens $s_1 = \frac{1}{3} . s$ platzgreifen müssen. Die Endspannung des Hinterdampfes wäre am Ende des Kolbenhubes in diesem Falle $\frac{4}{3} = 1{\cdot}33$ Atmosphären, und würde somit der ins Freie austretende Dampf, wenn auch hier der Gegendruck 1·1 Atmosphären betragen würde, bloß mit einem Überdruck von 0·23 Atmosphären auspuffen. — In beiden vorgeführten Fällen haben wir die gleiche Dampfmenge D verwertet. Im ersten Falle wirkte der Druck von 4 Atmosphären durch den Weg s, im zweiten Falle wirkte dieser Druck durch den Weg $\frac{1}{3}s$ auf eine dreimal so große Kolbenfläche und vollbrachte somit auf diesem Wege dieselbe Leistung, welche im ersten Falle bei Zurücklegung des Weges s an den Kolben abgegeben wurde; im zweiten Falle wurde aber durch den Weg $\frac{2}{3}s$ vermöge der Expansivkraft des Hinterdampfes, dessen Spannung auf diesem Wege von 4 auf 1·33 Atmosphären herabsank, neuerdings Arbeit an den Kolben abgegeben und somit mit der gleichen Dampfmenge während eines Kolbenhubes eine größere Leistung nutzbar auf den Kolben übertragen, als im ersten Falle. — Hieraus ergibt sich, dass man bei Anwendung von Expansionsmaschinen mit gleichen Dampfmengen unter übrigens

gleichen Umständen größere Leistungen auf den Kolben übertragen kann, als bei Maschinen ohne Expansion; oder, was dasselbe ist, dass man unter übrigens gleichen Umständen mit Expansionsmaschinen bei geringerem Dampfverbrauche (geringerem Brennmaterialverbrauche) dieselben Leistungen zu erzielen imstande ist, wie bei Maschinen ohne Expansion. Diesemnach bietet also auch die Anwendung der Expansion ein weiteres Mittel, um im Dampfmaschinenbetriebe Brennmaterialersparnisse zu erreichen.

Der Wert der Expansion sinkt in dem Maße, als die zur Verfügung stehende Dampfspannung abnimmt; die Expansion kann überhaupt nur so weit getrieben werden, dass die Endspannung des Hinterdampfes noch etwas größer bleibt als jene des Vorderdampfes. Bei Maschinen mit Condensation wird somit die Endspannung des Hinterdampfes im allgemeinen stets etwas mehr als 0·2 Atmosphären, bei solchen ohne Condensation etwas mehr als 1·1 Atmosphären betragen müssen.

Hieraus ist auch weiter ersichtlich, dass die Expansion bei Dampfmaschinen, welche mit niedriger Kesseldampfspannung arbeiten, nur dann angewendet werden kann, wenn gleichzeitig auch die Condensation zur Anwendung gelangt.

Da Expansionsmaschinen mit geringerem Dampfverbrauch arbeiten als solche ohne Expansion, so bieten sie auch den weiteren Vortheil, dass sie kleinere Dampferzeuger (Dampfkessel) sowie kleinere Condensatoren erheischen als letztere. Schließlich ist auch noch der Gang solcher Maschinen ruhiger als jener der Volldruckmaschinen, woraus im allgemeinen eine geringere Abnützung der beweglichen Theile derselben entspringt.

Die hier dargelegten Vortheile der Expansionsmaschinen sind so bedeutende, dass man sich gerne die Mehrkosten gefallen lässt, welche die Beschaffung solcher Maschinen wegen der größeren Dampfcylinder und der complicirteren Steuerung gegenüber Volldruckmaschinen verursacht, weil die im allgemeinen nicht viel höheren Anlagekosten durch die nachfolgenden Ersparnisse im Betriebe reichlich aufgewogen werden.

Die Expansionswirkung einer bestimmten Dampfmenge kann aber auch dadurch nutzbar gemacht werden, dass man den Volldruckdampf zuerst in einem Cylinder wirken und dann in einen zweiten bedeutend größeren Cylinder (oder aber in mehrere gleich große Cylinder) überströmen lässt; in letzterem (oder in letzteren) wirkt der Dampf

vermöge seiner Expansivkraft und wird dann schließlich noch condensirt. Man nennt solche Dampfmaschinen, welche mit eigenen Expansionscylindern ausgestattet sind, Hoch- und Niederdruckmaschinen, nach ihrem Erfinder auch Woolf'sche Maschinen (Compound-Maschinen).

Mit diesem Systeme sind die sogenannten Zwillingsdampfmaschinen nicht zu verwechseln; diese sind nämlich solche, bei welchen zwei für sich vollständige Dampfmaschinen gemeinschaftlich auf eine Kurbelwelle wirken. Bei diesen Maschinen ist gewöhnlich die Anordnung so getroffen, dass während die eine Maschine die geringste Umfangskraft an die Kurbel abgibt (was, wie bekannt, in der Nähe der todten Punkte stattfindet), die andere die größte Umfangskraft erzielt; zur Erreichung dieses Zweckes werden die Kurbeln der zwei gepaarten Maschinen gegeneinander um 90° verstellt. — In vielen Fällen, wie z. B. bei Fördermaschinen, Locomotiven und Schiffsmaschinen, ist es von besonderer Wichtigkeit, die Bewegungsrichtung der Welle in jedem beliebigen Punkte des Hubes umkehren zu können, was sich bei eincylindrigen Dampfmaschinen in den todten Punkten ohne äußere Beihilfe gar nicht erreichen lässt; in diesen Fällen finden deshalb stets Zwillingsdampfmaschinen ihre Anwendung. — Bei einer eincylindrigen Dampfmaschine wäre jene Gleichmäßigkeit des Ganges, welche den Zwillingsmaschinen eigen ist, nur durch Anwendung eines großen Schwungrades zu erreichen. (Siehe I. Band, Seite 279.) — Noch sei erwähnt, dass auch drei oder mehrere Dampfcylinder an einer Welle vereinigt werden können, dass dies jedoch nur selten geschieht, weil mit der Anzahl der Cylinder auch jene der beweglichen Theile vermehrt wird, welche man bei jeder Maschine auf ein Minimum zu reduciren bestrebt ist.

5. Eintheilung der Dampfmaschinen nach der Lage der Cylinder und der Kolbenstangen.

Nach der Lage der Dampfcylinder und der Kolbenstangen unterscheidet man horizontale, verticale, schiefliegende und oscillirende Dampfmaschinen. — Man zieht im allgemeinen die horizontale Aufstellung der verticalen vor, weil erstere eine leichtere Übersicht gewährt, keine großen Höhen und auch keine so bedeutende Fundamentirung erheischt als letztere; auch die Verbindung der Arbeitsmaschinen mit der Dampfmaschine ist bei der horizontalen Aufstellung eine leichter zu bewirkende. In einzelnen Fällen ist wieder bei der verticalen Aufstellung ein bequemerer Anschluss an die von der Dampfmaschine getriebenen Maschinen zu erreichen, so bei Wasserhebmaschinen in Bergwerken, wo die Pumpengestänge eine verticale Richtung haben müssen, bei Dampfhämmern u. s. w. Bei großen horizontal liegenden Maschinen hat man jedoch einen Übelstand, der bei den verticalen nicht vorkommt, zu berücksichtigen; die

liegenden Cylinder werden nämlich durch das Gewicht der Kolbenstangen und Kolben an der unteren Seite mehr als an den übrigen Stellen des Umfanges ausgeschliffen, und entstehen dadurch sowohl am Kolben als auch an der Stopfbüchse der Kolbenstange bald Undichtheiten. Diesem Übelstande kann man bloß dadurch wirksam begegnen, dass man die Kolbenstange durch den Kolben und durch den Cylinderboden nach rückwärts verlängert und ihr hier noch eine Auflage in einer eigenen Führung gibt, wobei jedoch vorausgesetzt werden muss, dass die Kolbenstange genügend stark sei, um sich unter der Last des Kolbens nicht durchzubiegen. — Schiefliegende Maschinen werden nur dann angewendet, wenn der gegebene Raum dergestalt ist, dass ein anderes System sich nicht gut unterbringen lässt. Der Hauptnachtheil derselben ist ihr bedeutendes Gewicht, bedingt durch die großen, starken Ständer für Lager und Cylinder. — Oscillirende Maschinen werden zumeist nur als Schiffsmaschinen ausgeführt; sie bieten den Vortheil, dass sie weniger Raum beanspruchen und auch weniger wiegen, als gleich starke Maschinen nach anderen Systemen. Die Kolbenstange greift bei diesen Maschinen direct am Kurbelzapfen an, und dadurch, dass der Cylinder um eine Achse schwingt, ist es der Kolbenstange möglich, der Kurbelbewegung zu folgen. In der halben Höhe der Cylinder sind zu beiden Seiten hohle Zapfen (Schwingzapfen) angegossen, welche in Lagern ruhen, und kann durch den einen dieser Zapfen der Kesseldampf eintreten, während durch den zweiten der verbrauchte Dampf in den Condensator ausströmt.

Die oscillirenden Maschinen haben also keine Triebstangen, während es auch Maschinen gibt, welche keine Kolbenstangen haben, letztere nennt man Trunkmaschinen. — Die Trunkmaschinen besitzen, wie bereits bekannt ist, einen Kolben mit einem entweder auf beiden Seiten des Cylinders oder nur auf einer Seite desselben durchgehenden röhrenförmigen Ansatz, in welchem direct die Schubstange eingehängt ist. (Maschinen mit einseitigem und mit durchgehendem Trunkrohr.)

6. Atmosphärische und Cornwall-Dampfmaschinen.

Diese beiden Systeme gehören zu den einfachwirkenden Dampfmaschinen.

Die atmosphärische Dampfmaschine ist insofern von Interesse, als sie die älteste Kolbenmaschine ist. Sie wurde im Jahre 1705 durch Newcomen erfunden und besteht aus einem verticalen Cylinder, der bloß nach der unteren Seite mit einem Deckel versehen, nach

der oberen Seite aber offen ist. Über dem Cylinder befindet sich ein Balancier, an dem einerseits die Dampfkolbenstange, anderseits ein Pumpengestänge mittelst Ketten hängt. Im Cylinderboden sind zwei Öffnungen, durch welche der Cylinder mit dem Dampfkessel und einem hochgelegenen, mit kaltem Wasser gefüllten Gefäße in Verbindung steht. Öffnet man den Dampfhahn, so wird der eintretende Dampf den Kolben heben und das Gestänge der Pumpen wird sinken. Sowie der Kolben seine höchste Stellung erreicht, wird der Dampfhahn geschlossen, zugleich aber der Wasserhahn geöffnet, was zur Folge hat, dass der im Cylinder befindliche Dampf durch die Berührung mit dem eintretenden kalten Wasser sich condensirt; hiedurch entsteht unter dem Kolben ein Vacuum, und es wird der Luftdruck den Niedergang des Kolbens sowie das Steigen des Pumpengestänges bewerkstelligen. Eine dritte Röhre leitet das eingespritzte und das durch Condensation entstandene Wasser ab, worauf das Spiel von neuem beginnt. Ferner ist mit dem Balancier noch eine kleine Pumpe in Verbindung, welche das nöthige kalte Wasser in den hochliegenden Behälter hebt. — Mit der Zeit wurden selbstverständlich an dieser Maschine Verbesserungen angebracht; man erfand Vorrichtungen, um die Hähne durch die Maschine selbst drehen zu lassen, wendete hochgespannten Dampf an, ließ den Dampf in die freie Luft entweichen und bewirkte das Sinken des Dampfkolbens durch Gewichte, die auf ihm lasteten. Diese Maschine hat gegen unsere heutigen Maschinen so viele unverkennbare Nachtheile, dass sie nicht mehr angewendet wird.

Die Cornwall-Maschinen dienen in Bergwerken zur Hebung der Grubenwässer; da hiezu nur eine geradlinige, wiederkehrende Bewegung des Pumpengestänges nothwendig ist, so genügt auch die Anwendung einer einfachwirkenden Maschine. — Die Cornwall-Dampfmaschinen arbeiten oft mit sehr hoher Expansion, und haben deswegen ihre Cylinder sehr bedeutende Dimensionen; auch sind sie häufig mit Condensation versehen, oder wenn dies nicht der Fall ist, wird der ausströmende Dampf in einen sogenannten Vorwärmer geleitet, der den Zweck hat, das zur Kesselspeisung nöthige Wasser zu erwärmen. Letztere Apparate sind entweder so construirt, dass der Dampf mit dem Speisewasser in Berührung tritt, oder sie gleichen Oberflächen-Condensatoren, indem der Dampf ein Röhrensystem umspült, durch welches Wasser strömt. — Diese Maschinen haben einen äußerst ruhigen Gang; man lässt sie nur bis zehn Spiele (Doppelhube) in der

Minute machen. Sie sind sehr häufig mit einem Balancier versehen, der ein Gegengewicht trägt, welches das Gewicht des Pumpengestänges theilweise auszugleichen hat. Die Steuerung dieser Maschinen geschieht durch Ventile, und wird die Zahl der Spiele durch sogenannte Katarakte geregelt. Der Dampf hat bei diesen Maschinen bloß das Heben des Gestänges zu besorgen, während der Niedergang des Kolbens, das Herabdrücken der Pumpenkolben und hiedurch das Aufsteigen des Wassers durch das Gewicht des Gestänges bewirkt wird.

7. Aufstellungsformen der Schiffsdampfmaschinen.

Seit der Erfindung der Dampfmaschine durch Watt haben sich die mannigfaltigsten Formen derselben herausgebildet; die gegenwärtig im Gebrauche stehenden Anordnungen neigen sich jedoch fast durchwegs zu einigen bewährten Modificationen hin. Die größtmöglichste Leistung einer Schiffsdampfmaschine beim geringsten Eigengewichte derselben zu erreichen, und anderseits diese Leistung mit möglichst geringem Brennmaterialaufwande hervorzubringen, ist jene Aufgabe, welche an den Erbauer einer solchen gestellt wird. — Die Beschreibung der bewährtesten Schiffsdampfmaschinenformen wird erst in einem nachfolgenden Abschnitte erfolgen, und sollen an dieser Stelle bloß ältere und neuere Aufstellungsarten zur Besprechung gelangen. Ein Theil dieser Arten eignet sich übrigens auch für stationäre Anlagen.

Sämmtliche Aufstellungsformen von Schiffsdampfmaschinen lassen sich in eine der folgenden fünf Gruppen (siehe Tafel 8) einreihen. Diese sind:

a) Balancirmaschinen,
b) oscillirende Maschinen,
c) Maschinen mit directwirkender Triebstange,
d) Maschinen mit zurückgelegter Triebstange und
e) Trunkmaschinen.

Die Balancirmaschinen haben stets verticale Cylinder, während bei den vier letztgenannten Gruppen sowohl verticale als horizontale, endlich auch schiefliegende Dampfcylinder angewendet werden können.

a) Balancirmaschinen. Fig. 1 stellt eine Balancirmaschine mit untenliegendem zweiarmigen Balancier, die Fig. 2 eine solche mit untenliegendem einarmigen Balancier, endlich Fig. 3 eine Balancirmaschine mit obenliegendem (zweiarmigem) Balancier vor. — Diese Systeme zeichnen sich durch ruhigen Gang, gute Zu-

gänglichkeit aller Theile und durch geringe Abnützung derselben aus und unterliegen deshalb auch wenigen Reparaturen; dafür eignen sie sich nur für geringe Kolbengeschwindigkeiten und für geringe Dampfspannungen, nehmen viel Raum ein und sind im allgemeinen bedeutend schwerer als andere Maschinensysteme bei gleicher Leistung. Aus letzterem Grunde werden sie gegenwärtig höchst selten gebaut. Auf amerikanischen Handelsschiffen von geringem Tiefgange, welche für Flüsse bestimmt sind, ist das in Fig. 3 schematisch dargestellte System noch verbreitet; die Maschine steht bei diesen Schiffen auf Deck.

b) Oscillirende Maschinen. Die Figuren 4 und 5 stellen verticale, Fig. 6 und 7 schiefliegende oscillirende Maschinen, endlich Fig. 8 eine horizontalliegende vor. — Die in Fig. 4 vorgeführte Aufstellung, bei welcher die Kurbelwelle über dem Mittel der Schwingzapfen liegt, ist sowohl auf See- als auf Flusschiffen sehr verbreitet, während die anderen Aufstellungen nur mehr sehr selten angewendet werden. — Die Vortheile dieser Maschinen sind bereits erwähnt worden; ihr wesentlichster Nachtheil liegt in der baldigen Abnützung der Schwingzapfenlager, welche auch umständlich zu wechseln sind, und in der schwierigen Dichthaltung der Stopfbüchsen, in denen die Schwingzapfen sich bewegen; sie eignen sich deshalb gleichfalls nur für geringere Kolbengeschwindigkeiten.

c) Maschinen mit directwirkender Triebstange. Bei diesem Maschinensysteme liegt der Kreuzkopf zwischen dem Cylinder und der Kurbelwelle. — Fig. 9 stellt eine horizontale, Fig. 10 und 11 stellen vertiale, endlich Fig. 12 und 13 schiefliegende Maschinen mit directwirkender Triebstange dar. — Alle fünf Aufstellungsformen sind für Schiffsmaschinen noch gebräuchlich, und zwar die in den Figuren 10 und 12 vorgeführten für Raddampfer und die übrigen drei für Schraubendampfer. — Die in Fig. 11 führt den besonderen Namen Dampfhammermaschine, und gehört auch die in Fig. 26 dargestellte Hoch- und Niederdruckmaschine zu dieser Classe. — Fast bei allen Schiffsmaschinen mit directwirkenden Triebstangen ist man genöthigt, diesen Stangen verhältnismäßig geringe Längen zu geben, was einen ungleichförmigen Gang dieser Maschinen im Gefolge hat; dafür ist die Anordnung dieser Maschinen im Schiffe, namentlich bei den Dampfhammermaschinen, sehr einfach, und eignen sich selbe auch für große Kolbengeschwindigkeiten.

In Fig. 10 ist anstatt der sonst üblichen Geradführung jene mit dem Evanslenker angedeutet.

d) Maschinen mit zurückgelegter Triebstange. Bei diesen Maschinen liegt entweder die Maschinenwelle zwischen dem Cylinder und dem Kreuzkopf oder aber (wohl nur in seltenen Fällen) der Cylinder zwischen Welle und Kreuzkopf. Durch diese Anordnung werden für jeden Cylinder je zwei oder vier Kolbenstangen (anstatt wie bei den bisher besprochenen Maschinen nur eine) nothwendig. Fig. 14 stellt eine horizontale, die Fig. 15 und 16 stellen verticale Maschinen dieses Systemes dar, bei welchen die Welle zwischen Cylinder und Kreuzkopf liegt; Fig. 25 zeigt eine solche Maschine, bei welcher der Cylinder zwischen Welle und Kreuzkopf angeordnet ist. — Die in Fig. 14 vorgeführte Maschine besitzt zwei Kolbenstangen, wovon eine über und eine unter der Welle liegt; die in Fig. 15 und 16 besitzen vier Kolbenstangen; jene in Fig. 25 hat wohl nur eine Kolbenstange, dafür aber zwei Triebstangen. — Die in Fig. 14 veranschaulichte Maschinenaufstellung ist auf Schiffen sehr oft angewendet; bereits seltener die anderen drei vorgeführten Formen dieser Classe. — Alle Maschinen mit zurückgelegter Triebstange bieten den Vortheil, dass sie wenig Raum einnehmen und dennoch verhältnismäßig lange Triebstangen besitzen können, durch welche die Gleichförmigkeit des Ganges möglich wird; dagegen ist ihre Herstellung und gute Montirung etwas complicirter als die anderer Systeme; auch diese Maschinen eignen sich für hohe Kolbengeschwindigkeiten.

Als eine Variante der Maschine mit zurückgelegter Triebstange kann auch die in Fig. 22, Taf. 8, skizzirte Maudslay'sche Maschine füglicher Weise betrachtet werden. Bei derselben sind die Kolbenstangen von je zwei nebeneinanderstehenden Cylindern mittelst eines T-förmigen kräftigen Kreuzkopfes verbunden, welcher zwischen den Cylindern geführt wird. Dieses System fand bei Raddampfern Verwendung.

e) Trunkmaschinen. Fig. 17 stellt eine horizontale Trunkmaschine mit durchgehendem Rohr, Fig. 18 eine verticale Trunkmaschine mit einseitigem, Fig. 19 eine solche mit durchgehendem Trunkrohr, endlich stellen die Fig. 20 und 21 schiefliegende Maschinen dieses Systems mit einseitigem Trunkrohr vor. — Die in den Fig. 17, 21 vorgeführten Aufstellungen sind für Schraubendampfer, jene in den Fig. 18, 20 für Raddampfer, dagegen die in Fig. 19 nur selten gebräuchlich. — Bei Maschinen mit einseitigem Trunk ist die Wirkung des Dampfes auf beiden Kolbenseiten sehr ungleich, was bei Trunkmaschinen mit durchgehendem Rohre nicht der Fall ist. — Trunkmaschinen sind im allgemeinen leicht, nehmen wenig Raum ein und haben weniger bewegliche Theile als andere Maschinensysteme,

auch eignen sie sich vorzüglich für hohe Kolbengeschwindigkeiten; dafür ist aber die Erhaltung der großen Trunkstopfbüchsen sehr schwierig, der Drehzapfen im Rohre während des Ganges der Maschine unzugänglich, und geht auch an den Oberflächen der Trunks viel strahlende Wärme verloren.

Auch die bereits früher erwähnten Hoch- und Niederdruckmaschinen können in allen bisher besprochenen Aufstellungsformen angewendet werden. So gibt es horizontale (mit nebeneinander-, hintereinander- und mit einander gegenüberliegenden Cylindern), verticale, schiefliegende, oscillirende Hoch- und Niederdruckmaschinen und auch solche nach dem Trunksystem; dieselben werden mit und ohne Balancier, mit directwirkender oder mit zurückgelegter Triebstange, als Zwillingsmaschinen und auch als Dreicylindermaschinen gebaut. — Auf Schraubenschiffen der Handelsmarine werden selbe meistens nach dem in Fig. 26, Taf. 8, verzeichneten Schema, nämlich als Dampfhammermaschinen mit unter 90° gestellten Kurbeln und mit einem zwischen beiden Cylindern liegenden Dampfreservoir, ausgeführt, in welches die Ausströmung des kleinen Cylinders mündet und aus welchem der große (Niederdruck-) Cylinder den Dampf bezieht, insolange die Steuerung den vom kleinen (Hochdruck-) Cylinder kommenden Dampf nicht ausströmen lässt. (Siehe Fig. 1, 2, 3, Taf. 22.)

Die in Fig. 27, Taf. 8, dargestellte Hoch- und Niederdruckmaschine mit hintereinanderliegenden Cylindern findet gleichfalls auf Schiffen Anwendung; der Hauptnachtheil dieses Systems liegt in der Schwierigkeit, mit welcher die zwischen beiden Cylindern befindliche Kolbenstangenstopfbüchse dicht zu erhalten ist, und dass, um zu dem Kolben des großen Cylinders zu gelangen, dessen Deckel sammt dem kleinen Cylinder gehoben werden muss.

Für Kriegsschiffe finden in neuerer Zeit auch dreicylindrige, sowohl horizontale als auch verticale Hoch- und Niederdruckmaschinen Verwendung, bei welchen der mittlere der drei gleich großen Cylinder als Hochdruckcylinder und die beiden übrigen als Niederdruckcylinder zu functioniren haben. Die Kurbeln dieser Maschinen stehen dann meistens unter 120° zueinander, obwohl von verschiedenen Maschinenfabrikanten auch andere Kurbelanordnungen getroffen wurden. So z. B. hat Rennie seine Kurbeln derart angeordnet, dass die Hoch-

druckkurbel mit jeder der beiden Niederdruckkurbeln einen Winkel von 90° umschloss, also die beiden letzteren einen Winkel von 180° bildeten, während in der französischen Marine dreicylindrige Compoundmaschinen existiren, bei denen die Niederdruckkurbeln 90° auseinander stehen und die Hochdruckkurbel unter 135° zu ihnen liegt.

Obwohl den dreicylindrigen Compoundmaschinen ein höherer Nutzeffect und ein größerer Gleichförmigkeitsgrad eigen ist, so sind die zweicylindrigen wegen ihrer größeren Einfachheit insolange vorzuziehen, als der große Cylinder nicht allzu große Dimensionen annehmen muss.

8. Verschiedene Dampfmaschinensysteme.

Von den vielen Systemen, die außer den bisher genannten noch ausgeführt wurden, sollen hier nur einige erwähnt werden.

Die in Fig. 23, Taf. 8, skizzirte Young'sche Maschine ist ganz eigenthümlicher Construction, wie dies auf den ersten Blick wahrnehmbar ist. Die Triebstange ist mittelst einer an ihrem Ende befindlichen Kugel direct mit dem Centrum des Kolbens verbunden; diese Kugel sitzt nämlich in einer Pfanne im Inneren des Kolbens, welche sich an die Kugeloberfläche anschließt und demnach das Lager für die Kugel bildet. Die Triebstange geht durch den Cylinderdeckel zur Kurbel. Um die nach auf- und abwärts schwingende Bewegung der Triebstange zu ermöglichen, ist ein Theil des Cylinderdeckels im anderen verschiebbar und trägt eine Stopfbüchse, welche die nöthige Beweglichkeit hat.

Eine von Ericson nach einem Watt'schen Patent construirte Maschine zeigt die Fig. 24, Taf. 8. Der Dampfkolben ist hier eigentlich eine viereckige Platte und bewegt sich pendelartig um eine seiner Kanten, die durch eine Achse gebildet wird, auf welcher sich ein Hebel befindet; dieser der Bewegung des Kolbens folgende Hebel ist durch eine Triebstange mit der Kurbel verbunden, und wird so die schwingende Bewegung des Kolbens in die drehende der Kurbel verwandelt. Die Vertheilung des Dampfes geschieht durch zwei Canäle in der gewöhnlichen Art und Weise.

Eine bemerkenswerte moderne Maschine ist die von Brotherhood & Hardingham erbaute (Fig. 28, Taf. 8). Die unter je 120° gegeneinander geneigten drei Cylinder enthalten rohrförmige Kolben,

von denen Triebstangen ausgehen, die den Kurbelzapfen umfassen; das Kurbelwellenmittel liegt im Durchschnittspunkt der drei Cylinderachsen. Der Dampf tritt stetig in den Innenraum ein, drückt also auf alle drei Kolben, und ist die Steuerung so eingerichtet, dass sie einmal den Raum vor den Kolben mit dem Innenraum, ein andermal mit der freien Luft in Verbindung setzt; und zwar geschieht das erstere, wenn der Kolben durch die Kurbel nach einwärts gezogen werden soll, und das letztere, wenn vom Kolben Arbeit auf die Kurbel abgegeben wird. Diese Maschine hat einen ruhigen, gleichförmigen Gang, keine todten Punkte und lässt eine hohe Rotationszahl zu; doch sind ihre Mängel sehr zu berücksichtigen, so das rasche Auslaufen der keine Führung besitzenden Kolben, die kurzen Triebstangen sowie die während der Bewegung unzugänglichen Zapfen, welche durch unreinen Dampf sehr leicht geschädigt werden können.

Die in Fig. 29, Taf. 8, abgebildete West'sche Maschine besteht aus einem Gehäuse, in welchem sich sechs Dampfcylinder befinden, die im Kreise stehen und je einen Dampfkolben enthalten. Diese Dampfkolben wirken auf eine Scheibe, die durch ein Kugelgelenk beweglich ist und ihre Bewegung durch eine Spindel auf die Kurbelwelle überträgt. Die Steuerung hat dafür zu sorgen, dass die Dampfkolben der Reihe nach zur Wirkung kommen, sowie dass die jeweilig gegenüberstehenden Kolben kein Hindernis der Bewegung entgegensetzen; denn während der eine Kolben auf die bewegliche Scheibe drückt, wird der gegenüberstehende von ihr zurückbewegt, und muss also jeder der Dampfcylinder einmal mit dem Dampfraum, ein andermal mit der freien Luft in Verbindung gebracht werden. Diese Maschinen nehmen einen sehr geringen Raum ein und arbeiten gleichförmig, da keine todten Punkte vorhanden sind. Deren Nachtheile sind: Einseitiges Auslaufen der Cylinder und Kolben, starke Abnützung des Kugellagers, der Kurbel und des Wellenlagers sowie bedeutende Reibungswiderstände infolge der Art der Kraftübertragung.

Schließlich wäre noch der Maschinen mit rotirenden Kolben Erwähnung zu thun; Fig. 30, Taf. 8, zeigt eine Art derselben. In einem Gehäuse ist eine drehbare, mit vier Längsschlitzen versehene Walze, durch welche die Welle geht, excentrisch eingesetzt. Von diesen Schlitzen sind die einander gegenüberstehenden mitsammen verbunden, und befinden sich in denselben bewegliche Platten, welche

die Dichtung gegen die Wandungen des Gehäuses herstellen. Denkt man sich nun durch den linksliegenden Canal den Dampf einströmen, so wird er auf die hervorstehende Platte wirken und die Walze, mithin auch die Welle drehen, wenn der andere Raum, wie es auch die Figur zeigt, mit dem Ausströmungscanal verbunden ist. Es entfällt hier jede Steuerung, und dient der obere kleine Schieber nur dazu, den Dampf auch durch den Canal rechts eintreten zu lassen, um so die Bewegung der Welle umkehren zu können. Dies wäre wohl das einfachste und beste Dampfmaschinensystem, wenn das rasche Auslaufen des Gehäuses und die nur unvollkommene Dichtung gegen die Wandungen desselben, sowie der große Dampfverbrauch, den solche Maschinen erheischen, nicht so schwerwiegende Nachtheile wären, dass man ihrethalben auf die Anwendung dieser Maschinen verzichten muss.

III. Über die Dampfvertheilung. (Steuerung.)

1. Steuerung mit einem Schieber.

Von den früher erwähnten Steuerungsarten ist die Schiebersteuerung am allgemeinsten verbreitet. Der die Dampfvertheilung besorgende Schieber besteht entweder aus einer Platte, die eine Höhlung enthält (Muschelschieber), oder in einer einfachen, nur mit Spalten versehenen Platte (Gitterschieber). Der Schieber wird auf einer ebenen Fläche hin- und herbewegt, welche drei rechteckige Öffnungen enthält, deren mittlere breiter ist als die beiden seitwärts liegenden; diese ebene Fläche nennt man den Schieberspiegel, und sind die darin befindlichen Öffnungen (Spalten) die Mündungen von Canälen, von denen die beiden engeren (Einströmungscanäle) mit je einem Ende des Dampfcylinders, der mittlere (Ausströmungscanal) aber mit der freien Luft oder dem Condensator in Verbindung steht. — Der Schieber ist in einem mit dem Dampferzeuger leicht in Verbindung zu setzenden Gehäuse eingeschlossen, das man den Schieberkasten nennt, und wird mit einer Stange verbunden, die durch eine Stopfbüchse aus dem Schieberkasten austritt und die Schieberstange heißt. Mit dieser Stange kann also der Schieber von außen bewegt werden, und erfolgt diese Bewegung meist in der Weise, dass eine auf der Kurbelwelle sitzende

excentrische Scheibe (Excenter) durch einen Excenterring sammt Stange entweder direct oder durch einen Hebel mit der Schieberstange verbunden ist; die erstere Anordnung zeigt Fig. 1, Taf. 7. Die gezeichnete Lage führt den Schieber in seiner mittleren Stellung vor, in welcher seine Lappen beide Dampfeinströmungscanäle überdecken, der Ausströmungscanal aber mit der Höhlung in Verbindung steht. Soll der Dampf von der linken Seite in den Cylinder treten, so muss der Schieber rechts stehen, wie dies z. B. Fig. 6 darstellt; der Vorderdampf wird dann durch den auf der rechten Seite befindlichen Canal aus dem Cylinder in die Höhlung des Schiebers und von da in den Ausströmungscanal gelangen können, daher die Bewegung des Kolbens von links nach rechts stattfinden.

Stellt man das Excenter unter einem rechten Winkel gegen die Kurbel, so würde für die Endstellung des Kolbens sich der Schieber in seiner Mittelstellung befinden; er würde also beide Dampfcanäle überdecken und der Dampf weder in den Cylinder einnoch aus demselben austreten können. In diesem Falle müsste die Bewegung des Kolbens bis zu dem Zeitpunkte, in welchem sich der Einströmungscanal öffnet, durch die an der Maschine angebrachte Schwungmasse vermittelt werden, und außerdem der Vorderdampf durch den sich bewegenden Kolben so lange gepresst werden, bis die Verbindung mit dem Ausströmungscanale hergestellt ist. — Dies wäre offenbar von Nachtheil für die Wirkung der Maschine, und man verstellt daher das Excenter um etwas mehr als einen rechten Winkel gegen die Kurbel, damit sogleich beim Beginne des Kolbenweges Dampf in den Cylinder eintreten und auch der entweichende Dampf rasch abziehen könne. Es wird dann der Schieber (Fig. 4) beide Dampfwege (sowohl den für den einströmenden, wie auch jenen für den ausströmenden Dampf) bereits geöffnet haben, wenn der Kolben sich am Anfange seines Hubes befindet. Der Winkel, um welchen das Excenter in diesem Falle aus seiner gegen die Kurbel rechtwinkligen Stellung gebracht wurde, heißt der Voreilungswinkel und die Breite der hiedurch für das Einströmen des Dampfes im todten Punkte entstandenen Öffnung das lineare Voreilen.

Betrachtet man den in seiner Mittelstellung befindlichen Schieber näher, so wird man finden, dass seine Lappen nicht nur die Dampfcanäle überdecken, sondern sich nach beiden Seiten noch weiter fortsetzen. In Fig. 2 ist die Größe dieser Überdeckungen mit *e* und *i* bezeichnet, und nennt man *e* die äußere, *i* die innere Über-

deckung des Schiebers. Die äußere Deckung hat den Zweck, dem Schieber ein größeres Voreilen geben zu können, so dass er bei seinem Rückweg den Eintrittscanal früher abschließe, bevor der Kolben noch seinen ganzen Hub vollendet hat und der Rest des Kolbenweges durch die Expansion des Dampfes zurückgelegt werde. Die innere Deckung dagegen hat einerseits den Zweck, bei großem Voreilen des Schiebers den Vorderdampf nicht zu früh ausströmen zu lassen, andererseits, dass er beim Rückweg den Austrittscanal früher absperre, damit der noch im Cylinder befindliche Vorderdampf comprimirt werde, wodurch die lebendige Kraft der bewegten Maschine aufgezehrt und so beim Hubwechsel am todten Punkte die Stöße vermieden werden. Damit bei beiden Bewegungsrichtungen des Kolbens der Schieber die gleiche Dampfeinströmung bewirke, müssen selbstverständlich bei der Mittelstellung desselben die äußeren Deckungen, sowie auch die inneren, einander gleich sein. — In manchen Fällen macht man die innere Überdeckung $= 0$, besonders wenn das Voreilen gering ist und man den Vorderdampf leicht abziehen lassen will. Die in Fig. 3 angedeutete Construction, bei welcher sowohl die äußere als auch die innere Deckung gleich Null sind, wird nur bei kleinen Hilfsmaschinen, deren Welle sich nach beiden Richtungen drehen soll, angewendet, und ist dann das Excenter stets unter 90^0 gegen die Kurbel aufgekeilt.

Die Größe der Excentricität steht in innigem Zusammenhange mit der Größe dieser Überdeckungen und mit der Weite der Dampfeinströmungscanäle. — Bezeichnen wir mit r die Excentricität und mit a die Weite eines Einströmungscanales, so muss zum mindesten $r = a + e$ sein, damit bei der ausgelegtesten Stellung des Schiebers der Dampfeinströmungscanal ganz geöffnet sei. Hiebei ist aber zu beachten, dass die innere Höhlung des Schiebers stets mit dem Ausströmungscanale communicire, und es ist demnach die Weite desselben der Excentricität gegenüber groß genug zu wählen.

Unter dem Schieberweg versteht man die einer gewissen Kolbenstellung entsprechende Entfernung des Schiebers von seiner Mittelstellung. Der Schieberweg ist somit nach einer oder nach der anderen Seite der Mittelstellung gleich der Excentricität, die ganze Schieberbewegung aber gleich der doppelten Excentricität.

Nach Feststellung dieser Begriffe wollen wir nun die einzelnen Phasen der Dampfvertheilung während des Hin- und Herganges des Kolbens betrachten.

1. (Fig. 4.) Die Kurbel ist im todten Punkte, der Kolben in seiner Entstellung. Soll sich nun der Kolben von links nach rechts bewegen, so muss der Schieber bereits nach rechts ausgewichen sein und den Einströmungscanal um das lineare Voreilen geöffnet, sowie auch den Ausströmungscanal mit dem Vorderdampf in Verbindung gesetzt haben; der Schieberweg ist hiebei gleich $e + v$, wenn v das Voreilen bezeichnet.

In dieser sowie in den folgenden Figuren deuten die Pfeile die Bewegungsrichtungen der Kurbel, des Schiebers und des Dampfes an, und sind überall die zur betreffenden Schieberstellung gehörigen Kurbel- und Excenterstellungen schematisch angegeben.

2. (Fig. 5.) Der Kolben hat seine Bewegung begonnen, mit ihm auch die Kurbel und das Excenter, wodurch der Schieber nach rechts ausgewichen ist; der zur Ausströmung dienende Dampfcanal ist ganz geöffnet, daher der Schieberweg gleich $a + i$.

3. (Fig. 6.) Der Kolben und Schieber bewegen sich nach rechts, der Dampfeinströmungscanal ist ganz geöffnet; der Schieberweg gleich $e + a$.

4. (Fig. 7.) Der Schieber ist in seiner äußersten Lage rechts; er beginnt nun seinen Rückweg, während der Dampfkolben noch nicht in der Mitte seines Hubes angelangt ist; der Schieberweg ist gleich der Excentricität r, und ist dieselbe in unserem Falle größer als $a + e$.

5. (Fig. 8.) Der Schieber bewegt sich nach links, der Kolben nach rechts; die Dampfeinströmung hinter dem Kolben ist eben geschlossen worden, und es wirkt der Dampf nun durch seine Expansivkraft. (Expansion durch die äußere Deckung.) Der Vorderdampf strömt noch immer aus, indem die Dampfausströmung noch um $e - i$ offen ist, es findet aber wegen des geringen freien Querschnittes eine Drosselung desselben statt; der Schieberweg ist gleich e.

6. (Fig. 9.) Der Schieber geht nach links, der Kolben nach rechts; die Dampfausströmung ist soeben abgesperrt worden. Wegen der fortgesetzten Kolbenbewegung nach rechts findet nun eine Compression des Vorderdampfes, welcher nicht mehr entweichen kann, statt; der Hinterdampf wirkt durch seine Expansion; der Schieberweg ist gleich i.

7. (Fig. 2.) Der Schieber ist in seiner Mittelstellung angelangt, der Kolben hat seinen Lauf noch nicht beendet; Expansion des Hinterdampfes, Compression des Vorderdampfes; der Schieberweg

ist gleich Null. — Es wird sich nun der Schieber weiter nach links bewegen, bis er auf dieser Seite den Weg i zurückgelegt hat; in diesem Momente strömt der expandirende Dampf aus (Vorausströmung), der Vorderdampf jedoch wird noch weiter comprimirt, bis der Schieberweg auf dieser Seite gleich e geworden ist und der frische Dampf einzuströmen beginnt. (Fig. 3.) Der Kolben aber bewegt sich unterdessen noch immer nach rechts, bis bei dem Schieberwege $e + v$ seine Bewegung umgekehrt wird und die Phasen der geschilderten Dampfvertheilung sich nun auf der linken Seite abspielen.

Es mag im ersten Augenblicke befremden, dass trotz der Compression des Vorderdampfes, und ungeachtet des durch das lineare Voreilen bewirkten frühzeitigen Einströmens des frischen Hinterdampfes, der Kolben seine Bewegung gegen den todten Punkt fortsetzen soll; selbe ist jedoch unmittelbar vor den todten Punkten eine äußerst geringe, die Bewegung des Schiebers dagegen eine sehr große, so dass der daraus folgende schädliche Einfluss sehr klein ist und durch die Wirkung der Schwungmassen leicht ausgeglichen wird; ja es muss, wie schon erwähnt, in vielen Fällen die Compression absichtlich vergrößert werden, damit, besonders bei großen bewegten Massen, ein Stoß am Ende des Hubes vermieden werde, indem hier der Dampf gewissermaßen ein elastisches Polster bildet und so den Stoß aufheben soll.

Die hier besprochene Steuerung ist die bei kleineren Maschinen gewöhnlich vorkommende, und kann man mit derselben, wie bei Punkt 5 gezeigt wurde, auch die Expansivkraft des Dampfes zum Theile verwerten. Diese Steuerungsart nennt man die Steuerung mit fixer Expansion, weil man mit derselben den Füllungsgrad nicht ändern kann, ohne früher Änderungen in den Dimensionen der Bestandtheile derselben vorzunehmen.

Bei großen Maschinen erhalten die Schieber infolge der großen Querschnitte der Dampfcanäle bedeutende Dimensionen, und es wird durch den auf ihnen lastenden Dampfdruck die Reibung auf dem Schieberspiegel, mithin auch die zur Bewegung dieser Schieber erforderliche Kraft oft sehr bedeutend. Aber auch der Schieberweg wird wegen der Breite der Dampfcanäle entsprechend größer, was ebenfalls zur Vermehrung der zur Schieberbewegung nothwendigen Arbeit beiträgt. Um nun in solchen Fällen den Weg des Schiebers zu verkleinern und den Einströmungsquerschnitt im todten Punkte

genügend groß zu haben, theilt man jeden Dampfcanal in zwei (halb so breite) Canäle, die sich in ihrem weiteren Verlaufe gegen die Cylinderenden wieder vereinigen, wie dies in Fig. 12, Taf. 7, dargestellt erscheint. Es wird dann auch die Form des Dampfschiebers geändert, und dieser etwa jene in der Figur mit *c* bezeichnete annehmen müssen, in welcher wir nebst dem gewöhnlichen Muschelschieber noch zwei kleine D-förmige Canäle sehen, die der ganzen Breite nach den Schieber durchziehen und so den Weg für den frischen Dampf zu den zwei mittleren Einströmungscanälen bilden; die Höhlung des Schiebers aber steht dabei, so wie früher, immer mit dem Ausströmungscanale in Verbindung, nur hat dieselbe zwei Abzweigungen für die beiden äußeren Dampfcanäle. Diesen Schieber nennt man den Penn'schen Doppelschieber.

Der in Fig. 12 gezeichnete Schieber zeigt aber auch noch eine andere Einrichtung, die Entlastung, welche den Zweck hat, einen Theil der Oberfläche des Schiebers vom Drucke des Dampfes zu befreien. Auf dem Rücken des Schiebers ist zu diesem Behufe ein Ring angegossen, welchen ein zweiter L-förmiger, metallener Ring *d* umgibt, der an seinem Umfange Lappen trägt; diese Lappen bilden Muttern für die Schrauben *e*, welche je einen verzahnten Kopf haben und durch einschnappende Federn am Zurückdrehen gehindert sind. In den zwischen den beiden Ringen entstehenden Canal werden Hanftressen (oft auch Federn) eingelegt, auf welche ein flacher Ring *b* aus Bronze zu sitzen kommt, welcher sich an den Deckel des Schieberkastens dicht anschließt und demnach den Dampf verhindert, seinen Druck auf einen ziemlich bedeutenden Theil des Schieberrückens auszuüben. Durch ein in der Mitte des Schieberkastendeckels mündendes Rohr *f* ist der in der früher beschriebenen Weise auf dem Schieberrücken gebildete abgeschlossene Raum mit dem Condensator in Verbindung, wodurch der den Schieber gegen das Schiebergesicht pressende Totaldruck noch weiter vermindert wird. Wenn der Ring *b* sich derart abgenützt hat, dass er nicht mehr genügend abdichtet, so kann diesem Umstande durch Nachstellen der Schrauben *e* abgeholfen werden, und sind, um bei dieser Arbeit nicht den ganzen Schieberkastendeckel abnehmen zu müssen, in diesem durch Schrauben verschließbare, mit den Stellschrauben correspondirende Öffnungen angebracht, durch die man einen kleinen Schraubenschlüssel einbringen und die Schrauben entsprechend bewegen kann; während des Betriebes sind letztgenannte Öffnungen selbstverständlich geschlossen.

2. Steuerung mit zwei Schiebern.

Die bisher besprochene Steuerung mit einem Schieber kann ganz gut in allen jenen Fällen verwendet werden, in denen man nicht auf die Anwendung eines geringeren Füllungsgrades (höhere Expansion) Anspruch erhebt. Um bei Steuerungen mit einem Schieber geringe Füllungsgrade zu erreichen, würde man auf bedeutende Hindernisse bei der Dampfvertheilung stoßen; so z. B. würde man eine sehr große Compression des Vorderdampfes verursachen, deren Einfluss die zu leistende Arbeit der Maschine schädigen würde; deshalb sind verschiedene andere Vorrichtungen erdacht worden, welche obigen Zweck vollkommen erfüllen. — Unter diesen Vorrichtungen zur Erreichung eines höheren Expansionsgrades ist die Steuerung mit zwei Schiebern die fast allgemein angewendete, und unterscheidet man zwei Arten dieser Expansions-Schiebersteuerungen, je nachdem die beiden Schieber in zwei getrennten Räumen oder in einem gemeinschaftlichen Raume arbeiten; das erstere nennt man das Zweikammer-, das letztere das Einkammersystem.

Von den beiden hiebei angewendeten Schiebern bewegt sich jeder ganz unabhängig vom andern; es hat jeder sein eigenes Excenter, seine Excenter- und Schieberstange. Der eine Schieber hat den Zweck, die Zuströmung des Dampfes zum zweiten Schieber zu regeln, d. h. die Dampfeinströmung im geeigneten Momente zu unterbrechen; diesen nennt man den Expansionsschieber. Der zweite dagegen hat den so eingeströmten Dampf in den Cylinder, vor und hinter den Kolben, zu leiten, sowie den ausströmenden Vorderdampf entweichen zu lassen; dies ist der Vertheilungsschieber.

Betrachten wir nun zunächst das Zweikammersystem (Fig. 10, Taf. 7). Wir sehen hier den Schieberkasten durch eine Wand in zwei Räume oder Kammern, *a* und *b*, getheilt; in letztere tritt der frische Kesseldampf. Die Scheidewand der beiden Kammern enthält einen Schlitz, über welchen sich ein Schieber hin- und herbewegt; dies ist der Expansionsschieber, der in seiner Mitte gleichfalls mit einem Schlitz versehen ist. Befinden sich diese beiden Schlitze übereinander, so wird der Dampf in die zweite Kammer *a* eintreten können, in welcher sich auf dem Schieberspiegel des Dampfcylinders ein gewöhnlicher Muschelschieber in der früher besprochenen Weise bewegt; letzterer ist der Vertheilungsschieber. Es hat nun die

Bewegung der beiden Schieber in der Weise vor sich zu gehen, dass der Expansionsschieber den Durchlasscanal in der Scheidewand bereits geöffnet hat, wenn der Vertheilungsschieber den Dampfcanal des Cylinders zu öffnen beginnt, um eben den Dampf ungehindert zu rechter Zeit in den Cylinder gelangen zu lassen; dagegen muss dieser Expansionsschieber, wenn expandirt werden soll, den Durchlasscanal schon früher geschlossen, also den Dampfzutritt bereits früher abgesperrt haben, bevor die Schließung des Dampfeinströmungscanals am Cylinder stattgefunden hat, und muss dann wieder zu rechter Zeit dem Dampf den Zutritt für die andere Cylinderseite gestatten. Es darf diese Wiedereröffnung jedoch erst dann erfolgen, wenn der Vertheilungsschieber den Dampfweg auf einer Seite bereits geschlossen hat, weil sonst durch den noch offenen Dampfweg ein Wiedereinströmen des frischen Dampfes in den Cylinder nach bereits einmal erfolgter Absperrung stattfinden möchte, was nicht vortheilhaft wäre. Es ist demnach der Expansionsschieber in seiner Bewegung dem Vertheilungsschieber immer voraus, weil er den Durchlasscanal immer früher öffnen und auch schließen muss, als dies der Vertheilungsschieber bei den Dampfcanälen thut; aus diesem Grunde muss das Excenter des ersteren unter einem größeren Voreilungswinkel gegen die Kurbel aufgekeilt sein, als das des Vertheilungsschiebers.

Das Einkammersystem, welches das gebräuchlichere ist, unterscheidet sich vom vorigen dadurch, dass sich der Expansionsschieber, statt auf einer Zwischenwand im Schieberkasten, auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers selbst bewegt. Der Vertheilungsschieber ist jedoch dann nicht mehr ein gewöhnlicher Muschelschieber, sondern hat an seinen Enden zwei Dampfdurchlasscanäle; er besteht also aus einer Platte, durch welche zwei Canäle gehen und die in der Mitte die Höhlung für den Dampfaustritt besitzt, wie dies in Fig. 11, Taf. 7, am Schieber *c* zu sehen ist. Die beiden Canäle bewegen sich mit dem Schieber über den Dampfwegen des Cylinders hin und her und lassen in dieselben Dampf eintreten, wenn sie nicht selbst durch den Expansionsschieber verdeckt sind. Es ist hiebei darauf zu achten, dass der Dampf nur durch diese Canäle eintreten kann, und es darf nicht etwa der Schieber sich so weit bewegen, dass seine Außenkanten die Dampfwege eröffnen würden. Auf diesem Vertheilungsschieber bewegt sich nun der Expansionsschieber; derselbe besteht entweder aus einer Platte, die fest mit der Schieber-

stange verbunden ist, wie dies bei den fixen Expansionsschiebersteuerungen vorkommt, oder aber ist er durch zwei Platten gebildet, deren gegenseitige Entfernung geändert werden kann, und es heißt dann diese Vorrichtung eine variable Expansionsschiebersteuerung.

Die Verstellung der beiden Lappen des Expansionsschiebers kann auf mannigfache Weise bewerkstelligt werden; eine der gebräuchlichsten Arten ist jene, die bei dem Meyer'schen Expansionsschieber vorkommt, und wird auch die ganze Steuerung dann als Meyer'sche Steuerung bezeichnet. — Dieselbe ist in Fig. 11, Taf. 7, abgebildet und zeigt uns die auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers sich bewegenden beiden Lappen *d*, *d* des Expansionsschiebers. In jeden dieser Lappen ist eine Schraubenmutter eingelassen; eine derselben besitzt ein rechtsgängiges, die andere ein linksgängiges Gewinde. Durch die Drehung der mit rechtem und linkem Gewinde versehenen, durch diese beiden Muttern hindurchgehenden Expansionsschieberstange *b* können somit die beiden Lappen, aus welchen der Expansionsschieber besteht, einander genähert oder voneinander entfernt werden.

Diese Steuerung hat den Vortheil, dass sie alle Füllungsgrade bis zu demjenigen gestattet, welchen der Vertheilungsschieber vermöge seiner äußeren Deckung selbst gibt, und dass demnach für einen veränderlichen Widerstand auch die von der Maschine abzugebende Arbeit entsprechend regulirt werden kann, indem man den Expansionsschieber die Dampfzuströmung im geeigneten Momente abschließen lässt.

Die Dampfvertheilung erfolgt bei dieser Steuerung in folgender Weise: Der Vertheilungsschieber bewegt sich wie gewöhnlich über den Dampfwegen des Cylinders, und es würde, wenn kein Expansionsschieber vorhanden wäre, die Ein- und Ausströmung des Dampfes in der früher besprochenen Art vor sich gehen, indem die Canäle des Vertheilungsschiebers so groß sind, dass die unteren, gegen außen liegenden Kanten derselben nie den Dampfzutritt zu den Canälen des Cylinders unterbrechen können, sondern dass vielmehr stets die nach innen gelegenen Kanten diese Aufgabe zu erfüllen haben. Durch die Lappen des auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers sich bewegenden Expansionsschiebers werden nun die Dampfdurchlässe des ersteren geöffnet oder geschlossen und demgemäß der Dampfzutritt zu dem Cylinder gestattet oder unterbrochen.

Die Zeichnung stellt uns den Moment dar, in welchem der Kolben seinen Hub nach rechts beginnt, und wir sehen den Dampfcanal des Vertheilungsschiebers durch den Expansionsschieberlappen *d* bereits ganz geöffnet, während der Dampfweg des Cylinders erst um das lineare Voreilen offen steht. Der Vertheilungsschieber wird seinen Weg nach rechts fortsetzen und dann umkehren; bevor er aber den Dampfweg des Cylinders schließt, wird schon der Expansionsschieber den Durchlasscanal geschlossen haben, also die Zuströmung des Dampfes bereits unterbrochen sein. Es ist auch ersichtlich, dass, wenn die beiden Lappen des Expansionsschiebers weiter voneinander entfernt sind, die Durchlasscanäle des Vertheilungsschiebers eher geschlossen werden, als wenn der Abstand der Lappen geringer ist, und dass, je nachdem die Dampfzuströmung früher oder später geschlossen wird, der Dampf im Cylinder mehr oder weniger expandirt. Da die Schieberstange von außen zugänglich ist und trotz ihres Zusammenhanges mit der Excenterstange drehbar eingerichtet werden kann, so wird man mit Leichtigkeit die Lappen des Expansionsschiebers stellen, also den Füllungsgrad des Cylinders nach Belieben ändern können. — In vielen Fällen ist es wünschenswert, auch die Möglichkeit zu haben, den Dampfzutritt in den Cylinder mittelst des Vertheilungsschiebers allein bewerkstelligen zu können; es werden dann die Lappen nur so groß gewählt, dass, wenn sie zusammenstoßen, ihre äußeren Kanten die Dampfwege des Vertheilungsschiebers während der Dampfeinströmung nicht mehr erreichen können. — Es dürfen jedoch diese Lappen auch nicht zu klein gemacht werden, damit bei der größten Auseinanderschiebung derselben ihre inneren Kanten nicht etwa die Dampfwege des Vertheilungsschiebers öffnen könnten, und werden diese letzteren deshalb auf der oberen Seite des Schiebers in vielen Fällen weiter auseinander stehen als auf der unteren.

Aus dem Gesagten erhellt, dass diese Steuerung sehr einfach und zugleich sehr vortheilhaft ist, und dass sie gestattet, selbst während des Ganges der Maschine den Füllungsgrad zu ändern.

3. Umsteuerungen.

In vielen Fällen tritt die Nothwendigkeit auf, die Welle einer Dampfmaschine nach der einen oder der anderen Richtung beliebig umlaufen lassen zu können, wie dies bei Schiffsmaschinen, Locomotiven, Fördermaschinen u. s. w. vorkommt, während bei sta-

tionären Maschinen gewöhnlich bloß eine dieser Bewegungsrichtungen gebraucht wird. Um diese Umkehrung der Bewegung bewerkstelligen zu können, muss eine Vorrichtung vorhanden sein, die für jede der beiden Drehungsrichtungen der Maschinenwelle eine richtige Dampfvertheilung hervorbringt; diese Vorrichtung wird dann eine Umsteuerung genannt.

Bei der Dampfvertheilung durch einen Schieber wurde dargelegt, dass das Excenter eines Schiebers der Kurbel stets um 90° mehr dem Voreilungswinkel voraus ist, und dass, wenn die Excenterstange direct mit der Schieberstange verbunden wird, die Kurbelbewegung nach jener Seite erfolgt, auf der sich der Voreilungswinkel befindet, während in dem Falle, in welchem an einem zweiarmigen Hebel einerseits die Excenterstange, anderseits die Schieberstange angreift, die Bewegung eine der oben erwähnten gerade entgegengesetzte sein wird. Wir wollen jedoch im Folgenden stets den ersterwähnten Fall annehmen.

Soll sich also die Kurbel durch eine Umsteuerung in dem einen oder dem anderen Sinne bewegen können, so ist klar, dass dann durch sie ermöglicht werden muss, die Excentricität des auf den Dampfschieber wirkenden Excenters auf die eine oder die andere Seite der Kurbel zu verlegen.

Eine solche Vorrichtung sehen wir auf Taf. 3, Fig. 7, dargestellt, und besteht dieselbe in einem lose auf der Kurbelwelle sitzenden Excenter, dessen Mittelpunkt sich in E befindet und das bei der Drehung der Welle durch die an derselben befestigten Knaggen A, B mitgenommen wird, wenn sich diese an eine der beiden Seiten des Ansatzes $a\ b$ anlegen, welch letzterer fest mit dem Excenter verbunden ist. Denken wir uns die excentrische Scheibe, von welcher die Schieberbewegung eingeleitet wird, so weit nach aufwärts gedreht, dass der Punkt a auf A zu liegen kommt, so wird E nach E_1 gekommen sein, der Winkel von 90° mehr dem Voreilungswinkel wird sich auf der oberen Kurbelseite befinden, also die Bewegung der Kurbel K nach aufwärts stattfinden, während in dem Falle, als b nach B und E nach E_2 gelangt, die Kurbel K sich nach abwärts bewegt.

Diese Art der Umsteuerung hat ihre Übelstände, indem während des Umsteuerns die Verbindung zwischen Excenter- und Schieberstange gelöst werden und die Umkehrung der Kolbenbewegung durch Verstellen des Schiebers von Hand geschehen muss; es wird z. B.,

wenn für die Kurbelbewegung nach aufwärts a auf A liegt und die entgegengesetzte Bewegung der Welle eingeleitet werden soll, die Maschine so lange von Hand zu steuern sein, bis die Knagge B auf die Kante b des Excenteransatzes trifft und das Excenter mitnimmt, worauf erst wieder die Verbindung zwischen der Excenter- und der Schieberstange hergestellt werden kann.

Wie aus dem Gesagten erhellt, ist diese Umsteuerungsart eine etwas umständliche und unbequeme, weshalb andere Vorrichtungen ersonnen wurden, welche zum Umsteuern dienlich sind, nämlich die sogenannten Coulissensteuerungen.

In Fig. 8, Taf. 3, ist die von Stephenson erfundene und nach ihm benannte Coulissensteuerung dargestellt. Auf die Kurbelwelle sind zwei Excenter aufgekeilt, deren Stangen F und G mit einem Rahmen MN in Verbindung stehen, der einen bogenförmigen Schlitz enthält und die Coulisse genannt wird. Die Excenterstangen haben ihre Angriffspunkte an der Coulisse meist so, wie dies Fig. 8 zeigt, doch sind sie auch häufig mit den äußeren Enden der Coulisse verbunden, wie in Fig. 9. Im Schlitze der Coulisse befindet sich ein Gleitbacken, der durch einen Zapfen mit der Schieberstange S gelenkartig verbunden ist. Die Coulisse ist an der Stange AB aufgehängt, und umfasst das eine Ende dieser Stange den in der Mitte der Coulisse an einem Bügel befindlichen Zapfen A, während der zweite Stangenkopf einen Zapfen B des Hebels BC umgreift; dieser Hebel ist auf einer Welle, der sogenannten Steuerungswelle, festgekeilt, durch welche vermittelt werden kann, dass der Zapfen B einen vollständigen Kreis beschreibt, die Coulisse also gehoben oder aus der gehobenen Stellung wieder gesenkt werden kann. Hiebei wird die Coulisse sich über dem Gleitbacken der Schieberstange S, welche ihre Lage nicht ändern kann, verschieben und dabei das eine oder andere Coulissenende dem Gleitbacken genähert.

In Fig. 10 ist eine Coulisse dargestellt, die von der gewöhnlichen Form abweicht, indem sie aus zwei bogenförmigen Lamellen gebildet wird, die an den Enden miteinander verbunden sind und in der Mitte Zapfen für die aus zwei Theilen bestehende Aufhängestange tragen. Außerdem hat noch jede Lamelle in der Nähe ihrer Enden zwei als Angriffspunkte für die Excenterstangen dienende Zapfen, und bewegt sich die Schieberstange mittelst eines doppelt T-förmigen Kopfes zwischen den Lamellen.

In Fig. 11 ist die Wirkungsweise der beiden Excenter auf die Coulisse dargestellt; bei der Bewegung des ober der Kurbel befindlichen Excenters wird der Angriffspunkt A der Excenterstange einen gewissen Weg $A_1 A_2$ beschreiben; in ganz gleicher Weise wird der Angriffspunkt B des zweiten Excenters den Weg $B_1 B_2$ zurücklegen, dessen Größe selbstverständlich von der Größe der Excentricität abhängig ist. — Denken wir uns nun die Coulisse so weit gesenkt, dass das Ende der Excenterstange F in die Verlängerung der Schieberstange fällt (wie dies in Fig. 8 der Fall ist), so wird bloß das eine Excenter wirksam sein und die Schieberbewegung vermitteln, während das andere Excenter nur eine pendelartige Bewegung der Coulisse hervorbringt. Bei dieser Coulissenstellung wird sich die Kurbel, die in der Zeichnung vertical aufwärts zu denken ist (nach dem früher aufgestellten Grundsatze), also nach rechts bewegen müssen, während in dem Falle, als das Ende der Excenterstange G in der Richtung der Schieberstange sich befindet und demnach die Coulisse gehoben ist, die entgegengesetzte Kurbelbewegung (nach links) eintreten wird.

Das Heben oder Senken der Coulisse genügt also, die Umdrehungsrichtung der Kurbel zu ändern, und sind die horizontalen Dampfmaschinen fast allgemein so eingerichtet, dass für den Vorwärtsgang der Maschine die Coulisse sich in ihrer tiefsten Stellung befindet, wie in Fig. 8; das für den Vorwärtsgang wirksame Excenter wird das Vorwärtsexcenter genannt; ist die Coulisse gehoben, so tritt der Rückwärtsgang der Maschine ein, indem das Rückwärtsexcenter zur Wirkung gelangt.

Die Bewegung der Steuerungswelle C, von welcher aus, wie bereits früher erwähnt wurde, das Heben und Senken der Coulisse besorgt wird, erfolgt bei kleineren Maschinen von Hand mittelst eines Hebels, des Umsteuerungshebels, oder mittelst eines Steuerrades; bei sehr großen Maschinen sind zu diesem Zwecke oft eigene kleine Umsteuerungsdampfmaschinen vorhanden. Auf der Kurbelwelle dieser Umsteuerungsmaschinen sitzt eine Schnecke, die in ein auf der Steuerungswelle aufgekeiltes Schneckenrad eingreift (Fig. 4). Die Aufhängestange der Coulisse, somit auch die Coulisse selbst, wird dann, wie aus der Figur ersichtlich ist, bei Drehung des Schneckenrades gehoben oder gesenkt, mithin der Aufhängepunkt der Coulisse nach M oder N gebracht.

Befindet sich die Coulisse in ihrer Mittelstellung, nämlich der Gleitbacken M in der Mitte zwischen den Angriffspunkten der beiden

Excenterstangen, so wird der Schieber wohl eine kleine hin- und hergehende Bewegung annehmen können, doch wird die dadurch bewirkte Dampfvertheilung eine so unvortheilhafte sein, dass dabei eine Bewegung der Maschine nicht stattfinden kann. In allen Lagen des Gleitbackens *M* zwischen diesem, dem sogenannten todten Punkte der Coulisse, und dem höchsten oder tiefsten Punkte wird sich der Schieber bloß um einen Theil des Excenterhubes verschieben, weil in diesem Falle sich der Einfluss beider Excenter geltend macht, und es wird, je nach den Stellungen des Gleitbackens in der Coulisse, eine größere oder kleinere Expansion des Dampfes im Cylinder hervorgebracht werden. (Expandiren mit der Coulisse.)

Die Verbindung der Excenter mit der Coulisse kann durch offene oder gekreuzte Excenterstangen stattfinden (Fig. 12, I u. II). Um zu erkennen, ob die Excenterstangen einer Stephenson'schen Coulissensteuerung offen oder gekreuzt arbeiten, denkt man sich die Kurbel so weit gedreht, bis beide Excentricitäten auf jener Seite der durch das Wellenmittel gezogenen Verticalen sich befinden, auf welcher die Coulisse liegt; haben dann die Excenterstangen die in Fig. 12, I dargestellte Lage, so heißen sie offene, im anderen Falle (Fig. 12, II) gekreuzte Stangen.

Die erstere Anordnung bietet den Vortheil, dass bei den äußersten Stellungen des Gleitbackens eine richtigere Dampfvertheilung erzielt wird, als bei gekreuzten Stangen, weil hier die Einwirkung des zweiten Excenters sich fühlbarer macht; dagegen wird bei offenen Stangen das lineare Voreilen des Schiebers immer größer und die Eröffnungsquerschnitte der Dampfcanäle immer kleiner, je mehr sich der Gleitbacken dem Coulissenmittel nähert, je mehr man also expandiren will; dies ist aber jedenfalls von Nachtheil für den Gang der Maschine, weil die Einströmung des Dampfes zu früh erfolgt, derselbe also im letzten Theil des Hubes der Kolbenbewegung hinderlich ist, und weil er bei seinem Eintritt in die Dampfcanäle gedrosselt wird, wodurch seine Spannung sinkt. — Bei den gekreuzten Stangen wird die Voreilung immer kleiner, je mehr sich der Gleitbacken dem Coulissenmittel nähert, und ist dieselbe in der Mittelstellung der Coulisse gleich Null; für das Expandiren sind also gekreuzte Stangen günstiger, und bieten selbe auch noch den Vortheil, dass der Stillstand der Maschine zuversichtlich bei der Mittelstellung der Coulisse erfolgen muss, weil der Dampf zu spät in den Cylinder tritt, um bei dieser Coulissenstellung noch eine Bewegung hervorbringen zu können.

Die Stephenson'sche Coulissensteuerung wird sehr häufig (bei großen Maschinen fast ausschließlich) angewendet, und nur bei kleineren Maschinen findet die von Fink erfundene Umsteuerung ihrer großen Einfachheit halber manchmal Anwendung. Dieselbe besitzt, wie

Fig. 13, Taf. 3, zeigt, nur ein einziges Excenter, das um 180° gegen die Kurbel aufgekeilt ist. Die Coulisse *MN* bildet mit dem Excenterring ein Stück und ist mit einem bogenförmigen Schlitz versehen, der seine hohle Seite der Schieberstange zuwendet. Excenterring und Coulisse werden im Punkte *A* von einer um den festen Punkt *B* schwingenden Stelze *AB* erfasst, wodurch der Punkt *A*, um welchen bei der Drehung der Kurbelwelle die Schwingungen der Coulisse erfolgen, in einem Kreisbogen sich zu bewegen gezwungen wird. Im Schlitze der Coulisse lässt sich der Gleitbacken *C*, welcher durch die Schubstange *CL* mit der Schieberstange verbunden ist, verstellen, was durch den auf der Steuerungswelle *G* sitzenden Winkelhebel *FGH* geschieht, der hier den Umsteuerungshebel bildet und durch die Hängstange *DF* die ihm mitgetheilte Bewegung auf die Schubstange *CL* überträgt. — Je nachdem das Gleitstück *C* sich in der oberen oder unteren Hälfte der Coulisse befindet, wird die Bewegung der Kurbel *K* nach auf- oder abwärts erfolgen, und wird von der fallweisen Entfernung des Gleitbackens vom Punkte *A* der Expansionsgrad abhängig sein.

Um bei Dampfmaschinen mit Umsteuerung auch den Vortheil der variablen Expansion zu haben, ohne die Coulisse hiezu verwenden zu müssen, hat man die Expansionsschiebersteuerungen und unter diesen hauptsächlich die Meyer'sche Steuerung derart umgestaltet, dass die Vertheilungsschieberstange mittelst einer Stephenson'schen Coulisse bewegt wird; auf der Welle sitzen in diesem Falle drei Excenter, wovon eines für den Expansionsschieber bestimmt ist. Die Expansion wird hiebei gewöhnlich nur für den Vorwärtsgang gebraucht und beim Manövriren mit der Maschine die Expansionsschieberlappen einander ganz genähert, damit nur der Vertheilungsschieber wirksam verbleibt. Falls bei dieser Anordnung sowohl für den Vorwärts- als für den Rückwärtsgang eine gleichartige Dampfvertheilung platzgreifen soll, wird das Excenter des Expansionsschiebers um 180° gegen die Kurbel aufgekeilt.

4. Das Schieber-Diagramm.

Auf Seite 107 wurde in den Punkten 1 bis 7 das Bewegungsgesetz des Vertheilungsschiebers in Bezug auf die Kolbenstellungen für die wichtigsten Phasen der Dampfvertheilung erläutert. Um aber eine deutliche und klare Übersicht von diesem Gesetze sowie von den

Verhältnissen, in welchen die einzelnen maßgebenden Größen zueinander stehen, zu erhalten, stellt man das Bewegungsgesetz des Schiebers und des Kolbens graphisch dar. Die dieses Gesetz darstellenden Curven nennt man das Schieber-Diagramm. Aus demselben muss für jede Stellung des Kolbens, resp. der Kurbel, nicht nur die zugehörige Abweichung des Schiebers von seiner Mittelstellung, sondern hauptsächlich die Momente des Beginnens des Eintrittes, des Austrittes, der Expansion und der Compression des Dampfes während eines Kolbenhubes klar ersichtlich sein.

Je nachdem man den Schieberweg bezieht auf:

a) die Kolbenstellung, erhält man ein Ellipsen-Diagramm,
b) die Kurbelstellung, erhält man ein Kreis-Diagramm,
c) den Kolbenweg, erhält man ein Sinoiden-Diagramm.

Bei den beiden ersteren Diagrammen wird gewöhnlich der Einfluss der endlichen Längen der Pleuel- und Excenterstangen nicht in Betracht gezogen, weil bei einer verhältnismäßigen größeren Länge derselben die hiedurch im Diagramme entstehenden Fehler nicht wesentlich von Belang sind. Da nun aber bei Schiffsmaschinen die Pleuel- und Excenterstangen meistens sehr kurz sind, so muss hier die endliche Länge eine Berücksichtigung finden, wenn das Bewegungsgesetz im Diagramm in richtiger Weise zum Ausdruck gelangen soll. Zu diesem Zwecke eignet sich aber das sogenannte Sinoiden-Diagramm besser als die beiden vorher genannten Diagramme, weshalb dasselbe hier näher erläutert werden soll.

Die Construction des Sinoiden-Diagramms ist in Fig. 1 auf Taf. 24 dargestellt. Dieselbe besteht der Hauptsache nach in der Darstellung der in gleichen aufeinander folgenden Zeiteinheiten von dem Kolben und dem Schieber zurückgelegten Wege, indem man voraussetzt, dass der Kurbelzapfen in den gleichen Zeiteinheiten auch gleiche Wege im Umkreis zurücklegt. Man theilt daher den Kurbelkreis in eine beliebige (am besten gerade) Anzahl gleicher Theile und in gleicher Weise auch den Schieberkreis, welche beide man sich zu diesem Behufe nach den gegebenen Dimensionen in verjüngtem Maßstab verzeichnet. In Fig. 1 *(a)* wurde z. B. der Halbkreis in zwölf gleiche Theile getheilt. Auf der Verbindungslinie der Mittelpunkte des Kolbens und der Kurbelaxe sucht man nun die den successiven Stellungen des Kurbelzapfens entsprechenden Kolbenstellungen, indem man von diesen Theilungspunkten (0, 1, 2 etc.) aus mit der Länge der Pleuel-

stange in diese Linie einschneidet und sich diese Punkte auf der Hublinie mit den gleichen Ziffern bezeichnet.

Ist der Voreilungswinkel des Excenters gegeben, so wird derselbe aufgetragen, und man erhält so die der Kurbelstellung 0 entsprechende Excenterstellung 0, von welchem Punkte aus der Kreis der Excentricität ebenfalls in die gleiche Anzahl gleicher Theile eingetheilt wird; die Theilungspunkte werden correspondirend den Kurbelstellungen bezeichnet. Mit der Länge der Excenterstange schneidet man sodann von den Theilungspunkten des Excenterkreises aus wieder in die Hublinie ein, um die einzelnen Schieberstellungen zu bestimmen, und bezeichnet diese Punkte correspondirend mit den gleichen Ziffern wie die Punkte des Excenterkreises.

Nun theilt man den so gefundenen Kolbenhub 1 bis 12 genau in zwei gleiche Hälften und zieht im Mittelpunkte eine Senkrechte zur Bewegungsrichtung. Auf dieser Mittellinie beschreibt man mit der Kurbellänge als Halbmesser die zwei sich tangirenden Kurbelkreise *AB* und *GH*, wobei *AB* die Bewegungsrichtung für den Hergang und *GH* jene für den Hingang des Kolbens darstellt, wenn sich die Kurbel im Sinne der Pfeile dreht. Theilt man nun die verticalen Durchmesser dieser beiden Kreise zusammen in ebensoviele gleiche Theile, als der Kurbelkreis getheilt wurde, und zieht durch diese Theilungspunkte 0 bis 24 parallele Linien zur Bewegungsrichtung, so stellen diese Linien die Zeitordinaten dar, auf welche die correspondirenden Kolbenstellungen aufgetragen, resp. projectirt werden. Diesemnach wird der Kurbelstellung 0 in Fig. 1 *(a)* die Kolbenstellung 0 am todten Punkt der Hublinie und die Kolbenstellung 0 auf der Zeitordinate 0 entsprechen. Für die Kurbelstellung 1 wird der Punkt 1 der Kolbenhublinie auf die Zeitordinate 1 projectirt und erhält den Punkt I als Kolbenstellung. Projectirt man in gleicher Weise sämmtliche Kolbenstellungen der Hublinie auf die zugehörigen Zeitordinaten und verbindet die so erhaltenen Punkte durch eine continuirliche Curvenlinie, so erhält man die sogenannte Kolbencurve (0, I, II .... X, XI, D', XIII .... XXII, F.). In derselben Weise erhält man die Schiebercurve, indem man die einzelnen Punkte des Schieberhubes auf die zugehörigen Zeitordinaten projectirt und die erhaltenen Punkte verbindet. Der besseren Übersicht wegen wurden in der Fig. 1 die Punkte des Schieberhubes auf die Zeitordinate 10 übertragen und von hier aus auf die gleichbezeichneten Zeitordinaten projectirt, und erhielt man so die Curve

(0, 1, 2 bis 24). Auf der oberen Seite der Fig. 1 wurde die Schiebercurve fortgesetzt, bis sie die Mittellinie schneidet. In diesem Punkte c befindet sich nämlich der Schieber in seiner Mittelstellung, und es werden auf der durch diesen Punkt gezogenen Zeitordinate die Abmessungen des Schiebers und der Canäle des Schieberspiegels in dem gleichen verjüngten Maßstab aufgetragen. Die Punkte mn und $m'n'$ stellen sodann die Kanten der Eintrittscanäle und xx' jene des Austrittscanals dar, während bb' die Innenkanten und aa' die Außenkanten des Schiebers bezeichnen. Demzufolge sind durch am und und $a'm'$ die äußeren und durch nb und $b'n'$ die inneren Überdeckungen des Schiebers dargestellt. Trägt man jetzt die Eintritts- und Austrittskanten des Schiebers auf jeder einzelnen Zeitordinate von der Schiebercurve aus auf und verbindet diese Punkte ebenfalls, so erhält man die vier zur Schiebercurve parallelen Curven a, b, a', b'.

Zieht man endlich durch die Punkte m, n, m', n', x, x' parallele Linien zur Mittellinie c des Diagramms, so stellen dieselben die Kanten der Ein- und Austrittscanäle dar.

Dieses so verzeichnete sogenannte Sinoiden-Diagramm gibt nun vollkommenen Aufschluss über den ganzen Steuerungsvorgang während einer ganzen Umdrehung. Verfolgt man die Curve der Außenkante a des Schiebers, so findet man, dass sie die Eintrittskante m im Punkte e schneidet; hier beginnt sonach der Dampfeintritt. Die zugehörige Kolbenstellung findet man dort, wo die Linie Ee die Kolbencurve schneidet; demnach ist der Kolben noch nicht am todten Punkte angelangt, wenn der Dampf einzutreten beginnt. Im todten Punkt 0 des Kolbens hat der Schieber bereits den Canal um das sogenannte lineare Voreilen f, g geöffnet.

Verfolgt man ebenso die Curve der Innenkannte b' des Schiebers, so sieht man, dass sie die Austrittskante n' des Canals $m'n'$ im Punkte v schneidet; hier beginnt demnach der Austritt des Vorderdampfes.

Auf der Zeitordinate 4 hat der Schieber seine größte Abweichung nach rechts zurückgelegt, also der Eintrittscanal mn seine größte Öffnung erreicht, während der Austrittscanal schon zwischen der ersten und zweiten Zeitordinate ganz geöffnet erscheint.

Zwischen der 8. und 9. Zeitordinate schneidet sodann die Eintrittscurve a die Canaleintrittskante m im Punkte h; der Dampfeintritt wird hier unterbrochen, folglich beginnt hier die Expansion des

Hinterdampfes. Der Kolben befindet sich im Punkt K, und der zurückgelegte Weg ist IK. Die Austrittscurve b' schneidet die innere Kante n' des Canals im Punkte l; hier wird also der Austritt des Vorderdampfes unterbrochen, folglich beginnt hier die Compression desselben. Der Kolben befindet sich im Punkte M, und der zurückgelegte Weg desselben ist LM.

Bei der Kolbenstellung O schneidet die Austrittscurve b die Kante n des Canals, folglich beginnt hier der Dampfaustritt auf der linken Seite, während bei der Kolbenstellung P' die Eintrittscurve a' die Canalkante m' im Punkte p schneidet, also hier der Dampfeintritt auf der rechten Seite des Cylinders beginnt, bevor noch der Kolben auf seinem todten Punkte D' angelangt ist. Im todten Punkte selbst hat der Schieber den Eintrittscanal bereits wieder um das lineare Voreilen rs geöffnet. Für den Hingang des Kolbens findet man sodann in t wieder den Beginn der Expansion, bei u links den Eintritt der Compression, bei v den Voraustritt und bei e den Voreintritt des Dampfes, während die zugehörigen Kolbenstellungen dort zu suchen sind, wo die betreffenden Ordinaten die Kolbencurve schneiden, nämlich beziehungsweise in t', y, w und z.

Um das Bild der Dampfvertheilung im Diagramm noch deutlicher zu gestalten, wurden in Fig. 1 die Canäle des Schieberspiegels, und zwar dort, wo sie vom Schieber bedeckt sind, durch eine einfache und da, wo sie für die Ein- und Austrittsperioden geöffnet erscheinen, durch eine kreuzweise Schraffirung gekennzeichnet. In der Praxis erreicht man diesen Zweck einfacher und vollkommener durch eine verschiedenartige Colorirung, indem man z. B. die Canäle mit Tusch, die Eintrittsperioden roth und die Austrittsperioden blau colorirt.

Ebenso leicht, wie man aus dem Diagramm für jede Kurbel- und Kolbenstellung sämmtliche einzelnen Größen, welche auf die Stellung des Schiebers zu den Canälen Bezug haben, ohne weiteres ablesen kann, übersieht man auch die Veränderungen der Steuerungsverhältnisse, welche durch etwaige Änderungen der Constructionselemente hervorgerufen werden.

Vergrößert man z. B. den Voreilungswinkel, so wird dadurch eigentlich nur die Schiebercurve nach oben verschoben, während bei einer Verringerung des Voreilungswinkels eine Verschiebung der Curven nach unten stattfindet. Im erstern Fall treten daher alle Dampfperioden etwas früher, im letztern Fall später ein.

Vergrößert man die äußere Überdeckung, so werden die äußeren Schiebercurven parallel nach außen, bei einer Verringerung dagegen nach innen parallel zur mittleren Curve verrückt. Im ersten Fall würde der Eintrittscanal später, im zweiten Fall früher geöffnet werden. Das sich dadurch ergebende zu geringe, resp. zu große lineare Voreilen müsste dann durch eine entsprechende Abänderung des Voreilungswinkels corrigirt werden.

Eine Vergrößerung der Excentricität würde eine steilere, die Verringerung dagegen eine flachere Schiebercurve zur Folge haben. Im erstern Fall würde also ein rascheres Öffnen und Schließen der Canalöffnungen, im zweiten Fall eine schleichendere Eröffnung und Schließung der Canäle stattfinden.

Durch eine Vergrößerung der inneren Überdeckung wird die betreffende Curve näher an die Mittelcurve gerückt, mithin die Ausströmung des Dampfes später, die Compression desselben jedoch früher eintreten.

Es lassen sich daher die gegenseitigen Beziehungen der Constructionselemente einer Steuerung aus dem Sinoiden-Diagramm in der directesten Weise übersehen, folglich auch etwaige Fehler derselben, und die geeigneten Maßnahmen zu deren Behebung daraus unmittelbar entnehmen.

Das Sinoiden-Diagramm lässt sich mit großem Vortheil auch bei der Meyer'schen Expansionsschiebersteuerung anwenden, indem man in dasselbe auch die Curven der Kanten von den am Rücken des Vertheilungsschiebers befindlichen Dampfeinlasscanälen und ebenso der Schiebercurven des Expansionsschiebers (selbstverständlich mit Rücksicht auf dessen Voreilungswinkel) einzeichnet. Um sich das Bewegungsgesetz der beiden Schieber gegeneinander in der einfachsten Weise zu versinnlichen, denkt man sich den Vertheilungsschieber in Bezug auf den Expansionsschieber feststehend wie einen gewöhnlichen Schieberspiegel, dafür aber dessen Einlasscanäle nach der Schiebercurve gekrümmt. Auf diese Weise kann man sich für jeden beliebigen Füllungsgrad die zugehörigen Stellungen der Außenkanten, beziehungsweise die Breite und die Entfernung der beiden Platten des Expansionsschiebers aus dem Diagramm bestimmen, und lassen sich etwaige unrichtige Stellungen der Platten auf der Schieberstange sofort erkennen und verbessern.

IV. Messung der Leistung von Dampfmaschinen.

1. Nominelle, effective und indicirte Leistung.

Unter dem Nutzeffect einer Dampfmaschine versteht man jene Arbeitsmenge, welche die Maschinenwelle in einer gewissen Zeit (zumeist in einer Secunde) abzugeben vermag. Diese Leistung wird bei Dampfmaschinen in Pferdekräften ausgedrückt. Eine Pferdekraft ist imstande, 75 kg in einer Secunde 1 m hoch zu heben.

In England wird eine Pferdekraft HP (hors power) mit 550 Fußpfund angenommen, was eigentlich einer Leistung von 76 mkg entspricht.

Man unterscheidet nominelle, effective und indicirte Leistungen und bezeichnet selbe mit den Zeichen NP, EP und IP.

Die nominelle Pferdekraft wird nur mehr selten zur Bezeichnung der Leistung von Dampfmaschinen angewendet; selbst in England, von wo der Begriff der nominellen Pferdekraft herstammt, wird schon großentheils von dieser Benennung abgegangen. Die noch am häufigsten angewendete Formel zur Bestimmung der nominellen Leistung, die sogenannte Admiralitätsformel, lautet: $L = \frac{d^2 . v}{6000}$; hierin bezeichnet L die Arbeit einer Dampfmaschine in Pferdekräften, d deren Cylinderdurchmesser in englischen Zollen und v die Kolbengeschwindigkeit in der Minute in engl. Fußen. — Oft pflegt man auch die nominelle Leistung nach der zur Verfügung stehenden Kesselheizfläche anzugeben und rechnet in diesem Falle je zwei Quadratmeter totaler Heizfläche für eine nominelle Pferdekraft.

Unter der effectiven Leistung einer Dampfmaschine versteht man die wirklich an die Maschinenwelle nutzbar abgegebene Leistung, also den Nutzeffect, welcher mittelst des Bremsdynamometers (siehe Seite 280 des ersten Bandes) bestimmt werden kann. In vielen Fällen ist es jedoch schwierig, die Leistung einer Dampfmaschine mittelst des Prony'schen Zaumes zu ermitteln, und man bedient sich deshalb lieber des Indicators zur Messung der Maschinenleistungen. Der Indicator, welcher weiter unten beschrieben werden soll, misst jedoch nicht die wirkliche (effective) Leistung einer Dampfmaschine, sondern jene Arbeit, welche der Dampf an den Kolben abgibt und von welcher also noch jene Effecte in Abschlag zu bringen kommen, welche durch die Kolben- und Schieberreibung, durch Reibung in den Maschinenlagern, durch den Betrieb der Maschinenpumpen etc. verloren gehen. Die vermittelst des Indicators ermittelte Arbeit einer Dampfmaschine nennt man die indicirte Leistung derselben.

2. Der Indicator und seine Anwendung.

Mittelst des Indicators kann nicht nur die Maschinenleistung bestimmt, sondern auch ein Einblick in das Functioniren der Steuerung einer Dampfmaschine gewonnen werden; er bildet daher eines der wichtigsten einer Dampfmaschine zugehörigen Messinstrumente. — Die gebräuchlichsten Arten der Indicatoren sind jene von Mac Naught und die von Richard.

Fig. 13, Taf. 7, zeigt den Mac Naught'schen Indicator. In einem cylindrischen Gehäuse aus Metall befindet sich ein Cylinder *b* eingesetzt, in welchem sich ein kleiner Kolben sammt der Kolbenstange *c* bewegen kann. Diese Kolbenstange geht durch den Deckel des Cylindergehäuses und trägt an einem Ansatze eine cylindrische Schraubenfeder, welche sich mit ihrem oberen Ende an den Deckel des Gehäuses stützt. An der Kolbenstange ist ferner ein Arm befestigt, welcher durch einen im Gehäuse angebrachten Schlitz reicht und den Schreibstift *d* trägt. Mit dem Cylindergehäuse ist endlich ein Bügel fix verbunden, welcher den um seine Axe drehbaren Cylinder *e* (Papiercylinder) aufnimmt. Um das untere Ende dieses Cylinders ist eine in einer gedrehten Furche desselben aufliegende Schnur *s* geschlungen, welche zwischen zwei Leitrollen *r*, *r* hindurchgeht, und vermittelst welcher der Cylinder *e* in eine drehende Bewegung versetzt werden kann, während die entgegengesetzte Drehung, also das Zurückgehen des Cylinders in seine ursprüngliche Lage, durch eine am Boden desselben befindliche spiralförmige Bandfeder bewirkt wird. Denken wir uns diesen Apparat mit dem Hahn *a* auf dem Deckel des Cylinders einer Dampfmaschine befestigt, so wird, wenn der Hahn *a* geöffnet ist, der im Cylinder fallweise wirksame Dampf auf den Kolben des Apparates drücken; je größer die Spannung des Dampfes im Cylinder ist, desto höher wird der Kolben getrieben werden; sinkt die Dampfspannung dagegen im Cylinder unter den Atmosphärendruck, so wird auch der äußere Luftdruck den kleinen Kolben herabdrücken. Diese Bewegungen wird auch der Stift *d* mitmachen müssen, und wenn wir uns vorstellen, dass man dem Cylinder *e* selbst eine Bewegung gibt, die der des Dampfkolbens ähnlich ist, d. h. in den gleichen Momenten beginnt und endet, wie diese, so wird auf einem um den Cylinder gewickelten Papierstreifen der Stift *d* eine geschlossene Curve beschreiben, aus welcher man den bei jeder Kolbenstellung im Cylinder herrschenden Dampfdruck

ersehen kann. Diese Curve nennt man das Indicator-Diagramm, und dient dasselbe zur Bestimmung der indicirten Leistung sowie zur Controle der Steuerung, wie später erörtert werden wird.

Der Richard'sche Indicator (Fig. 14, Taf. 7) ist dem beschriebenen ähnlich. Der Cylinder *b* mit seiner Kolbenstange und der Schraubenfeder ist bei diesem gleichfalls in einem cylindrischen Gehäuse eingeschlossen, und besteht der Unterschied gegen den ersteren nur in der Übertragung der Kolbenbewegung auf den Schreibstift. Das Ende der Kolbenstange *c* ist hier durch ein Gelenk *b* mit dem Hebel *f* verbunden, der seinen Drehpunkt in *d* hat; der Hebel ist durch einen Steg *g*, welcher den Schreibstift *A* trägt, mit dem in der Figur punktirten Gegenlenker *f* verbunden, und sind die Längen der einzelnen Theile dieses Gestänges derart gewählt, dass der Punkt *A*, an welchem der Schreibstift sitzt, in einer zur Mittellinie der Kolbenstange Parallelen geführt wird. Die beiden Fixpunkte *d*, *d* befinden sich auf den Armen einer auf dem Gehäuse drehbaren Hülse, und kann durch Drehung derselben der Stift *A* dem Papiercylinder genähert oder von demselben entfernt werden. Wir sehen auch hier die Schnur *s*, die Leitrollen *r*, *r*, den Bügel, auf welchem der Papiercylinder *e* sitzt, sowie (im Grundriss) die Spiralfeder, welche am Boden desselben befestigt ist und seine rückgängige Bewegung vermittelt. Mit dem Hahn *a* ist dieser Apparat durch eine sogenannte Differentialschraube verbunden, welche es ermöglicht, den Indicator in jeder Stellung festzuhalten. Am Papiercylinder sind auch noch zwei Lamellen ersichtlich, welche hauptsächlich zum Festhalten des Papieres bestimmt sind, oft aber auch eine Theilung tragen, welche dazu dient, den Dampfdruck, welchen das Diagramm angibt, messen zu können. Diese Theilung ist für jeden Indicator eine andere, da sie hauptsächlich von der Spannkraft der Indicatorfedern abhängig ist, welche nie vollkommen gleich sind, und wird stets empirisch ermittelt. Noch wären die kleinen Öffnungen im Deckel des Indicatorgehäuses zu erwähnen, welche den Ein- und Austritt der Luft gestatten, sowie die dritte kleine Bohrung des Hahnes *a*, welche in der in Fig. 14 gezeichneten Stellung dem im Raume *b* nach dem Gebrauche des Indicators vielleicht noch vorhandenen Dampfe einen Ausweg in die Atmosphäre bietet. — Der Richard'sche Indicator hat vor dem Mac Naught'schen den Vorzug, dass die Feder viel kleiner sein kann, was den Vortheil bietet, dass die Federkraft sich besser erhält und somit der Indicator längere Zeit und genauer functionirt.

Die Art und Weise, in welcher der Indicator an einer Dampfmaschine angebracht wird, zeigt Fig. 15, Taf. 7. Hier sehen wir bei einer horizontalen Maschine mit zurückgelegter Triebstange ein doppeltes Knierohr *dd*, welches durch die beiden Deckel des Dampfcylinders in die schädlichen Räume desselben reicht. In der Mitte dieses Rohres ist ein Zwischenstück eingeschaltet, das einen Hahn sowie die Verschraubung für den Indicatorhahn enthält, auf welchem dann der Indicator sitzt. Wir sehen ferner auf der Geradführung des Kreuzkopfes einen kleinen Ständer angebracht, der bei *a* einen Zapfen besitzt, um welchen der Hebel *ab* schwingt, dessen Ende *b* mit dem Kreuzkopfe durch einen Arm fest verbunden und so die Bewegungen des Kreuzkopfes mitzumachen gezwungen ist. Von einem Punkte *c* dieses Hebels, dessen Weg entsprechend kleiner sein wird, als der von *b* zurückgelegte, geht eine Schnur zum Papiercylinder des Indicators und erzeugt die drehende Bewegung desselben, welche demnach ganz mit der des Dampfkolbens übereinstimmt. Der Hahn im Knierohre gestattet es, den Dampf von der einen oder andern Seite des Dampfkolbens, beziehungsweise aus dem einen oder andern schädlichen Raume, zum Indicator gelangen zu lassen, und es wird somit ermöglicht, am selben Instrumente Diagramme von beiden Kolbenseiten zu erhalten. Bei sehr großen Dampfcylindern wird diese Rohrleitung jedoch sehr lang, und der Dampf verliert beim Durchstreichen derselben wegen Abkühlung an Spannung, wodurch auch der Kolben des Indicators in diesem Falle auf eine geringere Höhe getrieben würde, als der wirklichen Dampfspannung im Cylinder entspricht. Um den hieraus entstehenden Fehler bei der Berechnung der indicirten Leistung zu umgehen, wendet man bei solchen Dampfmaschinen oft zwei Indicatoren an, von denen dann jeder durch ein möglichst kurzes Rohr mit dem betreffenden Cylinderende in Verbindung steht.

Beim Gebrauche des Indicators wird in folgender Weise vorgegangen:

Man versichert sich zuerst, dass die Schnur, welche den Papiercylinder bewegt, stets gespannt ist, dass nämlich der Cylinder nie ganz zu seinem Ruhepunkte zurückkehrt, da sonst ein fehlerhaftes Diagramm entstehen würde; auch darf die Bewegung der Schnur selbst keine zu große sein, sondern nur etwa drei Viertel des Papiercylinderumfanges betragen, indem bei einer größeren Bewegung die Feder, welche den Cylinder in seine Ruhelage zurückführt, leicht gebrochen werden könnte. Der Hahn, welcher den Zutritt des Dampfes

zum Indicator vermittelt, hat dann geschlossen und der Indicatorhahn so gestellt zu werden, dass die Luft unter den kleinen Dampfkolben gelangen kann. Auf dem sich bewegenden Cylinder wird ein Blatt Papier mittelst der darauf befindlichen Lamellen so aufgespannt, dass es vollkommen glatt anliegt; in den meisten Fällen wird ein eigens zu diesem Zwecke präparirtes Papier verwendet, welches die Eigenschaft besitzt, dass ein Metallstift auf demselben zu schreiben vermag. Ist dies alles geschehen, so nähert man den Schreibstift vorsichtig dem Papiere, bis er selbes berührt; während der Papiercylinder durch die Schnur unter der Spitze des Stiftes hin- und herbewegt wird, beschreibt letzterer auf dem Papiere eine gerade Linie, welche dem unter dem Indicatorkolben wirksamen atmosphärischen Drucke entspricht und deshalb auch die atmosphärische Linie genannt wird. Von dieser Linie aus werden die Dampfdrucke gemessen, welche fallweise auf den Indicatorkolben wirken. — Nun wird der Stift wieder entfernt, und man setzt durch den Hahn der Rohrleitung eine Seite des Dampfcylinders mit dem Indicator in Verbindung; dann öffnet man den Indicatorhahn so, dass der Dampf aus dem Cylinder zum Indicatorkolben gelangen kann, wodurch eine Bewegung des letzteren hervorgebracht wird, die sich durch die Kolbenstange auf den Schreibstift überträgt. Wenn nun der Stift wieder dem hin- und hergehenden Papiercylinder genähert wird, so beschreibt er eine geschlossene Curve, deren einzelne Ordinaten den im Dampfcylinder herrschenden Spannungen entsprechen. Will man nun auch noch von der anderen Kolbenseite ein Diagramm erhalten, so braucht man nur den Hahn in der Rohrleitung entsprechend zu verstellen und den Schreibstift wie früher mit dem Papiere in Berührung zu bringen. Hat der Stift beide Diagramme verzeichnet, so wird sowohl der Hahn in der Rohrleitung als auch der Indicatorhahn geschlossen und das Papier vom Cylinder abgezogen. — Gleichzeitig mit der Abnahme der Indicator-Diagramme muss auch die Umdrehungszahl der betreffenden Dampfmaschine beobachtet werden, was entweder durch einen eigenen Tourenzähler oder mittelst einer guten Secundenuhr erfolgen kann.

3. Das Indicator-Diagramm.

Die geschlossene Curve in der Figur 16, Tafel 7, stellt ein auf die früher beschriebene Weise gewonnenes Indicator-Diagramm einer Maschine ohne Condensation dar, bei welcher die Steuerung voll-

kommen gut functionirt und der Vorderdampf in die Atmosphäre ausströmt.

Die Gerade *AB* ist die atmosphärische Linie. Würde im Cylinder durch die Dauer eines Hubes absolutes Vacuum bestanden haben, so wäre die Indicatorfeder und mit ihr der Stift herabgegangen, und letzterer hätte dabei die zur *AB* parallele Gerade 00 beschrieben, welche die Linie des absoluten Vacuums genannt wird.

Am Beginne des Kolbenhubes wird der Indicatorstift bis *C* in die Höhe getrieben; der Abstand des Punktes *C* von der Linie 00 ist daher das Maß der Dampfspannung, welche im Dampfcylinder im todten Punkte herrschte, während der Abstand des Punktes *C* von *AB* den Überdruck für diese Kolbenstellung vorstellt. Mittelst des dem Indicator beigegebenen Maßstabes, welcher in der Figur durch die zu *AB* senkrecht stehende Gerade *NMP* dargestellt erscheint, kann die Größe dieser Spannung sowohl für diese als die folgenden Kolbenstellungen ermittelt werden.

Während eines Theiles des Kolbenhubes strömt frischer Dampf in den Cylinder, und zwar, wenn nur ein Schieber vorausgesetzt wird, bis die durch die äußere Deckung bewirkte fixe Expansion eintritt; im Diagramm beschreibt der Stift während dieser Einströmungsperiode die Linie *CD*, welche, wenn die Hinterdampfspannung constant bleibt, parallel zur *AB* sein muss. Bei diesem Theile des Kolbenhubes herrscht also jene absolute Spannung, welche durch die Länge *NP* gemessen wird und welche die Admissionsspannung im Cylinder (auch Spannung während der Volldruckperiode) genannt wird.

Sobald der Schieber den Dampfzufluss zum Cylinder absperrt, beginnt der Hinterdampf mit seiner Expansivkraft zu wirken und treibt den Kolben unter den bekannten Verhältnissen bis an das Hubende; dabei nimmt die Hinterdampfspannung (wenigstens sehr annähernd) nach dem Mariotte'schen Gesetze ab, und wird der Indicatorstift während dieses Theiles des Kolbenhubes sich immer mehr der atmosphärischen Linie nähern, wie dies in der Figur 16 durch die Linie *DE* charakterisirt erscheint. Der Abstand des Punktes *E* von der Linie des absoluten Vacuums stellt die Spannung des Hinterdampfes am Ende der Expansionsperiode dar.

Am Ende des Kolbenhubes strömt der Hinterdampf in die Atmosphäre aus, und wird der Stift des Indicators deshalb sich noch mehr der atmosphärischen Linie nähern, aber nie mit ihr zusammen-

fallen, weil bekanntlich der Gegendruck, der in diesem Momente sich dem auf der Kolbengegenseite neu einströmenden Hinterdampfe entgegenstellt, stets den Atmosphärendruck etwas übersteigt. Der Stift sinkt also deshalb etwa bis zum Punkte *F* und beschreibt während des Kolbenrückganges die Linie *FG*. Der Abstand der Linie *FG* von der Linie des absoluten Vacuums stellt die Spannung des nunmehr ausströmenden Dampfes dar (absolute Spannung während der Ausströmungsperiode).

Gegen Ende des Kolbenhubes, wo die Ausströmung abgesperrt wird, tritt die Comprimirung des ausströmenden Dampfes ein (Compressionsperiode), wobei seine Spannung steigt. Darauf wird der Dampfeinströmungscanal wieder eröffnet, der frische Kesseldampf tritt mit seiner vollen Spannkraft in den Cylinder ein und treibt den Indicatorkolben wieder bis *C* hinauf, wobei der Stift die gleiche Curve wie früher beschreibt, wenn anderseits der Indicatorhahn geöffnet gehalten wird. — Da die Dampfspannung während der Compressionsperiode steigt, so hebt sich auch der Indicatorstift gegen Ende des Kolbenhubes, und ist dies in der Figur durch die kleine Abrundung des Diagrammes bei *G* ersichtlich gemacht.

Fig. 17, Taf. 7, stellt ein Indicator-Diagramm einer Maschine mit Condensation und tadelloser Steuerung vor. Es zeigt sich hier von *C* bis *D*, während der Volldruckperiode, die Spannung des Dampfes *NP*; bei *D* beginnt die Expansion, bei *E* die Ausströmung. Da im Condensator ein luftverdünnter Raum vorhanden ist, so fällt der Dampfdruck unter den der Atmosphäre; die Spannung *OP* behält der Dampf bei, bis wieder die Compression und die Dampfeinströmung bei *G* beginnt.

Die punktirte Linie $C_1D_1E_1$ GFC_1 zeigt ein von der anderen Kolbenseite auf demselben Papiere aufgenommenes Diagramm.

Je nachdem sich der Füllungsgrad im Dampfcylinder ändert, wird auch im Diagramme die Linie *CD* länger oder kürzer sein, und sind beispielsweise in der Fig. 18 die Diagramme einer und derselben Maschine für constante Volldruckspannung und constantes Vacuum, aber für verschiedene Füllungsgrade vorgeführt. Würde der Cylinder ganz mit frischem Kesseldampf gefüllt, die Dampfeinströmung also erst am Ende des Kolbenhubes unterbrochen, so würde das Diagramm ein beinahe vollkommenes Rechteck bilden. Für eine Dampfeinströmung, die durch $^7/_8$ des Kolbenhubes währt, würde man für die Volldruck- und Expansionsperiode die Linie CL_7D_7 erhalten; für

$^6/_8$ oder $^3/_4$ Füllung die Linie CL_6D_6; für $^5/_8$ die CL_5D_5 u. s. w., bis z. B. bei $^1/_8$ Füllung die Linie CL_1D_1 erscheinen würde.

Bei den bisher besprochenen Diagrammen ist immer vorausgesetzt worden, dass die Steuerung vollkommen fehlerfrei sei und tadellos arbeite; in Wirklichkeit ist dies jedoch selten, bei Schiebersteuerungen nie der Fall. Da der Dampfeinströmungscanal nicht plötzlich, sondern nur allmählich geöffnet werden kann, so entsteht eine Drosselung des einströmenden Dampfes, welche das Sinken der Spannung desselben hervorbringt und dadurch im Diagramme bei *D* eine Abrundung erzeugt; auch die beabsichtigte Dampfabsperrung erfolgt nicht immer im richtigen Momente, was verschiedenen unausweichlichen Einflüssen (der endlichen Länge der Trieb- und der Excenterstange) zuzuschreiben ist, weshalb man statt der eigentlichen Expansionscurve *DE* (in Fig. 19) entweder die Linie *m* für eine durch obige Einflüsse bewirkte kleinere, oder die Linie *n* für eine auf dieselbe Weise entstandene größere Füllung erhalten wird.

Der Condensator wird auch nicht immer das richtige Vacuum herzustellen imstande sein, welcher Umstand von der Menge und Temperatur des Injections- oder Kühlwassers, von der Dichtheit des Luftpumpenkolbens und der im Condensator angebrachten Ventile abhängig ist, und man wird bei geringerem Vacuum statt der Linie *FG* etwa die punktirte *kl* erhalten.

Das Indicator-Diagramm zeigt außerdem noch andere Fehler der Steuerung an. So wird das in Fig. 20, Taf. 7, gezeichnete normale Diagramm seine Form ändern müssen, wenn die Compression und Einströmung des Dampfes zu früh erfolgt; in diesem Falle wird beiläufig die Linie *ab* seine Begrenzung sein. Dem umgekehrten Falle, wenn nämlich die Compression zu spät eintritt und auch der Dampfeinströmungscanal zu spät eröffnet wird, entspricht die Linie *cd*; die Mängel der Steuerung liegen in beiden Fällen entweder in der unrichtigen Wahl der inneren Überdeckung und des linearen Voreilens oder aber in dem zu großen oder zu kleinen Voreilungswinkel, unter welchem das Excenter gegen die Kurbel aufgekeilt ist.

Bei einer sehr geringen Cylinderfüllung, also bei sehr hoher Expansion des Dampfes, ist es möglich, dass die Dampfspannung im Cylinder geringer wird als die im Condensator; in einem solchen Falle wird das Diagramm eine Schleife bilden müssen, wie die vollgezogene Curve in Fig. 21 zeigt. Man sagt dann, dass die Expansion zu weit getrieben wurde.

Das zweite (punktirte) Diagramm derselben Figur entspricht dem Falle, in welchem der Dampfschieber nicht ganz dicht auf dem Schieberspiegel gleitet, vielmehr uneben ist und an einer gewissen Stelle des Hubes nach bereits erfolgter Dampfabsperrung neuerdings Dampf in den Cylinder gelangen lässt; diesem Übelstande entspricht die Welle in der Expansionscurve der Fig. 21.

4. Construction des theoretischen Diagramms.

Um imstande zu sein, ein mittelst des Indicators verzeichnetes Diagramm richtig zu beurtheilen und daraus die etwaigen Fehler der Steuerung zu erkennen, ist es nothwendig, dass man sich die genaue Form des theoretischen Diagramms insbesonders in Bezug auf die Expansionscurve auf eine einfache Art richtig zu verzeichnen verstehe. Diese letztere, welche (unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Temperatur des Dampfes) nach dem Mariotte'schen Gesetz eine Hyperbel sein wird, kann nun auf folgende einfache Weise construirt werden. Es sei AB in Fig. 2, Taf 24, die Linie des absoluten Vacuums und zugleich der durch das Diagramm dargestellte verjüngte Kolbenhub, AC wäre die absolute Dampfspannung und CD die Linie der Volldruckperiode, so wird vom Punkte D angefangen die Dampfspannung nach dem Mariotte'schen Gesetze fallen. Um die Curve zu erhalten, theilt man den Rest des Kolbenhubes in eine beliebige Anzahl Theile und fällt von den Theilungspunkten D, 1, 2 . . . . 7 senkrechte Linien auf die Linie des absoluten Vacuums. Vom Anfangspunkte A des Coordinatensystems zieht man gerade Linien zu jedem der einzelnen Theilungspunkte; dadurch wird die Senkrechte DE in den Punkten a, b, c, d, e, f, g geschnitten. Die Höhen dieser Punkte über der Vacuum-Linie geben nun die Größen der einzelnen in den zugehörigen Punkten des Kolbenhubes stattfindenden Dampfspannungen an. Projectirt man daher z. B. den Punkt a auf die Ordinate 1, so erhält man in a' den Punkt, bis zu welchem die absolute Dampfspannung gesunken sein wird. Verfährt man ebenso mit den übrigen Punkten der Linie DE, so erhält man die Punkte a', b', c', d', e', f' und F, welche untereinander und mit D verbunden die gesuchte Expansionscurve geben. Die Richtigkeit dieses Verfahrens folgt aus folgender Betrachtung: Die Endspannung BF wurde gleich Eg gemacht. Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke AEg und $AB\,7$ folgt, dass $AE : AB = Eg : B\,7$. Nun repräsentirt AE das Volumen v der Volldruckperiode, während AB

das Volumen V des ganzen Kolbenhubes darstellt. Setzen wir ferner $Eg = BF$ in die Proportion, so erhalten wir $v : V = BF : B7$, d. h. die Dampfspannungen stehen in umgekehrtem Verhältnisse zu den Volumen. Es ist mithin die constructive Bestimmung der Endspannung BF mit der Berechnung nach dem Mariotte'schen Gesetze vollkommen übereinstimmend. In Fig. 2, Taf. 24, wurde z. B. $CD = 0{\cdot}3\,AB$ gemacht, folglich muss auch $BF = 0{\cdot}3\,B7 = 0{\cdot}3\,AC$ sein. Bei der Ordinate 3 ist ferner $V' = 2v$, mithin liegt der Punkt c' genau in der Mitte der Ordinate. Bei der Ordinate 6 ist $V'' = 3v$, folglich liegt der Punkt f' auf $^1/_3$ der Höhe der Ordinate.

Diese Methode, die Expansionscurve praktisch zu verzeichnen, ist, wie man sieht, sehr einfach und hat noch den weiteren Vortheil, dass hiebei das Volumen der schädlichen Räume auf ebenso einfache Weise berücksichtiget werden kann. Da nämlich die schädlichen Räume stets mit Volldruckdampf angefüllt werden und dieses Dampfquantum mit dem Volumen der Volldruckperiode zur Expansion gelangt, so muss auch das erstere zu dem letzteren wirklich addirt werden. Dies geschieht nun einfach in der Weise, dass man das Volumen der schädlichen Räume, in Procenten des ganzen Cylindervolumens ausgedrückt, hinzuaddirt oder, was dasselbe ist, den Kolbenhub AB von A aus nach links um ebensoviele Procente vergrößert; dadurch wird der Anfangspunkt des Coordinatensystems um ebensoviel nach links gerückt und die Expansionscurve also mit Rücksicht auf das so vergrößerte Volldruckvolumen construirt (Fig. 3, Taf. 24).

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, verläuft die Expansionscurve am Ende des Hubes auch nicht direct zum Punkt F, sondern fällt schon etwas früher rasch abwärts. Dies erfolgt aus dem Grunde, weil der Hinterdampf z. B. schon bei E etwa bei $^9/_{10}$ des Hubes auszuströmen beginnt. Würde der Schieber den Ausströmungscanal plötzlich ganz öffnen, so würde diese Curve nach den Punkten e I, II, III, IV, V, VI, VII, P verlaufen, welches Punkte einer Parabel sind, die man sich auf folgende Weise construiren kann: Man zieht in richtigem Abstand von der Linie des absoluten Vacuums die atmosphärische Linie, ebenso die Gegendrucklinie des Condensators AB. Vom Mittelpunkt H der atmosphärischen Linie beschreibt man den Kreisbogen KGL und errichtet im Punkte E, wo die Ausströmung beginnt, die Senkrechte KL. Diesen Bogen KGL theilt man in eine beliebige Anzahl gleicher Theile und zieht durch diese Theilungspunkte Parallele zur Sehne KL und durch E eine Parallele zur atmosphärischen Linie.

Vom Punkte *P* der Gegendrucklinie aus beschreibt man mit einem beliebigen Halbmesser (der jedoch größer als *EP* ist) den Kreisbogen *PM*, welcher die Linie *EN* im Punkte *N* schneidet. Durch die Punkte *N* und *P* lege man einen Kreis, dessen Mittelpunkt auf der Sehne *KL* gelegen ist. Diesen Mittelpunkt findet man, indem man die Sehne *NP* halbirt und in diesen Punkt auf selbe eine Senkrechte errichtet, bis sie die Sehne *KL* schneidet. Nun theile man den Halbmesser *PM* in ebensoviele gleiche Theile, als der Bogen *KGL* getheilt wurde, und beschreibe durch diese Theilungspunkte concentrische Kreisbögen zu *MN*, bis sie den Bogen *NP* schneiden. Durch diese Schnittpunkte 1, 2, 3 etc. ziehe man Parallele zur atmosphärischen Linie, so erhält man in den Durchschnittspunkten derselben mit den durch die Theilungspunkte des Bogens *KGL* gezogenen Verticalen die gesuchten Punkte I, II, III u. s. f. der Parabel.

Während des Hinganges sollte nun der Vorderdampf die im Condensator herrschende Spannung beibehalten, bis der Schieber die Ausströmung unterbricht und die Compression des Dampfes beginnt. Die Gegendrucklinie würde daher von *P* aus parallel zur absoluten Vacuumlinie verlaufen und bei *A* in die Compressionscurve übergehen. Letztere wird gewöhnlich durch eine dem Parabelbogen *P* VII, VI, V, IV gleiche Curve dargestellt, womit das theoretische Diagramm seinen Abschluss findet.

5. Vergleich des wirklichen Indicator-Diagramms mit dem theoretischen.

Um ein vom Indicator erhaltenes Diagramm mit dem theoretischen zu vergleichen, verzeichnet man sich das letztere über dem ersteren nach den gegebenen Daten. Zu diesem Behufe geht man von der atmosphärischen Linie des Indicator-Diagramms aus und trägt nach dem demselben beiliegenden Maßstab die Entfernung der absoluten Vacuumlinie *OY* (Fig. 3, Taf. 24) nach abwärts und von dieser die absolute Dampfspannung *JC* nach aufwärts auf.

Vom Punkte *J* trägt man ferner das in Procenten des Hubes ausgedrückte Volumen der schädlichen Räume nach *O* auf, welcher Punkt *O* der Anfangspunkt des Coordinatensystems für die Construction der Expansionscurve sein wird. Bevor diese jedoch construirt werden kann, ist nach dem Diagramm des Indicators erst die Volldruckperiode *CD*, welche in demselben nie genau abgegrenzt erscheint, zu bestimmen. Man sucht in der Curve nach dem Augenmaß jenen

Punkt, wo selbe von der concaven in die convexe Form übergeht, und zieht durch diesen Punkt eine Senkrechte zur absoluten Vacuumlinie, so erhält man die Begrenzungslinie *D* der Volldruckperiode. Hat man nun auf die angegebene Weise das theoretische Diagramm verzeichnet, so sieht man deutlich, inwiefern dasselbe von der Form des wirklichen Indicator-Diagramms abweicht, und kann sich über die wirklichen oder wahrscheinlichen Ursachen dieser Verschiedenheit Rechenschaft geben.

Aus den in Fig. 3, Taf. 24, übereinander gezeichneten Diagrammen ist z. B. ersichtlich, dass die Curve des wirklichen bei *D* abgerundet und die Dampfspannung tiefer liegend erscheint, als ob die Expansion schon bei *D* begonnen hätte. Die Ursache davon ist, dass der Schieber den Dampfeintritt nicht momentan abschneidet, sondern durch seine schleichende Bewegung den Eintrittscanal successive verengt, wodurch schon vor dem gänzlichen Abschluss eine theilweise Drosselung des Dampfes stattfindet. Außerdem findet bei Beginn der wirklichen Expansion eine Temperaturabnahme des Dampfes statt, infolge deren eine theilweise Condensation und Verringerung der Spannung eintritt. Die Expansionscurve des wirklichen Indicator-Diagramms ist daher am Anfang tiefer gelegen als die theoretische. Erst zwischen *b* und *c* fallen beide Curven aufeinander, während nachher die wirkliche Diagrammcurve sogar ober der theoretischen Curve zu liegen kommt. Diese Erscheinung findet seine Erklärung darin, dass bei fortgesetzter Expansion des Dampfes dessen Temperatur tiefer zu liegen kommt als die Temperatur der Cylinderwände, welche daher an den Dampf Wärme abgeben und eine Wiederverdampfung, folglich eine Zunahme der Spannung veranlassen wird.

Beim Beginn der Ausströmung in *E* fällt die Curve des wirklichen Diagramms ebenfalls nicht so jäh ab, wie im theoretischen Diagramm, weil die Eröffnung des Austritts durch den Schieber wiederum nicht momentan, sondern nur successive erfolgt, und hat der Kolben bereits seinen Rückweg angetreten, bevor der Vorderdampf die Gegendruckspannung des Condensators erreicht. Diese letztere erscheint im wirklichen Diagramm auch etwas größer als im theoretischen, weil durch die Stopfbüchsen immer etwas Luft in den Condensator gelangt, welche nie vollständig entfernt werden kann.

Durch die vorzeitige Verengung des Austrittscanals beginnt auch die Compression des Vorderdampfes früher, weshalb die Compressionscurve des wirklichen Diagramms einen steileren Verlauf nimmt.

6. Die Diagramme der zweicylindrigen Compoundmaschinen.

Die Indicator-Diagramme, welche an einer Compoundmaschine von beiden Cylindern abgenommen werden, zeigen eine von den gewöhnlichen Diagrammen wesentlich abweichende Form, und zwar beim Hochdruckcylinder speciell in der Gegendrucklinie des Vorderdampfes, beim Niederdruckcylinder dagegen in der Admissionsdrucklinie des Hinterdampfes.

Die Ursache hiervon soll durch folgende Betrachtungen näher erläutert werden:

Es seien durch die Figuren 8, 9, 10 und 11, Taf. 24, die vier wichtigsten Stellungen der Kolben, resp. der Kurbeln, einer zweicylindrigen Compoundmaschine während einer Umdrehung schematisch dargestellt; hiebei sei durch die an den Kurbelkreisen gezeichneten Pfeile die Drehungsrichtung angedeutet, während die zwischen dem Hoch- und Niederdruckcylinder eingezeichneten Pfeile den Lauf des überströmenden Dampfes anzeigen. Der Raum zwischen den Cylindern stelle gleichzeitig das Zwischenreservoir (Receiver) dar.

Ist nun, wie in Fig. 8, der Hochdruckkolben am todten Punkte angelangt, so strömt der Dampf in den Receiver über, und falls der Schieber des Niederdruckcylinders die Dampfeinströmung noch nicht abgeschlossen hätte, auch hinter den Kolben des letzteren, welcher sich in diesem Momente in seiner Mittelstellung befindet. Der Dampf expandirt daher in das Volumen des Receivers und eventuell auch in das halbe Volumen des Niederdruckcylinders, wobei er dem entsprechend auch an Spannung verliert.

Sobald aber der Dampfeintritt im Niederdruckcylinder abgeschnitten ist, wird durch das Fortschreiten des Hochdruckkolbens der im Receiver befindliche Dampf comprimirt, folglich eine Zunahme der Gegendruckspannung stattfinden, bis der Niederdruckkolben am todten Punkte, resp. der Hochdruckkolben in seiner Mittelstellung angelangt ist. Die Gegendrucklinie im Diagramme des Hochdruckcylinders wird daher beim Hingang bis zur Mitte des Kolbenhubes steigen, sodann aber wieder fallen, weil durch das gleichzeitige Fortschreiten des Niederdruckkolbens sich das Volumen für den ausströmenden Vorderdampf des Hochdruckcylinders doch stetig vergrößert, also Expansion stattfindet. Erst wenn der Hochdruckschieber selbst die Ausströmung unterbricht, findet im Hochdruckcylinder wieder Compression statt.

Bei der Todtlage des Niederdruckkolbens (Fig. 9) tritt der im Receiver comprimirte Dampf hinter den Kolben und beginnt bei dessen Vorwärtsschreiten sofort zu expandiren. Die Admissionsspannung im Niederdruckcylinder fällt daher vom Beginne bis zur Mitte des Hubes nach einer Expansionscurve, deren Form von einem variablen Anfangsvolumen des expandirenden Dampfes abhängig ist, indem dieses Volumen durch den nacheilenden Hochdruckkolben stetig verringert wird. Ist der Hochdruckkolben an seiner Endstellung (Fig. 10) angelangt, so strömt dessen Hinterdampf aus, und dadurch wird die Spannung im Receiver und eventuell auch im Niederdruckcylinder momentan gesteigert. Nach dem Abschluss der Einströmung in den Niederdruckcylinder expandirt der Dampf in demselben weiter, bis er am Ende des Hubes in den Condensator ausströmt (Fig. 11).

Die Admissionsdrucklinie im Diagramm des Niederdruckcylinders besteht demzufolge aus zwei verschiedenen, aufeinander folgenden Expansionscurven.

7. Die Combination der beiden Indicator-Diagramme.

Rankine hat ein Verfahren angegeben, nach welchem man die beiden Indicator-Diagramme einer Compundmaschine zu einem einzigen vereinigen kann, um speciell die bei diesen Maschinen eintretenden Arbeitsverluste des Dampfes beurtheilen zu können.

Da nämlich die theoretische Arbeitsleistung des Dampfes ganz dieselbe bleibt, ob er in einem, in zwei oder mehreren aufeinander folgenden Cylindern expandirt, so kann man sich diese Arbeit auch in dem Niederdruckcylinder allein verrichtet denken, wobei die Eintrittsspannung und das Anfangsvolumen gleich jener, bezw. jenem des Hochdruckcylinders angenommen wird. Man hat daher, wenn (Fig. 4, Taf. 24) AB der Kolbenhub, respective das Volumen des Niederdruckcylinders ist, dann AC die absolute Dampfspannung und BG die Endspannung vorstellt, die Füllungsperiode CD oder das Anfangsvolumen zu bestimmen. Da die Spannungen im verkehrten Verhältnisse der Volumina stehen, so verhält sich $AC : BG = AB : CD$, woraus $CD = AB \cdot \frac{BG}{AC}$ ist.

Hat man somit die Volldruckfüllung CD bestimmt, so wird die Expansionscurve $DEKG$ nach der bekannten Methode construirt. Zieht man sodann noch die den Condensator-Gegendruck repräsentirende Linie MN, so erhält man das ideale Diagramm $MCDEKQN$,

durch welches die gleiche Arbeitsleistung des Dampfes ausgedrückt erscheint, wenn er im Niederdruckcylinder allein gewirkt hätte.

Wenn nun beim Übertritt des Dampfes aus dem Hochdruckcylinder in den Receiver und den Niederdruckcylinder keine Arbeitsverluste eintreten würden, so müssten die beiden Indicator-Diagramme, entsprechend combinirt, genau das ideale Diagramm zusammen bilden. Die beiden Diagramme würden nur durch die gemeinschaftliche Linie PK voneinander getrennt erscheinen, indem diese Linie für den Hochdruckcylinder die Spannungscurve des Vorderdampfes, für den Niederdruckcylinder gleichzeitig die Spannungscurve des Hinterdampfes repräsentirt, oder, was dasselbe ist, es ist PK die Spannungscurve, welche während des einen Theils des Hubes die Expansion, während des anderen Theiles die Compression des Dampfes im Receiver angibt. Fasst man sie als solche auf, so ist sie leicht gefunden, man braucht nur AT so lang zu machen, dass es sich zu AB verhält wie das Volumen des Receivers zum Volumen des Niederdruckcylinders, und in T eine Senkrechte errichten, auf welche $TS = KL \frac{TL}{AB}$ als Anfangsspannung aufzutragen ist. Zieht man dann durch S eine Parallele zu AB, so erhält man den Anfangspunkt P dieser Trennungscurve PK, welche in bekannter Weise construirt wird, indem man den Pol derselben in T liegend und AP als die Begrenzungslinie des Anfangsvolumens annimmt. — In Wirklichkeit findet nun der Eintritt des Dampfes und sein Austritt aus dem Receiver nur zum Theil zu gleicher Zeit statt, weshalb die Curve PK nicht gleichzeitig die Compression und Spannungsabnahme des Dampfes im Receiver bezeichnet, sondern es ergeben sich, wie schon früher erwähnt, zwei ganz verschiedene Curven, zwischen welchen ein freier Raum bleibt, der die stattgefundenen Arbeitsverluste repräsentirt.

Um nun die erwähnten, in einer Compoundmaschine stattgehabten Arbeitsverluste beurtheilen zu können, zeichnet man sich in das vorbereitete ideale Diagramm $ACDGB$, Fig. 5, Taf. 24, die beiden Indicator-Diagramme derart übereinander ein, dass das Hochdruckdiagramm vom Punkte C aus nach abwärts, das Niederdruckdiagramm vom Punkte M, der Gegendrucklinie des Condensators, aus nach aufwärts an die Verticale AC anzuliegen kommt. Nun hat man das Niederdruck-Diagramm $PKgM$ im Volumenverhältnis der Cylinder nach der Proportion $V : v = AB : AL$ zu verlängern, welches einfach dadurch bewerkstelligt wird, dass man im Niederdruckdiagramm

beliebig viele zur Abcissenaxe parallele Linien zieht und jede derselben im obgenannten Verhältnisse verlängert; also z. B. $rt = \frac{V}{v} rs$ macht.

Man sieht nun, dass das ideale Diagramm von den beiden Indicator-Diagrammen nicht vollständig ausgefüllt wird, und es geben die schraffirten Flächen die Arbeitsverluste an.

Man kann sich das combinirte Diagramm einer Compoundmaschine auch auf theoretischem Wege verzeichnen, jedoch können die Größen der Spannungen des Dampfes für die Gegendrucklinie im Hochdruckcylinder und für die Admissionsdrucklinie des Niederdruckcylinders nur durch Rechnung gefunden werden, wovon hier abgesehen werden soll. Es sei jedoch darüber Folgendes angeführt:

Bei Verzeichnung des genauen theoretisch combinirten Diagrammes hat man zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich ob der Dampf im Niederdruckcylinder vor oder nach dem halben Hube abgesperrt wird. Bezeichnet man den Füllungsgrad des Niederdruckcylinders mit ε_n, so wird man, im Falle $\varepsilon_n > 0{\cdot}5$ ist, das in Fig. 6, und im Falle $\varepsilon_n < 0{\cdot}5$ ist, das in Fig. 7, Taf. 24, dargestellte Diagramm erhalten und kann sich dieselben auf folgende Art verzeichnen: Man entwirft das ideale Diagramm $ACDGB$ und zieht die Gegendrucklinie des Condensators MN; sodann macht man AL gleich dem Volumen v des Hochdruckcylinders, errichtet im Punkte L eine Senkrechte, so erhält man im Punkt E den Endpunkt der Expansion im Hochdruckcylinder. In diesem Punkt tritt der Dampf in den Receiver aus, folglich sinkt dessen Spannung plötzlich bis K, während die im Receiver vorhandene Spannung ebenso plötzlich von H bis U steigen wird. Wenn nun $\varepsilon_n > 0{\cdot}5$ ist, so expandirt der Dampf jetzt zwischen den beiden Kolben weiter, bis der Schieber den Dampfeintritt in den Niederdruckcylinder abschneidet. Die Spannung wird daher im letzteren von U bis W und im Hochdruckcylinder von K bis J fallen. Es muss daher im Diagramm $LK = QU$ und $VJ = ZW$ gemacht werden. Vom Moment der Unterbrechung des Dampfeintritts in den Niederdruckcylinder expandirt derselbe bis zum Ende des Hubes nach der Expansionscurve des idealen Diagrammes. Durch das Vorwärtseilen des Hochdruckkolbens wird ferner der Dampf im Receiver so lange comprimirt, bis der Schieber des Niederdruckcylinders den Dampfeintritt für den Hingang öffnet, was selbstverständlich am todten Punkte erfolgt, und befindet sich der Hochdruckkolben im selben Moment in seiner Mittelstellung. Die Spannung des Gegendampfes steigt

daher im Hochdruckcylinder von J bis S und im Receiver von W bis R. Diese Spannung im Receiver ist aber gleichzeitig die Anfangsspannung für den Niederdruckcylinder, folglich ist $AP = TS = BR$ zu machen. Von der Stellung der Kolben (Fig. 9) aus expandirt, wie schon erwähnt, der Dampf zwischen den beiden Kolben, wenn $\varepsilon_n > 0{\cdot}5$ ist, und sinkt die Spannung auf $AF = QH$. Ist $\varepsilon_n < 0{\cdot}5$, so sinkt die Spannung auf $VJ = QH$ (Fig. 7), worauf sie bis zum Ende des Hubes auf $AF = ZU$ steigt.

Vergleicht man die beiden theoretisch combinirten Diagramme in Fig. 6 und 7, so sieht man, dass im ersten Falle die Arbeitsverluste wesentlich größer ausfallen als im zweiten Falle. In dieser Beziehung wäre daher der zweite Fall als der vortheilhaftere zu wählen. Da es jedoch für den gleichförmigen Gang der Maschine auch nothwendig ist, dass beide Kolben möglichst gleiche Arbeit verrichten, so wird der Füllungsgrad für den Niederdruckcylinder auch darnach zu reguliren sein. Aus diesem Grunde werden daher oft die Niederdruckcylinder mit einer Expansionsschiebersteuerung versehen, um durch die Regulirung des Füllungsgrades einen gleichförmigen Gang der Maschine zu erzielen.

8. Bestimmung der indicirten Leistung einer Dampfmaschine.

Das Indicator-Diagramm dient zur Berechnung der Leistung einer Dampfmaschine, indem man aus demselben den mittleren Druck des Dampfes auf den Kolben zu bestimmen imstande ist. Man geht dabei in folgender Weise vor:

Man theilt das Diagramm in eine beliebige Anzahl (gewöhnlich zehn) gleicher Theile, zieht durch die Theilungspunkte Senkrechte zur atmosphärischen Linie und misst in den so entstandenen Trapezen oder Rechtecken (je in der Mitte) den Dampfdruck von der atmosphärischen Linie aus. (Effective Spannung des Hinterdampfes.) — Bei einer Maschine ohne Condensation wird man von dem so abgelesenen Dampfdrucke MN (Fig. 16, Taf. 7) die Spannung des ausströmenden Dampfes OM (effective Spannung des Vorderdampfes) subtrahiren müssen, weil diese letztere der ersteren entgegenwirkt, um den fallweisen, die Bewegung des Kolbens erzeugenden Druck zu finden. Bei einer Condensationsmaschine (Fig. 17, Taf. 7) misst man in der Mitte der einzelnen Felder je den (effectiven) Druck MN und addirt dazu den Druck OM. Dies ist eigentlich dasselbe, als wenn man die Differenz der absoluten Drucke ($NP—OP$) gebildet hätte.

Der Maßstab, mit dem die Spannungen hiebei gemessen werden, ist so wie der in Fig. 18 gezeichnete eingetheilt, und hat bei seinem Gebrauche der Nullpunkt stets in die atmosphärische Linie zu liegen zu kommen, von wo aus dann die Spannungen nach auf- und abwärts abgelesen werden.

Addirt man nun die in den einzelnen (zehn) Feldern abgelesenen Dampfdrucke und dividirt die erhaltene Summe durch ihre Anzahl (zehn), so erhält man offenbar den mittleren Dampfüberdruck, der während eines Kolbenhubes auf den Kolben wirkte. (Differenz der Hinter- und der Vorderdampfspannung.) In gleicher Weise verfährt man mit dem von der anderen Kolbenseite erhaltenen Diagramme, nimmt sodann das Mittel der beiden gefundenen mittleren Dampfdrucke und erhält so den mittleren Druck auf den Kolben während der Dauer einer Umdrehung der Maschinenwelle.

Genauer erhält man den mittleren Druck aus einem Diagramm durch Rechnung nach der Simpson'schen Regel (s. I. Band, Seite 116, Punkt 115), indem man das Diagramm in eine beliebige Anzahl gleicher Theile theilt, die einzelnen Ordinaten der Theilungspunkte aufmisst und die Werte in die Formel einsetzt. Es ist dann

$$p_i = \frac{1}{3m}\,[p_o + p_m + 4\,(p_1 + p_3 + p_5 + \cdots p_{m-1}) + \\ + 2\,(p_2 + p_4 + p_6 + \cdots p_{m-2})],$$

wenn p_i den mittleren Druck,
m die Anzahl der Theile,
p_o die Anfangsordinate,
p_m die Endordinate,
$p_1\ p_3\ p_5 \cdots p_{m-1}$ die Ordinaten der ungeraden,
$p_2\ p_4\ p_6 \cdots p_{m-2}$ die Ordinaten der geraden Theilungspunkte bezeichnen.

Bezeichnet man die Größe der Kolbenfläche der Dampfmaschine, deren Leistung L mittelst des Indicators bestimmt werden sollte, mit F und die Kolbengeschwindigkeit derselben in einer Secunde mit V, endlich mit p_i den aus dem Diagramme gefundenen mittleren Druck (während der Dauer einer Umdrehung), so ist, wenn F in Quadratcentimeter, V in Meter und p_i in Kilogramm pro cm² ausgedrückt wurde, die Leistung L

$$L = F \,.\, p_i \,.\, V \text{ (in mkg).}$$ (Siehe Seite 275 des ersten Bandes.)

Die Kolbengeschwindigkeit V ist dabei, wenn s die Länge eines Kolbenschubes in Meter und n die Zahl der Umdrehungen ausdrückt, welche die Welle dieser Maschine in einer Minute zurücklegte:

$$V = \frac{2sn}{60} = \frac{sn}{30}.$$

Hienach ist $L = \frac{F \cdot p_i \cdot s \cdot n}{30}$ mkg oder $\frac{L}{75} = IP_i = \frac{F \cdot p \cdot s \cdot n}{30 \cdot 75} = \frac{F \cdot p_i \cdot s \cdot n}{2250}$ die Anzahl der indicirten Pferdekräfte (à 75 mkg), welche diese Maschine auf den Kolben abgab.

Wäre F in engl. Quadratzollen, p in engl. Pfunden (pro 1 □″ engl.) und s in engl. Fußen ausgedrückt, so ist die Leistung in engl. Fußpfunden

$$L = \frac{F \cdot p_i \cdot s \cdot n}{30} \text{ und } \frac{L}{550} = IP = \frac{F \cdot p_i \cdot s \cdot n}{16500} \text{ Pferdekräfte.}$$

Von dieser Leistung wird jedoch, wie bekannt ist, nur ein Theil auf die Welle nutzbar übertragen, und nennt man das Verhältnis der effectiven zur indicirten Leistung den Wirkungsgrad der Maschine.

Zu den Verlusten, welche durch die Reibung und durch sonstige Widerstände der Maschinentheile verursacht werden, gesellt sich noch der durch das Vorhandensein des schädlichen Raumes veranlasste. Der schädliche Raum beträgt bis $^1/_{20}$ des Cylinderinhaltes (oft sogar darüber), und wird der Dampf in demselben bei Volldruckmaschinen ohne alle Wirkung bleiben und ganz verloren gehen, während er bei Expansionsmaschinen mit dem übrigen Dampfe expandirt und so nur einen Theil der in ihm enthaltenen Arbeitsmenge abgibt. (Nachexpansion.)

Andere Verluste treten auf, wenn der Dampfkolben nicht dicht an die Cylinderwandungen anschließt, so dass der Hinterdampf durch die entstehenden Zwischenräume auf die andere Kolbenseite, und somit ohne Arbeit abzugeben, in die freie Luft oder den Condensator entweicht.

Das Undichtsein des Dampfschiebers wirkt insofern nachtheilig, als dadurch ein Theil des Dampfes direct in den Ausströmungscanal entweicht und ein anderer Theil während des Expandirens in den Cylinder einströmen kann.

Schließlich entstehen noch Verluste durch das aus dem Dampfkessel in den Cylinder mitgerissene Wasser, sowie durch Abkühlung des Dampfes an den Wandungen des Schieberkastens und Cylinders. — Auch sind die Verluste durch Stöße zu beachten, indem diese einen Verlust an lebendiger Kraft im Gefolge haben und auch oft Ursache von Vibrationen sind, welche sich durch die ganze Maschine bis in das Fundament derselben fortsetzen. Durch die Stöße und Vibrationen wird überdies nicht nur an Kraft verloren, sondern es ergeben sich durch selbe vielmehr noch üblere Folgen; so werden durch sie sämmtliche Verbindungen der Maschine gelockert, die Reibungswiderstände und mit diesen auch die Abnützungen der einzelnen Theile vergrößert, somit das Zugrundegehen der Maschine selbst beschleunigt.

Um einen Anhaltspunkt zum Vergleiche mehrerer Dampfmaschinenanlagen zu haben, bezieht man deren effective oder deren indicirte Leistungen gewöhnlich auf den stündlichen Kohlenverbrauch derselben, da jene dieser Anlagen die am meisten ökonomische sein muss, bei welcher man mit dem geringsten stündlichen Kohlenverbrauche eine effective oder eine indicirte Pferdekraft erzielte. Selbstverständlich wird dieser Vergleich nur dann als ein maßgebender angesehen werden können, wenn bei allen verglichenen Maschinen dieselbe Kohlengattung gebraucht wurde oder überhaupt der relative Heizwert der zur Verwendung gekommenen Kohlengattungen bekannt ist.

V. Über den Bewegungszustand der Dampfmaschinen.

Während des Ganges einer Dampfmaschine kann man drei voneinander verschiedene Perioden unterscheiden, und zwar:

1.) die Anlaufperiode,
2.) die Periode des Fortlaufes oder den Beharrungszustand und
3.) die Periode des Endlaufes.

Die Anlaufperiode umfasst diejenigen Bewegungszustände, welche vom Beginne der Bewegung bis zum Eintritte einer gleichförmig fortdauernden Bewegung statthaben. Die Bewegung einer Maschine beginnt erst dann, wenn der Dampfdruck auf den Kolben gleich geworden ist dem auf den Kolben reducirten Widerstand, und wird während des Anlaufes der Druck des Dampfes immer größer sein müssen, als der auf den Kolben reducirte Gesammtwiderstand, bis zu Ende dieser Periode ein Gleichgewichtszustand eintreten wird. Wegen des anfänglich vorhandenen Kraftüberschusses wird die Bewegung in dieser Periode mit allmählich wachsender Geschwindigkeit, und zwar bis zum Schlusse derselben, erfolgen, wo dann eine gleichförmige Bewegung eintritt, die während der ganzen zweiten Periode andauert.

Unter dem Beharrungszustand einer Maschine versteht man jenen Abschnitt ihres Laufes, während welchem dieselbe ihre regelmäßige Arbeit verrichtet und den am Ende der ersten Periode erlangten Bewegungszustand unveränderlich beibehält. Man unterscheidet drei Arten des Beharrungszustandes, und zwar: den gleichförmigen, den periodisch veränderlichen und den unregelmäßig veränderlichen.

Gleichförmig ist der Beharrungszustand, wenn der Dampf stets mit unveränderlicher Intensität wirkt und auch die der Bewegung entgegenwirkenden Widerstände immer dieselbe Größe beibehalten.

Periodisch veränderlich ist der Beharrungszustand einer Maschine, wenn dieselbe eine gewisse Reihe von verschiedenen Bewegungszuständen durchläuft und sodann wieder in jenen Bewegungszustand zurückkehrt, in welchem sie sich anfänglich befunden hat, um dann neuerdings eine der vorigen gleiche Reihe von Bewegungszuständen durchzumachen. Diese in gleichen Zeiten wiederkehrenden Veränderungen haben ihren Grund entweder in der periodisch wechselnden Intensität der auf die Maschine wirkenden Kraft oder in der periodischen Veränderlichkeit der Widerstände. Die Ungleichförmigkeiten werden bei einem schnelleren Gange nicht so merkbar sein wie bei einem langsamen; es wird also durch den ersteren im allgemeinen eine größere Gleichförmigkeit der Bewegung erzielt werden können. Durch die bei einzelnen Bewegungszuständen überschüssige Kraft wird sich in den bewegten Massen der Maschine lebendige Kraft ansammeln, welche dann, wenn die Widerstände überwiegend werden, zur Beschleunigung der Bewegung verwendet wird. Die bewegten Massen reguliren also die Bewegung, und zwar umsomehr, je größer sie sind; es hängt also bei einer solchen Maschine der Grad der Gleichförmigkeit ihrer Bewegung von der in den bewegten Massen enthaltenen lebendigen Kraft oder, was dasselbe ist, von der Größe der Schwungmassen ab.

Unregelmäßig veränderlich nennt man den Beharrungszustand, wenn die Geschwindigkeit während der Bewegung unregelmäßig wächst und abnimmt, was seinen Grund in der regellosen Veränderung der bewegenden Kraft oder des Widerstandes, sowie auch in dem Eintreten von Stößen haben kann. Die Geschwindigkeitsänderungen hängen auch hier vorzugsweise von der Größe der bewegten Massen ab, und kann durch eine entsprechende Größe derselben erreicht werden, dass obige Änderungen des Ganges innerhalb gewisser Grenzen bleiben und somit eine etwas gleichförmigere Bewegung erzielt wird. Die in den Massen enthaltene lebendige Kraft kann gewissermaßen als ein künstlicher Motor betrachtet werden, der den natürlichen Motor in seiner Thätigkeit, die Widerstände zu überwinden, fallweise unterstützt.

Die Periode des Endlaufes ist diejenige, bei deren Beginn der Dampf auf die Maschine zu wirken aufhört, wobei selbe aus dem

Fortlaufe nach und nach in den Zustand der Ruhe übergeht; die Geschwindigkeit nimmt also dabei fortwährend ab, und dies so lange, bis die noch in den Massen vorhandene lebendige Kraft durch die Überwindung der Widerstände aufgezehrt ist; von diesem Momente an beginnt der Ruhezustand der Maschine.

Die wichtigste unter diesen drei beschriebenen Perioden ist selbstverständlich die des Beharrungszustandes. Bei unseren Dampfmaschinen tritt stets der unregelmäßig veränderliche Beharrungszustand ein, wie dies bei Betrachtung der Bewegung einer Expansionsmaschine sogleich erkannt werden wird. — Beim Beginne der Kolbenbewegung tritt der Dampf mit seiner vollen Spannung ein; er wird also eine gewisse Arbeit auf den Kolben abgeben, die jedenfalls größer ist als die während der Expansionsperiode abgegebene. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem Kolbenhub, bei jeder Umdrehung der Maschine, und würde demnach eigentlich ein periodisch veränderlicher Beharrungszustand eintreten, wenn nicht die Dampfspannung im Kessel selbst Veränderungen unterworfen wäre. Aber auch die Widerstände sind veränderlich, was sogleich ersichtlich ist, wenn man sich z. B. eine Maschine denkt, die in einer Werkstätte eine Anzahl Werkzeugmaschinen treibt. Der Widerstand einer jeden dieser Werkzeugmaschinen ist veränderlich und abhängig von der Art und Weise, wie diese ihre Arbeiten vollziehen; so wird z. B. eine Hobelmaschine bei ihrer hin- und hergehenden Bewegung nur während des Ganges in einem Sinne ihre Arbeit verrichten.

Es wird also, um eine möglichst gleichförmige Bewegung der Dampfmaschinen zu erzielen, stets nothwendig sein, die bewegten Massen groß zu wählen, und zwar um so größer, je veränderlicher die Kraft und je veränderlicher die Widerstände sind. Da es nun nicht gut möglich ist, die sich bewegenden Theile einer Maschine gar zu schwer zu machen, so hat man ein anderes Mittel gefunden, welches einen beliebigen Gleichförmigkeitsgrad hervorzubringen gestattet. Dieses Mittel ist das Schwungrad. Dasselbe besteht aus einem auf der Kurbelwelle befestigten Rade, dessen Hauptgewicht in den Kranz (Schwungring) verlegt ist, welcher einen möglichst großen, den Maschinenverhältnissen entsprechenden Durchmesser erhält. Der große Durchmesser des Schwungrades hat verschiedene Vortheile; so kann für denselben Gleichförmigkeitsgrad das Schwungrad viel leichter werden, weil ja die lebendige Kraft mit dem Quadrate der Geschwindigkeit des Schwungradgewichtes, und diese Geschwindigkeit

bei gleicher Umdrehungszahl der Welle mit der Größe des Durchmessers wächst.

Während des Anlaufes der Maschine wird sich lebendige Kraft im Schwungrade ansammeln, die beim Beginne des Beharrungszustandes ihre normale Größe erreicht. Wenn sich nun der Dampfkolben den todten Punkten nähert, die Maschinenkraft (der mittlere Druck) also geringer wird, gibt das Schwungrad einen Theil seiner aufgespeicherten Arbeit an die Welle ab; ebenso nimmt es neue Arbeit von der Maschine auf, wenn Kraft im Überschusse vorhanden ist.

Für denselben Gleichförmigkeitsgrad wird bei einer Maschine das Schwungrad um so größer werden müssen, je bedeutender der Unterschied zwischen den einzelnen Intensitäten der Kraft sowie zwischen jenen des Widerstandes ist; es wird also z. B. bei einer Maschine mit hoher Expansion das Schwungradgewicht größer sein müssen, als bei einer Maschine, welche mit größerer Füllung arbeitet.

Bei Zwillingsdampfmaschinen, bei denen die Kurbelwelle durch zwei Kurbeln so getrieben wird, dass die eine die vortheilhafteste Stellung einnimmt, während sich die andere in der ungünstigsten befindet, kann das Gewicht des Schwungrades bedeutend vermindert, in manchen Fällen das Schwungrad sogar ganz entbehrt werden, wie z. B. bei Schiffsmaschinen, Locomotiven u. s. w.

Das Schwungrad wird, wenn auch seine Größe noch so bedeutend ist, doch nie imstande sein, die Unregelmäßigkeiten der Bewegung so weit auszugleichen, dass dieselbe vollkommen gleichförmig wird, und muss man das Gewicht eines Schwungrades je nach dem nothwendigen Gleichförmigkeitsgrade bestimmen, der z. B. bei Maschinen, die zum Betriebe von Maschinenfabriken, Mühlen u. s. w. dienen, ein geringerer zu sein braucht, als bei jenen Maschinen, welche Spinnereien betreiben, wo ein hoher Gleichförmigkeitsgrad gefordert wird. Die verhältnismäßig größten und schwersten Schwungräder jedoch findet man bei jenen Maschinen, die sehr veränderliche Widerstände zu überwinden haben, wie dies z. B. bei den zum Betriebe der Walzwerke nöthigen Dampfmaschinen der Fall ist.

J. U.

Vierter Abschnitt.

Beschreibung von Schiffsmaschinenbestandtheilen.

I. Garnituren der Dampfcylinder.

1. Stopfbüchsen.

Fig. 12, Taf. 9, stellt eine Stopfbüchse für Kolbenstangen vor. Die Abdichtung der hin- und hergehenden Stange erfolgt, früher beschriebenen Constructionen analog, durch einen Dichtungsring, der durch eine Holländermutter gegen die Packung gedrückt wird. Eigenthümlich ist die an der Stopfbüchsenbrille angebrachte Schmiervorrichtung. Die Stopfbüchsenbrille ist nämlich ringförmig ausgedreht und liegt nur an zwei schmalen Ringflächen unmittelbar auf der abzudichtenden Stange an; der durch das Ausdrehen der Brille gebildete Hohlraum nimmt das Schmiermaterial (hier Unschlitt oder Mineralöl) auf, welches aus einem gefäßartig geformten Angusse der Brille durch Saugdochte in denselben gelangt. Das Schmiermaterial wird durch die hin- und hergehende Bewegung der Stange auch auf die Packung übertragen, wodurch die Abnützung letzterer, wie auch der Stange selbst, bedeutend verringert wird. Um ein Abfließen des Schmiermateriales nach außen hintanzuhalten, besitzt die Stopfbüchsenbrille an ihrem Ende eine ringförmige Aussparung, in welche sich der kleine, von einer Holländermutter gegen die in letzterer Aussparung befindliche Packung gedrückte Dichtungsring legt. — Um ein selbstthätiges und ungewünschtes Zurückgehen der beiden Holländermuttern zu verhindern, sind an geeigneten Stellen der zugehörigen Stopfbüchsen Fallen angebracht, die sich in Nuthen der

außen cylindrisch abgedrehten Muttern einlegen. Beim Nachziehen der Muttern werden diese Fallen selbstverständlich ausgelöst, und erfolgt das Nachziehen selbst durch eigene Schlüssel, die dem Umfange der Holländermuttern entsprechend halbkreisförmig abgebogen sind und am Ende einen Zapfen besitzen, der sich in die für die Falle bestimmte Nuth der Holländermuttern einlegt. Um beim Nachziehen der Holländermutter eine vollkommen gleichmäßige Verschiebung des Dichtungsringes zu erreichen, um dessen Verdrehung oder Spießung sowie ein Verschütten des in der Schmiervase befindlichen Schmiermaterials zu verhindern, wird der Dichtungsring an einem im Stopfbüchsentopfe eingeschraubten Bolzen gerade geführt.

Die in Fig. 13, Taf. 9, dargestellte Stopfbüchsenconstruction wird bei verticaler Lage der abzudichtenden Stange angewendet. Die Stopfbüchse besitzt auch hier einen Dichtungsring, der gegen die im Stopfbüchsentopfe befindliche Packung vermittelst einer Holländermutter gedrückt wird. — Letztere besitzt einen schalenförmig gestalteten Anguss, der das Schmiermaterial aufnimmt, welches durch (aus der Figur ersichtliche) Öffnungen der Holländermutter und des Dichtungsringes zu der abzudichtenden Stange gelangt. Das Abfließen des Schmiermateriales wird in einer ähnlichen Weise verhindert, wie im vorbesprochenen Falle.

Fig. 14, Taf. 20, stellt eine Stopfbüchsenconstruction vor, die bei großen Durchmessern der abzudichtenden Stangen angewendet wird, wenn ein vollkommen gleichmäßiges Anziehen der Stopfbüchsenbrille erwünscht ist. Die Construction ist principiell dieselbe, wie die in Fig. 9, Taf. 9, dargestellte. Das gleichzeitige Anziehen der beiden auf die Brille drückenden Muttern erfolgt in der Art, dass selbe zu kleinen Schneckenrädchen umgeformt sind und beide Rädchen durch Drehung der an der Brille gelagerten Schnecke gleichzeitig bethätigt werden. — Das Schmiermaterial gelangt aus einer höher gelegenen Schmiervase durch ein Röhrchen zu einem (in der Figur ersichtlichen) Schmierring, der einen doppelt T-förmigen Querschnitt besitzt und in einer ringförmigen Aussparung der Brille liegt. Derselbe ist oben an einer Stelle durchbrochen und lässt das Schmiermaterial zur abzudichtenden Stange treten. Ein Abfließen des Schmiermateriales wird dadurch verhindert, dass man gegen den Schmierring durch einen kleinen, mit viereckiger Flantsche versehenen Ring eine Dichtung andrückt; dieser Ring ist durch vier Schrauben an der Stopfbüchsenbrille befestigt.

2. Schmiervorrichtungen.

Obwohl der Wasserdampf durch seine theilweise Verdichtung zu Wasser die arbeitenden Flächen des Dampfkolbens und Cylinders sowie auch die der Schieber einigermaßen schmiert, so erfolgt dies doch in unzureichender Weise, und es werden, um die Abnützungen und Reibungsverluste möglichst gering zu gestalten, die arbeitenden Flächen mit Fetten (Unschlitt oder Mineralöl) geschmiert, oder auch außerdem dem einströmenden Dampfe solche Schmiermittel zugeführt. Letzteres erfolgt durch eigens geformte Behälter, Lubricatoren genannt, die man am Dampfzuleitungsrohre der Maschine, nahe bei seiner Mündung in den Schieberkasten, oder in der in Fig. 3, Taf. 12, ersichtlichen Weise an den Schiebergehäusen selbst befestiget.

Fig. 22, Taf. 9, stellt einen solchen Lubricator vor. Derselbe besteht aus einem Gefäße aus Bronze, dessen Deckel im Gehäuse entweder verschraubt ist oder (wie in Fig. 3, Taf. 12) durch einen Bügel gehalten wird. Das Gehäuse besitzt eine Verschraubung, mittelst der es an geeigneter Stelle des Schieberkastens befestiget wird. Durch die in der Verschraubung befindliche Bohrung gelangt der Dampf in das Innere des Gehäuses und bewirkt das Abfließen des Schmiermateriales. Der Zutritt des Dampfes kann durch entsprechende Stellung des in einem Angusse des Lubricator-Gehäuses befindlichen Drehschiebers abgesperrt werden.

In Fig. 3, Taf. 12, ist die Aufstellungsweise eines solchen Apparates versinnlicht. Derselbe ist auf dem Schiebergehäuse eines Dampfcylinders befestigt und steht mit einem in diesem Gehäuse befindlichen Drosselventile in Verbindung. Das Gehäuse des Drosselventils communicirt hier durch eine seitliche Öffnung mit dem Dampfzuleitungsrohre. Das Einströmen des Dampfes in das Schiebergehäuse kann hier durch die beiden Ventile geregelt werden, welche an einer gemeinsamen Spindel befestigt sind (Doppelsitzventil) und durch eine kleine Transmission von Kegelrädchen (*b*) vom Standplatze des Maschinisten aus von ihren Sitzen abgehoben oder an selbe angedrückt werden können. Im letzteren Falle ist die Dampfeinströmung in die Schiebergehäuse abgeschlossen, im ersteren hingegen geöffnet, und es strömt der Dampf durch das in der Seitenansicht der Figur angedeutete Verbindungsrohr auch zum Schiebergehäuse des nebenliegenden zweiten Dampfcylinders. Dabei wird das im Lubricator enthaltene Schmiermaterial durch den überströmenden Dampf mechanisch

mitgerissen. Es ist selbstverständlich, dass der Lubricator beim Füllen gegen den Dampfzutritt geschlossen gehalten werden muss.

Werden unter Dampfdruck arbeitende Flächen geschmiert, so findet meist die in Fig. 21, Taf. 9, dargestellte Schmiervase Anwendung. Dieselbe ist zweitheilig, und bilden die beiden miteinander verschraubten Theile eine Hohlkugel. Der obere Theil der Schmiervase besitzt eine Füllschale und einen Hahn, der untere gleichfalls einen Hahn und eine Verschraubung, mittelst welcher er auf dem Dampfcylinder oder auf dem Schiebergehäuse befestigt wird. Beim Füllen der Vase muss selbstverständlich der untere Hahn geschlossen und der Dampf gehindert sein, in selbe treten zu können; um die Vase nach unten zu entleeren, muss der untere Hahn geöffnet, der obere aber geschlossen werden.

3. Vorrichtungen zum Entfernen des Condensationswassers aus den Dampfcylindern und deren Dampfmänteln.

Um die Dampfcylinder gegen Abkühlung ausreichend zu schützen und die theilweise Condensation während der Expansionsperiode möglichst hintanzuhalten, umgibt man selbe, wie bereits bekannt ist, sehr häufig mit einer von der eigentlichen Cylinderwand in geringem Abstande liegenden zweiten Wand (die mit dem Cylinder gegossen wird) und lässt in den zwischen diesen Wänden verbleibenden Raum frischen Kesseldampf eintreten. Man sagt dann, die Dampfcylinder wurden mit Dampfmänteln oder Dampfjacken versehen.

Um die Dampfcylinder oder deren Dampfmäntel vom Condensationswasser zu befreien, bringt man an einer tiefliegenden Stelle derselben eine Öffnung an, welche mittelst einer kleinen Rohrleitung mit einem noch tiefer situirten Condensationstopfe in Verbindung steht. — Derselbe besteht (Fig. 20, Taf. 9) aus einem gusseisernen Gehäuse, welches durch einen Deckel verschließbar ist. Der in der Figur rechts gezeichnete, dem Deckel angegossene Stutzen steht durch vorerwähnte Rohrleitung mit dem schädlichen Raume des Dampfcylinders oder mit dem Cylindermantel in Verbindung und lässt den Dampf, sowie das wegen der tiefen Lage des Condensationstopfes demselben zufließende Condensationswasser, in das Innere des Gehäuses treten. Im Gehäuse befindet sich ein Topf aus Eisenblech, dessen Boden ein Gusstück trägt, welches in einen dem Deckel angegossenen Hohlcylinder reicht. Am oberen Ende dieses Gusstückes befindet sich ein kleines Doppelsitzventil, dessen Führung und Sitz-

flächen in dem in der Mitte des Deckels befindlichen Stutzen angebracht sind. — Im normalen Zustande ist der zwischen dem Gusseisen- und dem Blechtopfe verbleibende ringförmige Zwischenraum so hoch mit Wasser gefüllt, dass der Blechtopf schwimmt, wobei das von demselben getragene Doppelsitzventil auf seinen Sitzflächen aufruht, somit das Gehäuse oben geschlossen ist. Im Condensationstopfe herrscht dann dieselbe Dampfspannung wie im schädlichen Raume des Cylinders oder wie im Dampfmantel, und das Condensationswasser läuft ab und füllt den Zwischenraum zwischen dem Blechtopfe und dem Gehäuse allmählich ganz aus, bis das Wasser auch in den ersteren überläuft und denselben zu füllen beginnt. Dies währt so lange, bis sich der Blechtopf so weit mit Wasser gefüllt hat, dass er infolge dessen zu sinken beginnt, wobei das Ventil die Öffnung des in der Mitte des Deckels befindlichen Stutzens öffnet. Der auf die Oberfläche des Wassers im Blechtopfe lastende Dampfdruck findet jetzt nur den Luftdruck als Widerstand und treibt somit das im Blechtopfe befindliche Wasser auf dem in der Figur durch Pfeile angedeuteten Wege durch den Mittelstutzen des Deckels ins Freie oder manchmal in den Condensator. Infolge dessen beginnt der Blechtopf wieder zu schwimmen und schließt dabei das Gehäuse durch das Ventil ab, bis sich der beschriebene Vorgang durch neu zutretendes Condensationswasser wiederholt.

In den Dampfcylindern verdichtet sich der Dampf theilweise zu Wasser, und wird auch oft Kesselwasser in selbe mitgerissen, das bei der Bewegung des Kolbens Stöße gegen die Cylinderdeckel ausübt, welche ein Herausschlagen der letzteren zur Folge haben müssten, wenn nicht einer rechtzeitigen Entfernung des Condensationswassers Rechnung getragen würde. Man versieht aus diesem Grunde die Dampfcylinder mit Vorrichtungen, die solches gestatten, und sind dies entweder Hähne oder Rundventile, von denen erstere durch entsprechende Stellung von Hand aus, letztere aber selbstthätig wirkend ein Abfließen des Condensationswassers ermöglichen (Wasserablasshähne und Sicherheitsventile).

Fig. 19, Taf. 9, stellt einen solchen Wasserablasshahn vor. Bei entsprechender Stellung des Hahnkegels gelangt das Condensationswasser zu einem Ventil, das sich durch den Dampfdruck nach außen öffnet und das Condensationswasser ins Freie treten lässt, sich aber infolge der Belastung durch die Spiralfeder sofort schließt, sobald der Dampfdruck im Cylinder (durch Eintritt des Vacuums) fällt.

Ein Herausschlagen der Dampfcylinderböden oder der Deckel durch das Condensationswasser wird gewöhnlich außerdem durch selbstthätig wirkende Ventile verhindert. Selbe sind Rundventile, welche durch im Cylinderboden oder Cylinderdeckel angebrachte Öffnungen mit dem Inneren des Cylinders communiciren und auf einer Seite von dem im Cylinder herrschenden Dampfdrucke, auf der anderen aber durch Spiralfedern belastet sind. Sammelt sich nun Condensationswasser in hinreichender Menge im schädlichen Raume des Cylinders an, so werden diese Ventile von ihren Sitzen abgehoben, und das Condensationswasser gelangt ins Freie.

Fig. 15, Taf. 9, stellt ein Ventil dieser Art vor. Ein Gehäuse aus Gusseisen ist unmittelbar auf dem Cylinderdeckel durch Schrauben befestigt und steht durch eine rechteckige Öffnung desselben mit dem Inneren des Dampfcylinders in Verbindung. Auf dem Gehäuse ist eine starke Platte aus Bronze angeschraubt, die einen kurzen Hohlcylinder angegossen besitzt und in ihrer konischen Öffnung ein Ventil aufnimmt. Dieses Ventil besitzt gleichfalls einen cylindrischen Anguss, welcher über den früher erwähnten Hohlcylinder gebogen ist. Die das Ventil belastende Feder stützt sich mit ihrem oberen Ende an einen Quersteg, der durch zwei am Gehäuse befestigte kleine Säulen geführt und durch die auf selbe aufgeschraubten Muttern gehalten wird. Durch Niederschrauben dieses Steges kann der Feder die gewünschte Spannung verliehen werden. Die Ventilspindel ist im Querstege geführt, und ermöglicht der an ihrem Ende angebrachte Handgriff ein Drehen des Ventils auf seinem Sitze, falls Unreinigkeiten zwischen die Sitzflächen gekommen sein sollten, sowie auch ein leichteres Nachschleifen des Ventils. Die Ventilstange enthält gewöhnlich eine Warze oder einen Ring, durch welche der Hub des Ventiles so begrenzt wird, dass selbes sich nur um den vierten Theil des eigenen Durchmessers heben kann.

Fig. 16, Taf. 9, stellt ein ähnliches Ventil dar. Der Ventilsitz ist hier unmittelbar in der Öffnung eines Cylinderdeckels angebracht. Die Ventilspindel ist mit dem Ventile durch einen Splint verbunden und besitzt einen Ansatz, auf welchem eine Messinghülse ruht. Auf dem Cylinderdeckel ist ein cylindrisches, sich nach oben abrundendes Gehäuse aus Gusseisen durch Schrauben befestigt, in welches eine kurze Metallhülse verschraubt ist, die in ihrer Bohrung gleichfalls Gewinde besitzt und eine längere Hülse aus Metall aufnimmt. Letztere Hülse dient zur Führung der Ventilspindel und hält auch die

Spiralfeder, welche auf die untere, die Ventilspindel umfassende Hülse drückt, und hiedurch auch das Ventil nieder. Die obere Hülse der Ventilspindel besitzt am Ende einen sechseckigen Kopf und kann durch Drehen desselben vermittelst eines Schraubenschlüssels im Gehäuse auf und nieder geschraubt werden, wodurch man die Spiralfeder nach Bedarf anzuspannen in der Lage ist.

Fig. 17, Taf. 9, stellt ein Cylinder-Sicherheitsventil vor, welches so beschaffen ist, dass selbes auch von der Hand gelüftet werden kann. Die Ventilspindel ist mit dem Ventile auf dieselbe Art verbunden wie im früheren Falle. Der kurze Ansatz des Ventils, der zur Aufnahme der Ventilspindel bestimmt ist, stößt stumpf an ein die Spindel umfassendes Rohr, welches an einem Ende mit Gewinden versehen ist, in der Nähe des dem Ventile zugekehrten Endes aber einen Ansatz besitzt, auf dessen beide Seiten sich Spiralfedern stützen. Die eine derselben liegt auf der Hülse und auf dem Ventilteller auf, die andere, bedeutend stärker als die erstere, stützt sich an benanntem Ansatz und mit ihrem anderen Ende gegen eine zweite Hülse, welche in einer im Gehäuse befestigten messingenen Einlage eingeschraubt ist und am Ende einen sechseckigen Kopf besitzt, mittelst welchem sie gedreht werden kann, wodurch ein Nachspannen der Spiralfeder stets möglich ist. Das die Ventilspindel umfassende Rohr wird an seinem mit Gewinde versehenen Ende von einem Handrädchen ergriffen, dessen Nabe die Mutter für das Rohr bildet, so dass durch Drehung des Rädchens auch das Rohr in das Gehäuse oder aus demselben geschraubt werden kann. Denken wir uns den letzteren Fall, so presst der am Rohre befindliche Ansatz die starke Spiralfeder zusammen und entlastet somit das Ventil, welches, nachdem auch das Rohr an dem Ansatze des Ventils dann nicht mehr aufruht, vom Dampfdrucke geöffnet wird und das etwa vorhandene Condensationswasser austreten lässt. Um aber beim Zurückgang des Kolbens ein Ansaugen von Luft zu verhindern, ist die kleine Spiralfeder angebracht, welche, sich gegen den Ansatz des Rohres stützend, das Ventil niederdrückt.

Das in Fig. 18, Taf. 9, dargestellte Ventil gestattet gleichfalls ein Lüften des Ventiltellers von Hand aus; es erfolgt dies in diesem Falle durch einen Hebedaumen, mittelst welchem das Ventil entlastet wird. Auch hier ist, um ein Einströmen von Luft in den Cylinder zu verhindern, eine zweite schwächere Feder angeordnet.

II. Condensatoren und ihre Details.

Das Wesen der Condensation und die durch selbe für Dampfmaschinen erzielten Vortheile wurden bereits im dritten Abschnitte besprochen. Auch wurde an derselben Stelle der Unterschied zwischen Einspritz- und Oberflächen-Condensatoren dargelegt, sowie die Bestandtheile der einen wie der anderen Art und ihre Wirkungsweise im allgemeinen erläutert. Im Folgenden soll nun die Einrichtung von einzelnen Condensatoren, wie solche bei Schiffsmaschinen üblich sind, zur Besprechung gelangen.

1. Einspritz-Condensatoren.

In den Figuren 8, 9, Tafel 10, ist ein Einspritz-Condensator einer Zwillingsdampfmaschine abgebildet. Fig. 8 stellt einen Längenschnitt durch denselben, die linke Seite der Fig. 9 einen Schnitt durch die Mitte der in Fig. 8 rechts liegenden Ventile *a*, *b* dar, während die rechte Seite der Fig. 9 einen Schnitt durch die Mitte der Fig. 8, jedoch durch den nebenliegenden, vollkommen symmetrischen Condensator des zweiten Dampfcylinders darstellt.

Der hier parallelopipedische Condensationskasten ist durch zwei parallele verticale Wände in drei Räume abgetheilt. Die beiden seitlichen derselben sind außerdem durch zwei horizontale Wandungen, in denen Ventile sitzen, in je drei Räume geschieden, wovon je der unterste mit dem Mittelraume *B* des Condensators in Verbindung steht und durch die Ventile *a* auch mit dem mittleren Raume communiciren kann. Die beiden mittleren Seitenräume sind durch den Luftpumpencylinder *E* untereinander verbunden, in welchem sich der Luftpumpenkolben bewegt. Durch die Ventile *bb* stehen diese Räume auch mit den oberhalb derselben befindlichen in Verbindung, welch letztere durch den Canal *F* untereinander und mit dem Rohre *C* communiciren. Durch den Canal *F* hindurch gehen, in den Raum *B* mündend, zwei Rohre *C* und *D*; selbe sind an ihren in den Raum *B* reichenden Enden geschlossen und mit einer großen Anzahl kleiner Öffnungen versehen. Mit ihren anderen Enden stehen diese Rohre mit einem Kingstonventile in Verbindung, und strömt, wenn letzteres geöffnet wird, da diese Condensatoren unter der Wasserlinie des Schiffes liegen, Seewasser (bez. Flusswasser) ununterbrochen dem Condensator zu und gelangt durch die brausenförmigen Enden der

Rohre *C*, *D* fein vertheilt in den Raum *B* des Condensators. Der in denselben Raum durch das Rohr *A* gelangende Auspuffdampf der Dampfmaschine trifft hier mit diesem kalten Wasserstrahl zusammen und verdichtet sich zu Wasser, fällt also mit dem Einspritzwasser auf den Boden des Condensators. Durch die hin- und hergehende Bewegung des Luftpumpenkolbens der in vorliegendem Falle doppeltwirkenden Luftpumpe wird dieses Gemische von Einspritzwasser und condensirtem Dampf angesaugt, gelangt durch die Ventile *a*, *a* (Saugventile) abwechselnd auf die rechte und linke Seite des Luftpumpenkolbens, wird von da durch die Ventile *b*, *b* (Druckventile oder Überlieferungsventile) in den oberhalb befindlichen Raum gedrückt und tritt endlich durch das Ausgussrohr *G*, ein an dessen Ende befindliches Ventil, das Ausgussventil, passirend, ins Freie.

Die Luftpumpen der Condensatoren können auch einfachwirkende sein. In diesem Falle ist der Pumpenkolben durchbrochen und mit Ventilen versehen (Ventilkolben), wie z. B. der Luftpumpenkolben *L* der oscillirenden Maschine auf Taf. 21. Entfernt sich der Kolben der Luftpumpe dieser Maschine von den nahe am Boden befindlichen Ventilen, so saugt er durch selbe Wasser an; bei der entgegengesetzten Bewegung des Kolbens (also beim Niedergange desselben) schließen sich diese Ventile, und das zwischen denselben und dem Kolben befindliche Wasser öffnet die Kolbenventile und tritt nach oben. Bei dem nächsten Aufgange des Kolbens schließen sich die Ventile des Kolbens, und das ober demselben befindliche Wasser wird vom Kolben gehoben und verlässt, die in der Decke des Luftpumpencylinders angebrachten Ventile passirend, die Luftpumpe.

Die Luftpumpen der in den Figuren 1, 2, 8 und 9, Tafel 10, dargestellten Condensatoren sind doppeltwirkende. Der Pumpenkolben wirkt bei diesen sowohl beim Hin- als beim Rückgange saugend und drückend. Steht z. B. der Luftpumpenkolben Fig. 8, Taf. 10, in seiner äußersten Lage links, und bewegt sich derselbe nach rechts, so öffnen sich die linksliegenden Saugventile *a* und das Wasser strömt aus dem Raume *B* dem Luftpumpenkolben nach; gleichzeitig wird aber das auf der rechten Seite des Kolbens befindliche Wasser durch die rechts liegenden Druckventile *b* entfernt.

Der Antrieb der Luftpumpen erfolgt bei Schiffsmaschinen meist durch eine im Dampfkolben der Maschine befestigte Stange, welche anderseits am Luftpumpenkolben befestigt ist. (Siehe Fig. 3, 4, Taf. 19,

und Fig. 2, Taf. 20.) Bei oscillirenden Maschinen erfolgt der Antrieb gewöhnlich von der Kurbelaxe aus mittelst einer Schubstange. (Fig. 2, Taf. 21.)

An den Deckeln der Luftpumpe sind kleine, leicht zugängliche und nach Innen zu öffnende Luftventile, Schnüffelventile genannt, angebracht. Man kann durch sie bei jedem Hube des Luftpumpenkolbens etwas Luft hinter denselben treten lassen und dadurch das oft zu starke Nachströmen des Wassers aus dem Condensationsraume und die hiedurch verursachten Schläge der Luftpumpe verhindern. — In Fig. 26, Taf. 9, ist ein solches Ventil dargestellt. Es ist dies ein kleines Kegelventil, dessen Gehäuse unmittelbar in den Deckel der Luftpumpe verschraubt wird und dessen Hub durch eine kleine Stellschraube variirt werden kann, während eine darauf lastende kleine Feder den sofortigen Verschluss herstellt, wenn der Luftpumpenkolben drückend gegen jene Seite wirkt, auf welcher dieses Ventil angebracht ist.

Ein anderer zum Condensator gehöriger Bestandtheil ist das in Fig. 25, Taf. 9, dargestellte Durchblaseventil. Es ist dies ein Kegelventil, das nur eine Hubbegrenzung besitzt, sonst aber ohne jede Belastung auf seinem Sitze aufruht. Dasselbe ist in der in Fig. 9, Taf. 10, ersichtlichen Weise an den Condensator befestigt und communicirt mit dem Condensationsraume *B*. Befindet sich in letzterem Raume zu viel Wasser, so wird dasselbe durch Dampf, den man durch ein eigens für diesen Zweck bestimmtes Ventil in den Condensator eintreten lässt, durch dieses Durchblaseventil hinausgetrieben. Vor dem Ingangsetzen der Maschine erfolgt gewöhnlich dieses Durchblasen des Condensators, theils um das Wasser aus demselben zu entfernen, theils um durch gleichzeitiges Einspritzen von Injectionswasser Vacuum zu bilden und so ein sanftes Ansetzen der Maschine zu ermöglichen. Wenn einmal Vacuum gebildet ist, so wird das Durchblaseventil durch den äußeren Luftdruck niedergehalten.

Das Injectionswasser sowie das durch die Condensation des Dampfes gebildete Wasser wird durch ein Ausgussrohr ins Freie geleitet; es passirt dabei vorerst das sogenannte Ausgussventil. Dieses ist (Fig. 24, Taf. 9) ein nach außen zu öffnendes Ventil, dessen Gehäuse mit einem durch die Bordwand hindurch gehenden Rohre verbunden ist.

2. Oberflächen-Condensatoren.

In Fig. 1, 2, Taf. 10, ist ein Oberflächen-Condensator dargestellt. Derselbe besteht aus einem parallelopipedischen Kasten aus Gusseisen, welcher auf einem gleichfalls parallelopipedischen Untersatze aufruht. Der Condensator wird durch zwei parallele verticale Wände in drei Räume getheilt; der in Fig. 1 links liegende Seitenraum ist außerdem durch eine horizontale Wand in zwei Abtheilungen geschieden. Beide Seitenräume sind durch eine große Anzahl kleiner Röhren (Kühlröhren) miteinander verbunden, welche durch den Mittelraum des Condensators hindurchgehen. Diese Röhrchen sind in der in Fig. 7 dargestellten Weise durch Holzringe oder durch einen kleinen, in die Aussparung der Seitenwand sich legenden Dichtungsring, dem eine Tresse untergelegt wird, gedichtet.

Durch das Kingstonventil K gelangt das Kühlwasser zu einer Centrifugalpumpe L, die durch eine kleine Hilfsdampfmaschine, deren Cylinder am Condensationskasten befestigt ist, in rasche Drehung versetzt wird. Das an der Achse der Centrifugalpumpe eintretende Wasser strömt am Umfange der Pumpe mit großer Geschwindigkeit aus, infolge welcher es durch die Öffnung M (siehe Fig. 1) in den links liegenden Seitenraum des Condensators gelangt, durch die untere Gruppe der Röhren auf die rechte Seite des Condensators strömt und von da in entgegengesetzter Bewegungsrichtung durch die oberen Kühlröhren zurück wieder auf die linke (obere) Seite des Condensators gelangt, endlich von hier durch das Ausgussrohr O und das Ausgussventil ins Freie tritt.

Der kastenförmige Untersatz des Condensators ist durch zwei verticale Wandungen in drei Räume getheilt. Die beiden seitlichen Räume nehmen je eine doppeltwirkende Luftpumpe auf, die mit den erforderlichen Saug- und Druckventilen, welche ihre Sitze in parallelen horizontalen Wandungen dieser Seitenräume besitzen, versehen sind. Die Saugventile stehen durch die Öffnungen $b\,b$ (Fig. 3, Taf. 10) des Bodens des Condensators mit dem mittleren Raume desselben in Verbindung, während die Druckventile durch einen gleichfalls in Fig. 1 ersichtlichen Canal mit dem Mittelraume H des Untersatzes, der sogenannten Cisterne, des Condensators in Verbindung stehen.

Circulirt nun das Kühlwasser rasch durch die Röhren des Condensators, und strömt der Dampf durch die Ausgussrohre E, E in den oberen Mittelraum desselben, so umspült er hier die kalten Wan-

dungen der Rohre und verdichtet sich somit zu Wasser. Letzteres fällt auf den Boden des Condensators hinab, und entsteht dadurch in diesem Raume ein Vacuum. Dieses könnte ohne Zuhilfenahme weiterer Apparate auch erhalten bleiben, wenn das sämmtliche Condensationswasser etwa durch eine Speisepumpe entnommen würde, und wenn außerdem die Wandungen des Condensators gegen Lufteintritt sowie die Kühlrohre gegen das Eindringen von Kühlwasser aus den Seitenräumen vollkommen abgedichtet wären. Indem aber der Betrieb nie ein so vollkommen regelmäßiger sein kann, dass die Entnahme des Condensationswassers in der gewünschten Weise erfolgen könnte, anderseits Luft und Wasser sehr leicht in den luftverdünnten Raum des Condensators, selbst durch die kleinste Fuge, einströmen, so würde das Vacuum bald verschlechtert werden, wenn die Oberflächen-Condensatoren nicht auch mit Luftpumpen versehen würden, welche das Condensationswasser, welches etwa momentan nicht zum Speisen der Kessel Verwendung findet, fortschaffen. Wegen der geringeren Menge des hiebei zu entfernenden Wassers können solche Luftpumpen bedeutend kleiner werden als die von Einspritz-Condensatoren.

Das Condensationswasser gelangt durch die Öffnungen *bb* zu den Saugventilen der bezüglichen Luftpumpe, welche dasselbe ansaugt und durch die Druckventile in die Cisterne drückt. Aus letzterer entnehmen die Speisepumpen das Condensationswasser behufs Speisung der Kessel. Wenn sich die Cisterne vollständig mit Wasser gefüllt hat, so wird das noch weiter eintretende Wasser durch den Druck der Luftpumpe in das mit der Cisterne verbundene Ausgussrohr und durch das zugehörige Ausgussventil *A* ins Freie geleitet.

Die mit dem Condensationswasser allenthalben in die Cisterne mitgerissenen Dämpfe können durch das von derselben abzweigende Rohr *p* abgeleitet werden. — Die fallweise Höhe des in der Cisterne stehenden Wassers ist meist durch einen Wasserstandsanzeiger erkenntlich gemacht.

Die Centrifugalpumpe steht oft auch mit einem in den Sodraum des Schiffes gehenden Rohre *Q* in Verbindung, welches ein seiherförmiges Ende besitzt und für gewöhnlich durch ein Ventil abgeschlossen ist. Im Falle das Sodwasser eine gefahrdrohende Höhe erreichen sollte, kann dasselbe durch die Centrifugalpumpe durch dieses Rohr angesaugt werden und wird dann durch die Kühlröhren des Condensators hindurch ins Freie geleitet. Wird das Sodwasser

als Kühlwasser verwendet, so muss selbstverständlich das Kingstonventil *K* geschlossen sein.

Fig. 23, Taf. 9, stellt ein bei Eisenschiffen häufig angewendetes Kingstonventil für Condensatoren vor. Das Gehäuse des Ventils ist unmittelbar auf dem Schiffsboden befestigt, das Ventil selbst kann mittelst einer mit Gewinde versehenen Spindel und einem zugehörigen Handrädchen geöffnet oder geschlossen werden. — Um das Ventil in einer bestimmten Lage fixiren zu können, ist die Ventilspindel mit einer Klemmschraube versehen. Das Ventilgehäuse ist mit dem eines Schiebers in Verbindung, durch welchen man ein Eindringen von Seewasser in den Condensator auch bei einem nicht vollkommen dicht abschließenden Ventile verhindern kann.

Der in den Figuren 1, 2, Tafel 10, dargestellte Condensator ist so eingerichtet, dass man bei einer etwa eingetretenen Havarie der Centrifugalpumpen durch unmittelbares Einspritzen von Seewasser in den Röhrenraum *F* ein Condensiren des Dampfes erzielen kann. In der Mitte der Decke des Condensators ist zu diesem Zwecke ein Hahn befestigt, der mit einem Rohre *I* in Verbindung steht, durch welches von einem Kingstonventile aus Seewasser zugeleitet werden kann. Der Hahn steht außerdem mit einem im Innern des Condensators liegenden Rohre in Verbindung, welches beiderseits abgeschlossen ist und eine große Anzahl kleiner Öffnungen besitzt, durch welche bei geöffnetem Hahn *I* das Seewasser ins Innere des Condensators tritt, den Dampf condensirt, dann mit dem Condensationswasser vereint zu den Luftpumpen gelangt und endlich durch selbe in die Cisterne und von hier durch das Ausgussrohr *A* ins Freie gedrückt wird. Die Luftpumpen arbeiten in diesem Falle ganz so wie bei einem Einspritzcondensator. Das Rohr *p* der Cisterne wird, sobald der Dampf durch directe Einspritzung condensirt werden soll, geschlossen, um nicht alle in der Cisterne befindliche Luft entweichen zu lassen und um durch das auf diese Weise gebildete Luftpolster starke Schläge des Luftpumpenkolbens hintanzuhalten.

Man lässt mitunter auch, bei gleichzeitiger Kühlung der Röhren mittelst der Centrifugalpumpe, durch Öffnung des Hahnes *I* Seewasser in den Condensator eintreten, wenn ein plötzlicher größerer Bedarf an Speisewasser nicht durch das Condensationswasser gedeckt werden kann, was am Wasserstandsglase der Cisterne ersichtlich ist. (Vor- und Nachtheile der Oberflächen-Condensatoren gegenüber den Einspritz-Condensatoren besprechen.)

III. Speise- und Sodpumpen.

Die zur Kesselspeisung dienenden Speisepumpen sowie die das Sodwasser aus dem Schiffe entfernenden Sodpumpen sind meistens einfachwirkend. Sie werden entweder durch die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens (wie in Fig. 1, Taf. 19, 20) oder durch auf der Kurbelachse sitzende Excenter, endlich, wie bei oscillirenden Maschinen, durch den schwingenden Zapfen der Cylinder (Fig. 7, Taf. 21) bethätigt.

Bei Maschinen mit Einspritz-Condensatoren entnehmen die Speisepumpen das Speisewasser in der Nähe des Ausgussrohres oder unmittelbar aus dem Condensator; bei Maschinen mit Oberflächen-Condensation erfolgt die Entnahme des Speisewassers, wie bekannt ist, aus der Cisterne.

Die in Fig. 1, Taf. 10, dargestellte Anordnung der Ventile der Speisepumpen ist eine der üblichsten. Das Saugrohr *D* steht mit dem Saugventile in Verbindung, welches sich durch die Einwirkung des Pumpenkolbens *P* hebt. Das von diesem Saugventile links liegende Druckventil lässt das angesaugte Speisewasser in einen Windkessel gelangen, der einen ruhigen Gang der Pumpe bewerkstelligt und mit dem Druckrohre *S* der Pumpe in Verbindung steht. Wenn wegen theilweiser oder gänzlicher Abschließung des Speiseventils am Kessel nicht alles von der Pumpe angesaugte Wasser in diesen gelangen kann, so wird dem durch die Speisepumpen beschafften überschüssigen Wasser durch das vom Saugventile rechts liegende Überdruckventil Abfluss verschafft, indem das Speisewasser das durch die Feder belastete Ventil hebt und somit in die Saugleitung der Pumpe zurückgelangt.

Die Saugleitung der Sodpumpen mündet seiherförmig in den Sodraum, während die Druckleitung derselben zu einem Ausgussventile führt, durch welches das Sodwasser ins Freie gelangt.

Sowohl die Speise- als die Sodpumpe können während des Ganges der Maschine in ununterbrochenem Betriebe gehalten oder aber nach Bedarf auch ausgelöst werden. (Auslösevorrichtung; Lufthahn im Saugstiefel.)

IV. Verschiedene Schiffsdampfmaschinentheile.

Fig. 8, Taf. 9, stellt ein Hauptabsperrventil einer Dampfmaschine nebst danebenliegender Drosselklappe vor. Das Ventil *A* ist den bereits früher beschriebenen Absperrventilen ähnlich und dient

dazu, das gemeinschaftliche oder Hauptdampfrohr, welches die einzelnen Dampfrohre der Kessel eines Schiffes verbindet, abzuschließen und in dieser Weise die Verbindung der Dampfmaschine mit mehreren sie mit Dampf versorgenden Kesseln auf einmal zu unterbrechen, ohne erst die Absperrventile der einzelnen Dampfkessel schließen zu müssen. — Die Drosselklappe *B* besteht aus einer runden Scheibe, welche sich mittelst einer in ihr befestigten und quer durch die Dampfleitung gehenden Spindel drehen lässt; durch die Drehung dieser Klappe — welche gewöhnlich in einer Stellung die Dampfleitung vollkommen abschließt — kann überhaupt die Dampfzufuhr zum Dampfcylinder geregelt oder unterbrochen werden.

Fig. 5, Taf. 12, stellt die Kurbelachse einer Schiffsmaschine dar. Das oft nicht unbedeutende Gewicht der Kurbelarme bedingt die Anbringung von Gegengewichten, um einen gleichmäßigen Gang der Maschine zu erzielen. Die Gegengewichte sind hier durch starke schmiedeiserne Bänder, welche bügelförmig über die Kurbelarme gelegt sind, gehalten. Diese Bügel gehen durch entsprechende, in den Gegengewichten angebrachte Öffnungen; die an ihren Enden aufgesetzten und gut versicherten Muttern bewirken das Festhalten der Gewichte an den Kurbelarmen.

Fig. 4, Taf. 12, stellt die Stuhlung einer Kurbelachse dar. Den drei Halszapfen der Axe entsprechend, sind drei Lagerstühle angeordnet; sie besitzen einen U-förmigen Querschnitt und gehen (bei *L*) in den eigentlichen Lagerkörper über. Jeder der drei Lagerstühle ist mit den an seinem Ende befindlichen Flantschen an solche des Cylinders durch Schrauben befestigt, außerdem mit letzterem durch je eine starke Strebe *S* verbunden. Die Befestigung der Stuhlung an den Schiffsboden erfolgt durch Schrauben. Je zwei Lagerstühle sind untereinander durch eine gusseiserne Platte verbunden, die sich an die gehobelten Flächen der in der Längenansicht ersichtlichen Hauleisten legt und ein Führungslineal (*AB*) trägt. Jedes solche Lineal ist an seiner oberen Fläche genau gehobelt, und bildet letztere Fläche die Gleitbahn des Kreuzkopfes, der überdies durch die an die Gleitbahn mit Schrauben befestigten Lineale *CD* gegen ein Abheben von der Führungsfläche gesichert ist.

Die Kurbelachse ist bei Schraubendampfern mit dem zur Schraube führenden Wellenstrange gekuppelt. Die auf der Kurbelachse aufgekeilte Kupplungsscheibe ist hiebei gewöhnlich in ein Schneckenrad verwandelt (Fig. 10, Taf. 12). Durch Drehung der beigegebenen, auf einer

verticalen Spindel befestigten Schnecke kann die betreffende Schiffsmaschine durch Handkraft gedreht werden. Die Schnecke ist auf ihrer Spindel durch Feder und Nuth verschiebbar und kann daher, nach erfolgter Auslösung des Keiles *m*, auf der Spindel heruntergeschraubt werden, wodurch sie außer Eingriff gelangt. Letztere Stellung der Schnecke muss während des Betriebes der Maschine stets eingehalten sein.

Zu erwähnen wäre noch der vorliegender Kupplung beigegebene Schmierapparat. Nachdem die Kupplungsbolzen nie vollständig genau in ihren Öffnungen sitzen, so erfolgt durch erstere meist ein Ausreiben der letzteren, was die Kupplung in Bälde schlottrig macht. Es müssen daher die Kupplungsbolzen geschmiert werden. An der in der Fig. 10 links liegenden Kupplungshälfte ist zu diesem Zwecke ein Blechring befestigt, in welchen aus einer höher gelegenen Schmiervase Schmiermaterial (Öl) gelangt, das infolge der durch die Drehung der Welle hervorgerufenen Fliehkraft durch Röhrchen zu den Kupplungsbolzen getrieben wird und deren Schmierung besorgt.

Fig. 2, Taf. 12, stellt ein an Dampfkesseln oft vorkommendes Ventilgehäuse dar, das alle Garnituren des Kessels, die mit dessen Dampfraum allein in Verbindung stehen, aufnimmt. Mit dem Stutzen *A* ist es an dem Kessel befestigt, und communicirt der Dampfraum des letzteren durch eine in der Kesselwandung angebrachte Öffnung ununterbrochen mit dem mittleren Raume des Gehäuses, der einerseits durch zwei Sicherheitsventile *s s*, anderseits durch ein Dampfabsperrventil begrenzt ist. Durch beide ersteren Ventile kann der Dampf, wenn seine Spannung im Kessel das vorgeschriebene Maß überschritten hat, oder wenn die durch Gewichte belasteten Hebel von Hand aus gehoben und dadurch die Ventile *s* gelüftet werden, durch das Rohr *B* ins Freie entweichen. — Durch das Absperrventil *a* wird der Kesseldampf vermittelst des Dampfzuleitungsrohres *C* zur Maschine geleitet. — Außerdem besitzt dieses Ventilgehäuse ein Luftventil *l*.

V. Kesselinstallirung und zugehörige Rohrleitungen.

Die Schiffskessel kommen nicht direct auf den Schiffsboden zu stehen, sondern werden unter selbe beiläufig 40 mm hohe, mit Bleiblech verkleidete Holzsockel gelegt, so dass unter den Kesseln ein 40 mm hoher Zwischenraum verbleibt, welcher mit einem Cement

(bestehend aus Sand, Lehmerde, Kalkpulver und Leinöl) ausgestampft wird. — Um die Kessel gegen Schwankungen im Schiffe hinlänglich zu sichern, werden sie sowohl mittelst Winkeleisen am Schiffskörper befestigt, als auch untereinander verbunden.

Gegen die Abkühlung werden sie meistens durch eine Verschalung geschützt, welche aus einer Filzschichte und einer Holzlage und auf der Kesseldecke überdies auch noch aus einer gut verlötheten Bleieindeckung besteht. Seltener kommt für diesen Zweck eine aus Cement gebildete Schichte in Anwendung, welche hauptsächlich aus Lehm und Kuhhaaren zusammengesetzt ist. (Spence'scher Cement.)

Die Aufstellung der Kessel erfolgt auf sehr großen Fahrzeugen (wie auf großen Kriegsschiffen) in der Weise, dass zwischen denselben ein sich nach der Längenrichtung des Schiffes hinziehender Raum (Heizraum) verbleibt, welcher die genügende Breite besitzt, um von ihm aus die auf beiden Seiten angeordneten Kessel gut beschicken zu können. — Auf mittelgroßen Schiffen sind die Dampfkessel zumeist so eingestellt, dass die Heizräume querschiff zu liegen kommen; auf kleineren Schiffen endlich liegt der Heizraum stets querschiff und in der Weise angeordnet, dass er sich in unmittelbarer Nähe des Maschinenraumes befindet, um von dort aus auch leicht überwacht werden zu können.

Die zwischen den Kesseln und den Schiffswänden verbleibenden, meist unregelmäßigen Zwischenräume werden als Kohlenmagazine benützt, und sind bei größeren Kesselcomplexen auch zwischen den einzelnen Kesseln Eingänge zu den Kohlenmagazinen belassen, um die Zufuhr der Kohlen zu den Kesselfeuern möglichst rasch bewerkstelligen zu können.

Die eigentliche Heizflur ist mit geriffeltem Bleche belegt, und kann durch eigene, in diese eingesetzte, leicht abhebbare Deckel zu den unter der Flur liegenden Kingstonventilen und Hähnen gelangt werden. — An den im Heizraume befindlichen Deckstützen sind Wasserhähne angebracht, um von selben aus das für das Ablöschen der Asche nöthige Wasser entnehmen zu können; diese Wasserhähne sind untereinander durch eine eigene Rohrleitung (Wasserleitung) verbunden, welche meistens von einem Kingstonventile abzweigt.

Taf. 13 stellt einen aus vier Kesseln bestehenden Kesselcomplex sammt zugehörigen Rohrleitungen dar. Die Kessel sind hier mit einem nach der Länge des Schiffes sich hinziehenden Heizraume angeordnet. Der zwischen je zwei Kesseln längsschiff frei bleibende Raum bildet

einen Eingang zu den Kohlenmagazinen. Durch die vier Windfänge *f* sinkt die zur Verbrennung des Brennmaterials nöthige Luft in den Kesselraum; durch die Windfänge wird auch die Asche mittelst Flaschenzügen (oder durch eigene Dampfwinden) auf Deck geschafft, um dort durch eigene Thüren in die See geworfen zu werden.

Der Kamin ist hier zum Hissen und Streichen eingerichtet (Teleskopkamin), und wird das Hissen desselben durch das in der Skizze angedeutete Wurmradvorgelege sammt Kettentrommel bewirkt. Links von den Kesseln befindet sich der Maschinenraum; es liegt daher (namentlich wenn eine Schraubenschiffsmaschine vorausgesetzt wird) das links befindliche Kesselpaar im Hinterschiffe (Achter), das rechts liegende dagegen im Vorderschiffe (Vorne). Die im Aufrisse gezeichnete Kesselfront liegt daher in diesem Falle Backbord, die ihr gegenüber liegende Steuerbord.

Die zum Kesselcomplexe gehörigen Rohrleitungen sind sowohl im Aufriss als im Grundriss mit Nummern versehen, und wird deren Zusammenhang am besten durch Vorführung aller jener Operationen, die der Betrieb erheischt, erkenntlich werden.

1. Die Dampfentnahme. Jeder Kessel besitzt ein Sicherheitsventil, welches durch die Rohrleitung 2 den abblasenden Dampf ins Freie treten lässt. Außerdem ist jeder Kessel mit einem Dampfabsperrventile versehen. Alle vier Dampfabsperrventile stehen untereinander durch die Rohrleitung 1 in Verbindung, welche zur Dampfmaschine führt. (Hauptdampfleitung.) — Aus dieser Anordnung ist ersichtlich, dass, wenn auch nur einer der vier Kessel im Betriebe steht, sich doch die ganze Hauptleitung 1 mit Dampf anfüllt; ebenso, dass durch eines der vier gelüfteten Sicherheitsventile der Dampf des Kesselcomplexes ins Freie könnte. — Sowohl das Hauptdampfrohr als die Abblaserohre enthalten die nöthigen Compensations-Vorrichtungen für die Ausdehnung der Rohre, als, an ihren tiefsten Punkten, Entwässerungshähne für das sich in selben ansammelnde Condensationswasser.

2. Kesselfüllen. Jedes Kesselpaar besitzt ein Kingstonventil *m*. Durch Öffnen dieses Ventiles erfolgt, bei gleichzeitig geöffnetem Durchpresshahne *a*, das Füllen des Kessels. — Wäre ein bestimmter Kessel, z. B. der hintere Kessel der Steuerbordseite, zu füllen, so müsste dies in nachstehender Weise erfolgen: Das Kingstonventil der hinteren Kessel *m* steht mit den Hähnen *a*, *a*, *b*, *c* in Verbindung. Es wären

daher die Hähne *b*, *c* und der dem Backbord-Kessel zugekehrte Hahn *a* so zu stellen, dass sie die zugehörigen Leitungen gegen das Kingstonventil *m* abschließen, der dem Steuerbord-Kessel zugekehrte Hahn *a* wäre aus der gezeichneten Stellung um 90° zu drehen und das Kingstonventil zu öffnen. Das Seewasser tritt dann durch letzteres Ventil sowie durch den Hahn *a* in den Steuerbord-Kessel. — Es könnte sich indessen der Ausführung der gestellten Aufgabe das Hindernis entgegenstellen, dass das zu den beiden hinteren Kesseln gehörige Kingstonventil sich nicht öffnen ließe. In diesem Falle müsste das Füllen des hinteren Steuerbord-Kessels mit Zuhilfenahme des vorderen Kingstonventiles erfolgen. Die mit dem vorderen Kingstonventile in Verbindung stehenden Hähne *a*, *a*, *b* wären zu diesem Zwecke gegen das Kingstonventil hin zu schließen. Dadurch bleibt nur die Verbindung des Rohres 8 mit diesem Ventile frei, wenn der Hahn *c* entsprechend gestellt wird. Darnach wäre das Rohr 7 durch den zugehörigen Hahn zu schließen, sowie auch alle Hähne, die mit der Rohrleitung 6 in Verbindung stehen. Wenn nun der Hahn *b* beim hinteren Kesselpaare und der Hahn *a* des hinteren Backbord-Kessels gegen das hintere Kingstonventil zu geschlossen werden, so kann durch das Rohr 8, den Hahn *c*, den Hahn *a* und das Rohr 12 des hinteren Kesselpaares das durch Öffnen des vorderen Kingstonventiles eindringende Wasser in den hinteren Steuerbord-Kessel gelangen.

(Gleichzeitiges Füllen von zwei gegenüberliegenden Kesseln.)

3. Kesselspeisen. Das Speisen der Kessel erfolgt entweder durch die Speisepumpen der Maschine oder mit Hilfe selbständiger Dampfpumpen. — Das Rohr 5 ist das Druckrohr der Maschinenpumpen; durch Öffnen des an dem zu speisenden Kessel befindlichen Speisekopfes wird das von den Maschinenpumpen beschaffte Speisewasser in den Kessel gedrückt.

Unmittelbar neben den beiden hinteren Kesseln befinden sich zwei Dampfpumpen, welche durch die Rohrleitung 3 mit dem Absperrventile des auf der Backbordseite liegenden hinteren Kessels in Verbindung stehen und aus letzterem Dampf zugeführt erhalten, während der Auspuffdampf dieser Pumpen durch die mit den Sicherheitsventilgehäusen der hinteren Kessel in Verbindung stehenden Rohre 4 ins Freie entweicht. Beide Dampfpumpen besitzen ein gemeinsames Kingstonventil, welches den Saugräumen derselben durch

die Rohre 11 und 9 Seewasser zuleitet. Durch die vorhandene Rohrleitung 6 ist man in die Lage gesetzt, mit einer der beiden Dampfpumpen, deren Detail-Construction aus den Fig. 1, 2 der Taf. 14 ersichtlich ist, jeden der vier Kessel speisen zu können. — Wäre z. B. der vordere Kessel auf der Backbordseite durch die auf derselben Seite des Schiffes gelegene Dampfpumpe zu speisen, so müsste dies in folgender Weise erfolgen: der Dreiweghahn *d* dieser Pumpe (Saughahn) wäre um 90° zu drehen, so zwar, dass das Rohr 9 gegen das Rohr 11 abgeschlossen wäre, aber das Rohr 11 mit der Pumpe communicirt; der Dreiweghahn *e* derselben Pumpe (Druckhahn) hätte seine gezeichnete Lage zu behalten; dagegen wäre der gleichbenannte Hahn der Steuerbord liegenden Pumpe um 180° zu drehen; die Hähne *c*, *c* der beiden Kessel-Kingstonventile sowie der Hahn am Rohre 7 hätten ihre in der Zeichnung angedeutete Stellung zu behalten. Wird nun das Kingstonventil der Backbord-Dampfpumpe und dessen Schutzhahn sowie der Speisekopf 6 des zu speisenden Kessels geöffnet und die Pumpe in Betrieb gesetzt, so wird das Seewasser durch den Hahn *d* in den Saugraum der Backbord liegenden Pumpe treten und durch die Rohre 10 und 6 in den betreffenden Kessel gedrückt werden. Analog müsste beim Speisen eines jeden anderen Kessels mit dieser Pumpe vorgegangen werden.

Das Speisen des im vorigen Falle gewählten Kessels könnte ebensogut mit der Steuerbord-Dampfpumpe erfolgen. Der Dreiweghahn *e* der Backbord liegenden Pumpe hätte dabei seine in der Figur angedeutete Stellung zu behalten, der Dreiweghahn *d* derselben Pumpe wäre jedoch um 180° zu drehen, so dass die Communication der Rohre 9 und 11 hergestellt, jene des Rohres 11 mit der Backbord-Dampfpumpe aber abgeschlossen wäre. Der Dreiweghahn *d* der Steuerbord-Dampfpumpe müsste in seiner gezeichneten Stellung verbleiben, der Dreiweghahn *e* dieser Pumpe aber wäre um 90° zu drehen und hätte die Verbindung zwischen dieser Pumpe und dem Rohre 10 abzuschließen, dagegen jene zwischen derselben und dem Rohre 6 zu öffnen. Die Hähne *c*, *c* sowie der Hahn am Rohre 7 bleiben in der gezeichneten Stellung; wird nun das Kingstonventil der Dampfpumpen geöffnet, so strömt das Seewasser in den Saugraum der Steuerbord-Pumpe und wird nach Öffnung des Speisekopfes 6 und nach erfolgter Inbetriebsetzung der Dampfpumpe in den zu speisenden Kessel gedrückt.

(Gleichzeitiges Speisen mehrerer Kessel.)

4. Abschäumen. Das Abschäumen der Kessel erfolgt durch die Abschaumhähne 13, die mit den Kessel-Kingstonventilen in Verbindung stehen. Sollte z. B. der hintere Kessel auf der Backbordseite abgeschäumt werden, so wäre der mit dem hinteren Kessel-Kingstonventile in Verbindung stehende Hahn *b* so zu stellen, dass er das zum Steuerbord-Kessel gehende Rohr 13 von jenem des Backbord-Kessels absperrt, dagegen letzteres Rohr mit dem Kingstonventile in Communication setzt (dieser Hahn wäre daher um 90° zu drehen); die Hähne *c*, *a*, *a* desselben Kingstonventiles hätten ihre gezeichnete Lage zu behalten. — Wird nun das Kingstonventil und der Abschaumhahn des hinteren Backbord-Kessels geöffnet, so wird dieser abgeschäumt. — Analog hätte diese Operation bei jedem der anderen Kessel zu erfolgen.

(Gleichzeitiges Abschäumen mehrerer Kessel.)

5. Durchpressen. Um einen bestimmten Kessel, z. B. den Steuerbord liegenden hinteren Kessel, durchzupressen, wäre der mit dem hinteren Kingstonventile *m* in Verbindung stehende Hahn *b* um 180° zu drehen, wodurch die Rohre 13 gegen dieses Kingstonventil hin vollkommen abgeschlossen wären; der Hahn *c* und der zum Backbord-Kessel zugehörige Hahn *a* hätten in ihrer gezeichneten Lage zu verbleiben, dagegen wäre der zum Steuerbord-Kessel gehörige Hahn *a* sowie das Kingstonventil *m* zu öffnen. Es erfolgt sodann die Entleerung des hinteren Steuerbord-Kessels durch das Rohr 12, den Hahn *a* und das Kingstonventil *m*.

6. Sodpumpen. Das im Kesselraume sich ansammelnde Sodwasser wird durch eine der beiden Dampfpumpen entfernt. Wollte man z. B. mit der Steuerbord liegenden Dampfpumpe Sodwasser pumpen, so müssten die Hähne *c*, *c* der beiden Kessel-Kingstonventile ihre in der Zeichnung angedeutete Lage erhalten, der Dreiweghahn *d* der Steuerbord-Dampfpumpe (Saughahn) wäre um 180° zu drehen, so dass die Verbindung des Rohres 6 wohl mit der Dampfpumpe, aber nicht mit dem Rohre 9 hergestellt würde; der Dreiweghahn *e* derselben Pumpe (Druckhahn) wäre so zu stellen, dass das Rohr 10 mit der Dampfpumpe in Communication, jedoch gegen das Rohr 6 abgeschlossen ist. Der Dreiweghahn *d* der gegenüberliegenden Dampfpumpe müsste die Communication des Rohres 11 mit der Dampfpumpe und dem Rohre 9 beheben, der Dreiweghahn *e* derselben Pumpe wäre so zu stellen, dass die Rohre 10 und 11 communiciren,

beide jedoch gegen die Pumpe hin abgeschlossen sind. — Hierauf ist das Kingstonventil der Pumpen und der zugehörige Schutzhahn zu öffnen. Wird nun die Steuerbord befindliche Dampfpumpe in Betrieb gesetzt, sowie der Hahn am Rohre 7 geöffnet, so saugt die Dampfpumpe das Sodwasser durch die Rohre 7, 6 an und drückt dasselbe durch die Rohre 10 und 11 und durch das Kingstonventil in die See.

7. Kesselauspumpen. Mittelst der Dampfpumpen kann man auch das in einem Kessel befindliche Wasser aus demselben entfernen. Der vordere Kessel der Steuerbordseite sei z. B. zu hoch mit Wasser gefüllt und sei durch die auf Backbord liegende Dampfpumpe theilweise zu entleeren. Das Kingstonventil *m* der vorderen Kessel muss hiebei vor allem geschlossen werden. Der Hahn *a* des auf Backbord liegenden vorderen Kessels müsste seine in der Zeichnung angedeutete Lage erhalten, der Dreiweghahn *b* am vorderen Kessel-Kingstonventile wäre um 180° zu drehen und so die Verbindung der Rohre 13 mit jenem Ventile zu unterbrechen. Der Hahn *c* an demselben Kingstonventile wäre zu öffnen, der gleichnamige Hahn am hinteren Kessel-Kingstonventile hätte seine gezeichnete Stellung zu behalten, endlich der Hahn am Rohre 7 geschlossen zu bleiben. Alle Speiseköpfe 6 wären selbstverständlich auch zu schließen. Der Dreiweghahn *d* der Steuerbord liegenden Dampfpumpe wäre um 90° zu drehen, so dass die Communication der Rohre 6 und 9 hergestellt ist, beide jedoch gegen die Pumpe hin abgeschlossen wären; der Hahn *e* derselben Pumpe müsste dieselbe gegen die Rohre 10 und 6 abschließen; der Hahn *d* der Steuerbord-Dampfpumpe müsste die Verbindung der Rohre 9 und 11 unterbrechen, dagegen die Dampfpumpe mit dem Rohre 9 in Communication bringen; der Hahn *e* derselben Pumpe wäre um 180° zu drehen, um die Verbindung zwischen der Pumpe und dem Rohre 11 herzustellen, dagegen das Rohr 10 gegen die Dampfpumpe und gegen das Rohr 11 abzuschließen. Wird nun das Pumpen-Kingstonventil und dessen Schutzhahn geöffnet, die Backbord-Dampfpumpe in Betrieb gesetzt, und ist ferner der Hahn *a* am vorderen Steuerbord-Kessel geöffnet, so wird das Kesselwasser durch die Rohre 12, 8, 6, 9 angesaugt und durch das Rohr 11 in die See gedrückt. (Alle vorbeschriebenen Manipulationen sind an einem Schema zu üben, welches der Schüler zeichnet.)

G. L.

VI. Von den Treibapparaten.

Unter dem Treibapparate (Propeller) eines Schiffes versteht man jene Vorrichtung, deren Aufgabe es ist, die auf sie übertragene Arbeit der Schiffsdampfmaschine zur Fortbewegung des Schiffes zu verwerten. Man unterscheidet im allgemeinen zwei Arten von Treibapparaten, und zwar 1.) das Schaufelrad und 2.) die Schraube.

1. Schaufelräder.

Die Räder lassen sich in solche mit fixen und in solche mit beweglichen Schaufeln eintheilen. Raddampfschiffe erhalten stets zwei Räder, wovon eines auf der Steuerbord- und eines auf der Backbordseite angeordnet ist.

Ein Rad mit fixen Schaufeln ist in den Figuren 4 und 5, Tafel 11, abgebildet. Die aus dem Inneren des Schiffes austretende Radachse *a* ist hiebei in einem an der äußeren Schiffswand *A* befestigten Lagerstuhle *b* gelagert, und wird das Ende dieser Achse durch ein zweites Lager *c* getragen, das auf einem Balken, der zugleich den das Rad umgebenden Radkasten *ABC* trägt, befestigt ist. Auf der Achse *a* ist auf jeder Bordseite eine Nabe oder Hülse *d* aufgekeilt, an deren Enden auf angegossenen Scheiben, den Radrosetten, die Radspeichen *e*, *e*, hier Strahleisen genannt, angebracht sind. Diese letzteren werden mit den Rosetten durch Schrauben verbunden und gehen radial gegen den Radumfang, wo sie durch starke Ringe *p*, *q* versteift werden. Um dem ganzen Systeme mehr Festigkeit und Widerstandsfähigkeit zu geben, sind außerdem noch weiter gegen die Mitte zu die Ringe *m*, *n* angebracht und die Strahleisen gegen einander durch Streben *ff* versteift. An den äußersten Enden der Strahleisen sind die rechteckigen, hölzernen Radschaufeln *g*, *g* angebracht, und erfolgt die Befestigung derselben an den Strahleisen durch sogenannte Hakenschrauben oder durch geschlossene Bügel (Fig. 3).

Bei der Drehung des Rades durch die Maschine wird durch den Widerstand des Wassers ein Druck gegen die Schaufeln entstehen, der sich mittelst der Strahleisen auf die Achse und deren Lagerung fortsetzt und so die Bewegung des Schiffes hervorbringt.

Dieser Widerstand, den man sich senkrecht auf die Radschaufeln wirkend denken kann, ist in Fig. 1, Taf. 11, durch die Pfeile *d*, *d'*, *d'''*

dargestellt, und wird sich derselbe bei den fallweise gegen den Wasserspiegel schiefliegenden Schaufeln in je zwei Componenten zerlegen, deren eine, und zwar die horizontal wirkende f', f''', zur Fortbewegung des Schiffes dient, während die Verticalcomponenten das Schiff zu heben (g') oder zu senken (g''') trachten. — Die horizontalen Componenten, welche alle parallel und im selben Sinne wirken, werden die Bewegung der Achse, mithin auch die des Schiffes, in der Richtung AF hervorbringen, während die verticalen Componenten nutzlos verloren gehen. Bei der Umdrehung dieses Rades wird durch die ins Wasser eintretende Schaufel $a''b''$ ein Schlag auf dasselbe ausgeübt, welcher um so größer wird, je kleiner der Eintrittswinkel q der Schaufel ist; die austretende Schaufel $a'''b'''$ dagegen wird das über ihr befindliche Wasser, dessen Menge mit der Größe des Austrittswinkels s wächst, emporschleudern. Dass sowohl der Schlag der Schaufeln auf das Wasser, sowie das unnöthige Heben desselben für die Wirkung des Rades und für die Dauer der Schaufeln schädlich ist, wird einleuchtend sein, und man hat deshalb diese beiden Nachtheile dadurch theilweise zu umgehen gesucht, dass man die Schaufeln in zwei oder drei Theile zerlegte, die aber dann nicht auf dieselbe Seite des Strahleisens gesetzt werden, wie bei C in Fig. 2, sondern deren Anbringung in der bei A und B derselben Figur angedeuteten Weise erfolgte. Trotzdem fand noch immerhin bei solchen Rädern ein bedeutender Kraftverlust statt, und hat man, um diesen Verlust und die durch das Auftreffen der Schaufeln entstehenden Erschütterungen zu vermeiden, Räder mit beweglichen Schaufeln construirt, welch letztere während ihrer ganzen Bewegung durch das Wasser nahezu vertical bleiben.

Das Rad mit beweglichen Schaufeln wird auch das Morgan'sche oder Patentrad genannt und ist in den Figuren 7 und 8, Tafel 11, abgebildet. — Die Achse a ragt hier frei in den Radkasten C hinaus und ist in dem auf einem starken Träger ruhenden Lager b getragen. Am Ende der Achse sitzt eine Doppelrosette, auf welcher zwei Systeme von Strahleisen ee befestigt sind, die untereinander durch die Ringe m, n, p, q verbunden werden. In den sichelförmig gebogenen Enden r, r der Strahleisen finden die Zapfen tt, deren je zwei auf jeder Radschaufel g mittelst Trägern befestigt sind, ihre Lagerung. Der je nach außen gelegene Schaufelträger jeder Schaufel besitzt einen kurzen Arm st, und sind die Enden s, s dieser Arme durch die sogenannten Leitstrahlen l, l mit der Rosette c verbunden,

welche auf einem Zapfen drehbar ist, der, excentrisch zur Radachse, am Radkastenträger befestigt wird. Ein Leitstrahl (in Fig. 7 der zur untersten Schaufel gehörige) ist mit der Rosette c fest, die anderen sind mit ihr durch Charniere verbunden, und vermittelt der erstgenannte bei der Drehung des Rades das Mitnehmen des ganzen Leitstrahlensystems.

Fig. 6, Taf. 11, stellt uns ein solches Rad schematisch dar, und können wir hier deutlich den Zusammenhang und die Wirkungsweise der einzelnen Theile desselben beurtheilen. Ist das Rad in Bewegung, so werden die Endpunkte hh' der Arme eh, $e'h'$ um den Punkt O vermöge der Leitstrahlen BB' Kreise beschreiben, während die Bewegung der Zapfendrehpunkte ee' in einem Kreise, dessen Mittelpunkt im Radachsenmittel liegt, stattfindet. Hiedurch erfolgt eine stetige Änderung der einzelnen Schaufelstellungen, was, wie leicht zu ersehen ist, von Vortheil für die Wirkung des Rades sein muss, da die fallweise ins Wasser eintretende Schaufel nicht, wie früher, unter dem Winkel q auf das Wasser trifft, sondern unter dem bedeutend größeren Winkel p, wodurch der entstehende schädliche Schlag vermindert wird; die Schaufeln bewegen sich hiebei fast vollkommen vertical durchs Wasser, daher die verlorengehenden Kraftcomponenten sehr unbedeutende sein werden und das Emporschleudern des Wassers durch die austretenden Schaufeln auch nur in sehr geringem Maße stattfindet.

Aus dem Gesagten ist zu ersehen, dass das Morgan'sche Rad bedeutend vortheilhafter als das früher erwähnte ist, und wird es daher mit Vorliebe namentlich auf kleineren Fahrzeugen verwendet; bei großen Raddimensionen jedoch wird auch das Gewicht solcher Räder sehr groß, und würde bei schwerem Seegang leicht der Mechanismus für die Schaufelbewegung Havarien erleiden oder in Unordnung gerathen können, weshalb man bei großen Seeschiffen das Rad mit fixen Schaufeln dem Patentrade vorzieht.

Bei größeren Seeschiffen beträgt die Eintauchung der oberen Kante der tiefsten Schaufeln unter den Wasserspiegel beiläufig 0·4 m, bei kleineren beiläufig 0·3 m, während sie bei Flusschiffen gleich Null ist, d. h. dass hier die Oberkante der Schaufel im Wasserspiegel selbst liegt. Der Grund für die größere Eintauchung der Schaufeln bei Seeschiffen liegt in den Rollbewegungen, welcher Seeschiffe ausgesetzt sind; es soll nämlich durch die größere Eintauchung der Oberkanten verhindert werden, dass das Schaufelrad beim Rollen des

Schiffes ganz aus dem Wasser heraustrete, was einer plötzlichen Verminderung des Widerstandes entsprechen und einen sehr raschen, der Maschine schädlichen Gang hervorrufen würde.

Unter dem räumlichen Slip eines Rades versteht man den Unterschied zwischen dem wirklichen Wege des Schiffes und der während derselben Zeit vom mittleren Schaufelkreis abgewickelten Strecke. Der mittlere Schaufelkreis ist näherungsweise jener, dessen Halbmesser gleich ist dem Abstande des Schaufelmittels (*c* in Fig. 1 und 6) vom Radachsenmittel mehr einem Sechstel der radial gemessenen Schaufelbreite.

Diese Differenz zwischen dem wirklichen Wege eines Raddampfschiffes und dem Wege der Räder entsteht dadurch, dass sich das Wasser nicht wie ein fester Körper verhält, sondern vielmehr durch die Schaufeln weggedrückt wird, und hat dieses Entschlüpfen des Wassers auch stets einen Kraftverlust zur Folge.

Dividirt man den räumlichen Slip durch den Weg des mittleren Schaufelkreises und multiplicirt den erhaltenen Quotienten mit 100, so erhält man eine Zahl, welche den «Slip des Rades in Procenten» angibt.

2. Schiffsschrauben.

Denkt man sich auf dem Umfange eines Kreiscylinders (Fig. 9, Taf. 11), dessen Axe in *ab* liegt, die Schraubenlinie *dkc* aufgetragen und lässt die auf der Axe *ab* senkrechte Gerade *ac* mit dem Punkte *c* auf der Schraubenlinie, mit dem Punkte *a* aber auf der Axe aufliegend und stets parallel zu sich selbst gleiten, so wird sie eine windschiefe Fläche beschreiben, die man eine konoïdische oder Schraubenfläche nennt. Die Linie *ac* ist dann die Erzeugende, die Schraubenlinie *dkc* die Leitlinie, und heißt die Ganghöhe *cd* der letzteren die Steigung der Schraubenfläche. Nimmt man aus dieser Fläche einen, z. B. durch die Geraden *ac* und *fg* begrenzten Theil heraus, so gibt dieser die Fläche für einen Schraubenflügel, deren eine Schiffsschraube zwei, drei oder mehrere haben kann.

Eine Schraubenfläche, wie die in Fig. 9 gezeichnete, für einen Treibapparat zu verwenden, ist nicht gut möglich, weil die Längenausdehnung derselben zu bedeutend ist, was eine große Schwächung des Achtertheiles jenes Schiffes, auf dem eine nach ihr geformte Schraube zu installiren wäre, bedingen würde. Man theilt daher die Schraubenfläche in mehrere Theile, formt nach diesen Flächentheilen

die einzelnen Schraubenflügel, stellt sie radial um eine Nabe und bildet hiedurch die eigentliche Schiffsschraube.

Denkt man sich um die Axe ab noch einen Cylinder MH von kleinerem Durchmesser beschrieben und vergleicht das so entstehende Bild mit jenem der Fig. 13, so erkennt man den Zusammenhang zwischen der Schiffsschraube und der Schraubenfläche, aus welcher sie entstanden gedacht werden kann. — Der die Nabe bildende Cylinder MH (Fig. 13), welcher nach beiden Enden zu etwas schwächer wird, nimmt die Schraubenaxe auf, der Flügel $gGCc$ entspricht dem ebenso bezeichneten in Fig. 9, und ist ihm gegenüber ein zweiter, ganz gleicher Flügel $g'G'C'c'$ angebracht; die Mittellinie des Flügels ist auch hier, wie in Fig. 9, die Gerade ij.

Die Schiffsschraube wirkt in ähnlicher Weise wie jede andere Schraube, nur dass ihre Mutter kein fester Körper ist, sondern vielmehr durch das Wasser gebildet wird; wenn wir uns vorstellen, dass sich die Schraube (Fig. 9) im Sinne der Pfeile x drehe, so ist klar, dass ihre fortschreitende Bewegung in der Richtung y erfolgen muss.

Die Schraubenflügel müssen selbstverständlich eine gewisse Dicke haben, die aus Festigkeitsrücksichten gegen die Mitte zunehmen muss, wie dies die concentrisch zur Achse geführten Schnitte in Fig. 13 zeigen, wobei jedoch die für den Vorwärtsgang des Schiffes wirkende Fläche, die sogenannte Hinterfläche der Schiffsschraube, unveränderlich ihre Schraubenform beibehält.

Denken wir uns in Fig. 9 durch die Erzeugende fg eine auf die Axe ab senkrechte Ebene gelegt, so wird das entstehende Dreieck ghc nach seiner Abwicklung ein rechtwinkliges $g'h'c'$ (Fig. 10) bilden, in welchem $g'h'$ den betreffenden Theil des Cylinderumfanges und $h'c'$ den für diesen Flächentheil entsprechenden Theil der Steigung darstellt, den man auch die Länge des Schraubenflügels nennt; $g'c'$ ist die Leitlinie.

Wenn man die als Leitlinie dienende Schraubenlinie dkc abwickelt, so wird dieselbe die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreieckes bilden (Fig. 11), dessen eine Kathete der Cylinderumfang πD (D der Cylinder- oder Schrauben-Durchmesser) und dessen zweite Kathete s die Steigung ist. Dieser Fall, in welchem die Leitlinie eine Gerade bildet, kommt bei den Schrauben mit constanter Steigung vor. Es ist klar, dass bei der Drehung der Schraube vom Flügel ein Stoß auf das Wasser ausgeübt wird, der mit der Größe der Steigung s wächst; in manchen Fällen wird deshalb zur Ver-

minderung dieses Stoßes der Leitlinie eine ungleichförmige, aber successiv zunehmende Steigung gegeben, die an jener Kante, welche zuerst ins Wasser einschneidet, geringer ist als an der, welche zuletzt zur Wirksamkeit kommt. Die Steigung an der ersteren nennt man Eintrittssteigung, die an der letzteren Austrittssteigung. Die abgewickelte Leitlinie wird in diesem Falle die in Fig. 12 gezeichnete Gestalt haben und kommt so bei den Schrauben mit variabler Steigung vor. Das Einschneiden des Flügels in das Wasser wird bei Schrauben mit geringer Eintrittssteigung sanfter und mit viel geringerem Stoß vor sich gehen, und der durch die anfänglich kleinere Steigung hervorgebrachte Verlust an fortschreitender Bewegung durch die größere Austrittssteigung wieder ausgeglichen.

Würde sich die Schiffsschraube in einem festen Mittel drehen, so müsste sie während einer Umdrehung um ihre ganze Steigung vorrücken; da aber das Wasser nachgibt und dem Flügel entschlüpft, so wird die Vorrückung der Schraube während einer Umdrehung kleiner sein als die Steigung. Dieser Unterschied zwischen der Vorrückung bei einer Umdrehung und der Steigung heißt der räumliche Slip der Schraube für eine Umdrehung. Dividirt man diese Differenz durch die Steigung der Schraube, so erhält man einen Quotienten, der kurzweg Slip genannt wird und angibt, welcher Theil des Schraubenweges bei der Fortbewegung des Schiffes verloren geht. Multiplicirt man den so erhaltenen Bruch mit 100, so erhält man eine Zahl, die den «Slip der Schraube in Procenten» angibt.

Zur Erzielung eines möglichst großen Nutzeffectes hat man den Schiffsschraubenflügeln die mannigfaltigsten Formen zu geben versucht, deren gebräuchlichste auf Taf. 11 dargestellt erscheinen.

Fig. 14 zeigt eine Schraube, deren Fläche nach rückwärts gezogen ist, was dadurch geschieht, dass die Erzeugende sich nicht vertical auf der Schraubenaxe bewegt. — Bei dem Propeller von Hirsch (Fig. 15) ist nicht nur die Begrenzungslinie der Flügel eigenthümlich (nämlich eine Spirale), sondern es sind auch die Flügel selbst nach vorne gebogen, indem die Erzeugende von einer eigenthümlich gebogenen krummen Linie gebildet wird. — Fig. 16 stellt einen Mangin'schen Propeller vor, der eigentlich aus zwei hintereinander befindlichen gewöhnlichen Schrauben besteht. — Die Schraube von Ericson (Fig. 17) ist durch sechs Flügel gebildet, von denen drei sich bis zur Nabe fortsetzen, die übrigen drei aber an einem Ringe

endigen, der mit den Flügeln und der Nabe aus einem Gusstücke besteht; diese Anordnung bezweckt die Entwicklung einer möglichst großen Schraubenfläche. — Eigenthümlich gestaltet ist auch der Thornycroft'sche Propeller (Fig. 18), dessen Erzeugende durch eine nach rückwärts gebogene krumme Linie gebildet wird. — Fig. 19 zeigt einen gewöhnlichen Propeller mit vier Flügeln, die jedoch mit der Nabe nicht aus einem Stücke bestehen, sondern vielmehr mittelst angegossenen Flantschen durch Schrauben auf der Nabe befestigt werden. Dieser Propeller (Maudslay'sche Flügelbefestigung) bietet nicht nur den Vortheil einer leichteren Herstellungsweise, sondern gestattet auch den Wechsel eines durch Zufall gebrochenen Flügels, was bei den bisher betrachteten Schrauben nicht möglich ist, da bei diesen vielmehr der Bruch eines Flügels die Neuerzeugung des ganzen Propellers nothwendig macht. Selbstverständlich wird man diese Befestigungsweise der Flügel bloß bei größeren Propellern anwenden, bei welchen auch die Nabe entsprechend groß gemacht werden kann.

Der gegenwärtig wohl am häufigsten angewendete Propeller ist der von Griffith construirte (Fig. 20). Derselbe besteht aus einer großen hohlen Kugelnabe (die auf das konische Ende der Propellerachse a geschoben und durch die beiden Keile k und durch die Schraubenmutter m in ihrer Lage erhalten wird) und aus den in ihr befestigten Flügeln. — Die mit einer Flantsche versehene Mutter m, welche in das auf dem Achsenende geschnittene Gewinde greift, ist gegen das Loswerden durch eine kleine Versicherungsschraube geschützt. Die Erzeugende dieses Propellers besteht aus einer Linie, deren innere zwei Drittel durch eine auf der Achse senkrechte Gerade gebildet werden, an welche sich als äußeres Drittel ein Stück einer Parabel anschließt. Die Flügel F haben je eine Flantsche und den Zapfen b angegossen, welche Theile derselben in entsprechende Öffnungen der Kugelnabe eingepasst sind und mit den Schrauben f sowie mit den Keilen c an diese befestigt werden. Um den Flügeln die richtige Stellung geben oder die Steigung derselben innerhalb gewisser Grenzen ändern zu können, befinden sich die Köpfe der Schrauben f in der ausgedrehten cylindrischen Nuth d, und sind in der Nabe für die Keile c der Zapfen b entsprechend weite Öffnungen. Die zwischen dem Keile c und den Wandungen der Öffnungen der Nabe fallweise verbleibenden Zwischenräume werden durch Pockholzkeile ausgefüllt und so eine Drehung des Flügels um seinen Zapfen ver-

hindert. Der Keil c wird durch die Öffnungen $p\,q$ ins Innere gebracht und durch die an seinen beiden Enden befindlichen Schrauben festgestellt, worauf die Öffnungen $p\,q$ durch Deckel dicht abgeschlossen werden. (Umstellen der Steigung beschreiben.)

(Vor- und Nachtheile der Schaufelräder im Vergleiche zu Schiffsschrauben zu erörtern.)

Nach der Art ihrer Verbindung mit der Propellerachse unterscheidet man: 1.) fixe Schrauben, d. s. solche, welche mit der Achse durch Keile oder Schrauben fest und unverrückbar verbunden sind; 2.) auskuppelbare, d. s. jene, bei welchen die Propellerachse mit der Maschine lösbar verbunden ist; und 3.) hissbare Schrauben.

Die hissbare Schraube kann durch eine entsprechende Vorrichtung vertical nach aufwärts aus dem Wasser gezogen werden, wobei zugleich ihre Verbindung mit der Propellerachse gelöst wird. Der im Achterschiffe befindliche Raum, in welchen die Schraube durch das Hissen gebracht wird, heißt der Propellerbrunnen. Diese Anordnung bietet nicht nur den Vortheil, dass sie eine Untersuchung und Reparatur des Propellers in See gestattet, sondern auch jenen, dass die Schraube im gehissten Zustande weder für das Steuern noch für die Geschwindigkeit beim Segeln ein Hindernis darbietet. Bei Schiffen, die nicht nur mit Dampf, sondern auch mit Segel zu fahren berufen sind, wendet man nur zweiflüglige hissbare Propeller an, deren Flügel beim Hissen vertical gestellt werden.

Ein solcher Hissapparat ist in Fig. 1, Taf. 12, dargestellt. Die Propellerkugel ist hier nicht auf einer Achse aufgekeilt, sondern hat vielmehr nach beiden Seiten hin einen sehr starken, rohrförmigen Anguss, der die Fortsetzung der Propellerachse L bildet und mit ihr durch eine sogenannte Keilkupplung verbunden ist, indem dieser Anguss in einer mit Keil versehenen Scheibe F_1 endigt, während der am Achsenende sitzende Ring F die Keilnuth enthält. Denken wir uns diese letztere vertical gestellt, so ist ersichtlich, dass man durch einfaches Heben des Propellers die Verbindung desselben mit der Achse lösen kann. — Zu diesem Zwecke ruht die Achse der Propellerkugel in zwei mit Pockholz ausgefütterten Lagern a, a, welche durch den Rahmen A, der den Propeller umgibt, miteinander verbunden sind und auf zwei starken Trägern aufruhen, die man Sattel nennt, und von welchen einer mit dem Achtersteven und einer mit dem Steuersteven verbunden ist. Nach oben zu verlängern sich diese Sattel und bilden

die Führungen C für den Rahmen A; am oberen Theile sind diese Führungen mit einer Verzahnung versehen, in welche die Stopper BB eingreifen, um beim Hissen ein Zurückfallen der Schraube sammt Rahmen zu verhüten. Am oberen Theile des Rahmens A ist ein starkes Auge angegossen; dasselbe bildet den Angriffspunkt für ein Tau, das über eine in zwei Bogenträgern gelagerte Rolle G geleitet wird und zu einem Gangspill führt, womit der ganze Apparat gehoben werden kann.

Um beim Hissen oder Streichen der Schraube eine Drehung derselben zu verhindern, und um sicher zu sein, dass der Keil der Kupplung F_1 auch vertical stehe, ist am Rahmen A eine Art Riegel de vorhanden, der in einen an der Außenkante des Flügels befindlichen Schlitz durch eine eigene Schraube eingeschoben wird, deren Drehung manvon oben durch einen langen Steckschlüssel bewirkt. Im Inneren des Schiffes muss überdies eine Marke an der Propellerachse angebracht sein, welche die verticale Stellung des Keiles F_1 und somit die für das Hissen oder Streichen richtige Lage der Keilnuth angibt. Der Rahmen A und mit ihm auch der Propeller selbst werden in ihrer tiefsten Lage durch zwei starke Stützen EE gehalten, deren untere Enden in Pfannen sitzen, welche zu diesem Zwecke am Rahmen angebracht sind; am oberen Ende enthalten sie Presschrauben, mit denen sie sich gegen entsprechende Ansätze stemmen. Beim Hissen werden selbstverständlich diese Presschrauben gelüftet und die Stützen EE ausgehoben. Die Stopper sind mit den Hebeln Bb versehen, an deren Enden schwache Ketten oder Leinen befestigt werden, um beim Streichen des Propellers die Stopper auslösen zu können.

Unter der Propellerachse versteht man jenen Wellenstrang, der vom Schneckenrade der Maschine durch das Stevenrohr in die See reicht und an deren äußersten Enden bei nicht hissbaren Schrauben der Propeller sitzt. — Das letzte Achsenstück L (Fig. 1, Taf. 12) ist mit einem Überzuge von Bronze oder Kupfer versehen, um gegen die Einwirkung des Wassers geschützt zu sein, und findet seine Lagerung in dem zu diesem Behufe an seinen Enden mit Pockholzleisten ausgefütterten, aus Metall hergestellten Stevenrohre, welches behufs Aufnahme dieser Holzleisten mit eingehobelten Canälen versehen ist.

Das Stevenrohr wird vom Inneren des Schiffes aus eingezogen, wo es mittelst einer angegossenen Flantsche durch Schrauben am

Todtholze des Stevenstückes befestigt wird. Hier befindet sich auch die Stopfbüchse *K* (Fig. 6), welche das Eindringen des Wassers in das Schiff verhindert, und unmittelbar hinter dieser Stopfbüchse geht vom Stevenrohre aus das mit einem Hahne versehene Rohr *M* in das Innere des Schiffes, welches den Zweck hat, das im Stevenrohre circulirende Wasser auch auf die Maschinenlager leiten zu können, wenn letztere warm laufen sollten.

Die einzelnen Stücke der Propellerachse sind miteinander durch Scheibenkupplungen verbunden (Fig. 7), die jedoch wegen der Formveränderungen des Schiffes bei schwerem Seegange eine gewisse Beweglichkeit haben müssen; diese Beweglichkeit wird durch die etwas gewölbten, aneinanderstoßenden Flächen der Kupplungsscheiben, durch elastische (Kautschuk-) Unterlagen der Kupplungsbolzenmuttern und endlich durch die Form der Kupplungsbolzen selbst erzielt.

Die Lager für diese Achsenstücke (Fig. 8) sind gewöhnlich ganz von Gusseisen hergestellt und nur mit Weißmetall ausgegossen.

Die Übertragung des vom Propeller ausgeübten Druckes, beziehungsweise des durch die Bewegung des Propellers im Kielwasser wachgerufenen Gegendruckes, auf den Schiffskörper wird durch das sogenannte Thrustlager (Stoßlager) bewirkt. Zu diesem Behufe ist ein Stück der Propellerachse mit ringförmigen Ansätzen *BB* (Fig. 9) versehen, und findet dasselbe seine Lagerung vorerst in den beiden Lagern *AA*, die ganz ähnlich den anderen Achsenlagern sind; diese beiden Lager sind untereinander durch angegossene starke, mit Ansätzen versehene Schienen verbunden und werden auf einer gemeinschaftlichen Fundamentplatte befestigt, die ihrerseits wiederum auf einer mit dem Schiffskörper fest verbundenen Unterlage, dem Thrustlagerbock, aufsitzt. Der Druck, welchen das Wasser auf die sich bewegende Hinterfläche der Schraube nach vorwärts übt, wird von den Kämmen *B* auf die Thrustlagerringe *C* übertragen, welche aus gusseisernen, nach unten offenen Cylindern bestehen, deren arbeitende Flächen mit Weißmetall ausgegossen sind. Die Stellung dieser Ringe kann durch die gegen die Ansätze des Lagerkörpers sich stemmenden Stellschrauben *b* regulirt werden, und wird ein Verschieben dieser Ringe in der Querrichtung, sowie ein allenfallsiges Abheben derselben durch die in eine Nuth eingreifenden Schrauben *aa* verhindert. Der ganze Untertheil des Thrustlagers, auch Support

genannt, ist, sowie auch manchmal die Fundamentplatte selbst, durch Schrauben *DD* verstellbar, was bei abgenützten Lagerflächen ein gleichmäßiges Anziehen des ganzen Thrustlagers ermöglicht und auch die erste Montirung desselben sehr erleichtert. — Die Lager *AA* übertragen beim Rückwärtsgang der Maschine den Druck des Propellers auf den Thrustlagerbock und sind deshalb auf ihrer arbeitenden Stirnseite gleichfalls mit Weißmetall ausgegossen. Die Thrustlagerringe sind mit ausgiebigen Schmiervorrichtungen versehen, um die Abnützung derselben möglichst hintanzuhalten.

J. U.

Fünfter Abschnitt.

Schiffspumpen, Destillatoren und Ejectoren.

I. Schiffspumpen.

Von besonderer Wichtigkeit für ein jedes Schiff sind die in selbem installirten Pumpen, und es sollen daher die am häufigsten vorkommenden Arten derselben hier kurz besprochen werden. — Man kann sie in zwei Gruppen theilen, und zwar: 1) in Dampfpumpen, deren Bewegung durch Dampfkraft hervorgebracht wird, und 2.) in Handpumpen, welche durch Menschenkräfte betrieben werden.

1. Dampfpumpen.

Die auf den Schiffen S. M. Kriegsmarine vorkommenden Arten der Dampfpumpen sind auf Taf. 14 in den Figuren 1 bis 7 dargestellt, und dienen selbe hauptsächlich zur Kesselspeisung. Auf Schiffen, auf denen keine eigenen Dampffeuerspritzen vorhanden sind, werden die Dampfpumpen dergestalt eingerichtet, dass sie bei Feuersgefahr als Feuerspritzen dienen können; auch ist es zumeist ermöglicht, das in den Sodraum eingedrungene Wasser mittelst dieser Dampfpumpen in See zu schaffen.

In Fig. 1 und 2 ist eine verticale, directwirkende Dampfpumpe dargestellt. Ein kleiner verticaler Dampfcylinder *A* ist durch zwei starke Ständer mit einem unter ihm befindlichen kastenförmigen Gehäuse verbunden, das den mit Metall gefütterten Pumpencylinder *B* und die entsprechenden Saug- und Druckventile enthält. Die Dampfkolbenstange *a* überträgt ihre Bewegung mittelst eines Rahmens *cc*, der seine Führung an den beiden Ständern des Dampfcylinders findet,

direct auf die Kolbenstange *b* der Pumpe. Im Schlitze des Rahmens befindet sich ein Gleitstück, das den Kurbelzapfen einer Welle *d* umfasst, auf der einerseits das für die Steuerung des Dampfcylinders nöthige Excenter, anderseits ein kleines Schwungrad sitzt, welches eine gewisse Gleichförmigkeit im Gange der Pumpe herzustellen hat. Auch ist am Ende der Welle *d* ein viereckiger Ansatz bemerkbar, auf den eine Kurbel aufgesteckt werden kann, um allenfalls die Pumpe auch von Hand bewegen zu können. Die vier Ventile dieser Pumpe sind durch Kautschukscheiben gebildet, welche zur Hubbegrenzung mit Fangtrichtern versehen sind. Bei der Bewegung des Pumpenkolbens nach aufwärts wird durch das Saugrohr und das links unten befindliche Ventil das Wasser angesaugt und zu gleicher Zeit das ober dem Kolben befindliche Wasser durch das rechts oben liegende Ventil in das Druckrohr befördert, während beim Niedergange des Pumpenkolbens durch das links oben befindliche Ventil der Eintritt des Wassers stattfindet und das unter dem Kolben befindliche durch das rechts unten liegende Ventil entströmt. Man nennt deshalb auch die beiden auf der linken Seite befindlichen Ventile die Saugventile, im Gegensatz zu den beiden anderen, den Druckventilen. Diese Pumpe ist also, da sie bei jedem Hube des Pumpenkolbens gleichzeitig saugt und drückt, eine doppeltwirkende.

Eine andere, ältere Dampfpumpenart ist in den Figuren 3 bis 5 dargestellt. Auch diese Pumpe ist vertical aufgestellt, und sitzt der Dampfcylinder *A* auf einem hohlen, cylindrischen Gehäuse *C*, das zugleich als Windkessel dient. Die Dampfkolbenstange *a*, welche von einer gegabelten Triebstange erfasst wird, überträgt durch diese ihre Bewegung auf die Kurbelwelle, auf der einerseits ein Schwungrad, anderseits ein kleines Zahnrad aufgekeilt ist und von der auch der Dampfschieber bethätigt wird. Die Kurbelwelle liegt in zwei auf einem starken Rahmen befindlichen Lagern, und hat dieser Rahmen — welcher durch vier Säulen mit dem Cylinder verbunden ist und mittelst Lappen auch noch an eine Wand befestigt werden kann — außerdem noch zwei Lager, in denen eine zweite Kurbelwelle liegt. Auf letzterer ist ein größeres Zahnrad aufgekeilt, welches in das früher erwähnte kleine Zahnrad eingreift, und erhält diese Welle somit durch die Zahnradübersetzung ihre Bewegung von der Schwungradwelle. Von der Kurbel dieser zweiten Welle wird durch die Triebstange *e* ein doppelarmiger Hebel *f*, der um einen im Gehäuse *C* angebrachten Zapfen *g* schwingt, in Bewegung gesetzt, welcher mittelst der

an seinen Enden angreifenden Stangen *b b* die in den Pumpencylindern *B B* befindlichen Kolben bewegt. Diese Pumpencylinder (Pumpenstiefel) sind nach oben durch je einen kleinen Deckel geschlossen, der das Hineinfallen von Unreinigkeiten zu verhüten hat. Der Windkessel steht auf einem gusseisernen Kasten, welcher die Canäle, Ventile und Hähne für die einzelnen Functionen dieser Pumpen enthält.

Zu jedem der beiden Pumpencylinder *B B* gehören zwei Ventile, nämlich ein Saug- und ein Druckventil, von denen das erstere beim Heben des Pumpenkolbens durch den im Horizontalschnitte (Fig. 5) mit *S* bezeichneten Canal das Wasser in den Cylinder *B* gelangen lässt; beim Niedergange des Kolbens wird das im Cylinder *B* enthaltene Wasser durch das zweite Ventil in den Raum *D*, welcher mit dem Windkessel *C* in Verbindung steht, gebracht, von wo es dann weiter befördert wird. Den Ein- und Austritt des Wassers bewerkstelligen die beiden Hähne 1 und 2, von denen die betreffenden Rohrleitungen abzweigen; von diesen beiden Leitungen kann eine jede sowohl als Saug- als auch als Druckleitung dienen, was einfach durch das Verstellen der beiden Hähne geschieht, deren Schlüssel zu diesem Zwecke eigens verbunden sind, wie dies Fig. 12 zeigt. — Um zu verhindern, dass durch Unvorsichtigkeit (z. B. beim Inbetriebsetzen der Pumpe bei geschlossenen Hähnen der Rohrleitung) das Bersten eines Rohres oder eines Bestandtheiles der Pumpe wegen zu großer erzeugter Spannung veranlasst werde, ist der Druckraum *D* mit einem entsprechend belasteten Sicherheitsventile *V* versehen. — Da die bei dieser Pumpe in Anwendung kommenden Kolben nur beim Aufgange saugen und beim Niedergange drücken, so ist selbe einfachwirkend.

Die Anordnung einer horizontalen Dampfpumpe zeigen Fig. 6 und 7. Auf einer gusseisernen Fundamentplatte ist einerseits der Dampfcylinder *A*, anderseits der Pumpencylinder *B* befestigt, und überträgt die Dampfkolbenstange *a* ihre Bewegung direct auf den Kolben der Pumpe, an welcher seitlich der mit einem Windkessel ausgestattete Ventilkasten angebracht ist. Der Pumpencylinder steht mit diesem durch eine zwischen dem Saug- und Druckventile einmündende Öffnung in Verbindung, und wird das Wasser bei der Kolbenbewegung nach rechts durch das untere Ventil angesaugt, während es bei der entgegengesetzten Bewegung durch das obere Ventil, das Druckventil, weiter befördert wird. — Die Verbindung der Kolbenstange *a* mit dem Pumpenkolben geschieht durch einen

in der Fundamentplatte geführten Rahmen *c*, in dessen Schlitze sich (ähnlich wie in Fig. 1 und 2) der Kurbelzapfen einer gekröpften Welle *d* bewegt, welche in zwei angegossenen Stühlen der Fundamentplatte gelagert ist und auf einer Seite durch ein aufgekeiltes Excenter die Bewegung des Dampfschiebers vermittelt und auf der anderen ein kleines Schwungrad trägt. Auf einem Ende der Schwungradwelle ist ein Viereck, um nöthigenfalls die Pumpe mittelst einer aufgesteckten Kurbel auch von Hand bewegen zu können.

Eine größere Gattung dieser horizontal liegenden Dampfpumpen wird auf den Kriegsschiffen speciell als Feuerspritze verwendet. Eine solche ist auf Taf. 15, Fig. 5 u. 6, dargestellt und daraus deren Anordnung leicht erkenntlich. Auf einer gemeinschaftlichen gusseisernen Fundamentplatte sind der Dampfcylinder und das Pumpengehäuse sich gegenüberstehend befestigt. Die beiden Kolbenstangen sind durch einen Schleifrahmen miteinander verbunden, zwischen welchen das Kurbelzapfenlager geführt wird. Auf der in zwei Lagern ruhenden Kurbelachse ist einerseits das Excenter für die Schieberbewegung und auf der entgegengesetzten Seite ein Schwungrad angebracht. Da hier das Schiebergehäuse oben am Cylinder sitzt, so wird die Bewegung des Schiebers nicht direct vom Excenter, sondern mittelst eines doppelarmigen Hebels, welcher in *a* seinen Drehpunkt hat, bewirkt. Das eine Ende des Hebels greift bei *b* in den Schlitz der Schieberstange, während das andere Ende mit der Excenterstange verbunden ist. Das Pumpengehäuse ist ein parallelopipedischer Kasten, welcher durch 2 horizontale Scheidewände in 3 Räume getheilt ist. Im mittleren Raum, welcher durch eine verticale Scheidewand in der Mitte wieder getheilt ist, sitzt der Pumpenstiefel, in dem ein voller Kolben hin- und herbewegt wird. Die untere Scheidewand enthält 4 Saugventile, und zwar 2 für den Hin- und 2 für den Hergang des Kolbens. In der obern Scheidewand sind in gleicher Weise 4 Druckventile angebracht. *c* ist das Saugrohr, *d* das Druckrohr, und ist oberhalb des letzteren ein Windkessel angebracht. Wie leicht verständlich, ist diese Pumpe doppeltwirkend und liefert als Feuerspritze einen mächtigen continuirlichen Wasserstrahl. Diese Feuerspritze ist auf den Kriegsschiffen gewöhnlich auf dem Zwischendeck installirt und wird dessen Saugrohrleitung nicht bloß zu einem Kingston, sondern auch in die verschiedenen Sodräume und bei eisernen Zellenschiffen auch in die einzelnen Zellen abgezweigt, so dass also aus diesen Räumen das daselbst befindliche Wasser angesaugt und außer Bord geschafft werden kann.

2. Handpumpen.

Von den verschiedenen Arten der Handpumpen wollen wir die auf Schiffen meist verbreitete Downton-Pumpe (Fig. 8 bis 11) einer näheren Betrachtung unterziehen.

Auf einer Fundamentplatte *B* sitzt der verticale Pumpencylinder *A*, in welchem sich drei mit Kautschukventilen versehene Kolben bewegen. Auf diesem Cylinder ist ein Gehäuse befestigt, das mit einem Deckel verschließbar ist und die Lager für eine dreifach gekröpfte Kurbelwelle *d* enthält, auf deren beiden Enden Handhaben tragende Schwungräder aufgesteckt sind. Jeder der drei Kurbelzapfen bewegt einen an den Wänden des Gehäuses geführten Rahmen (Fig. 9 u. 11), indem er in einen eigenthümlich geformten Schlitz eingreift, wodurch auch die durch Stangen mit den Rahmen verbundenen Kolben in Bewegung gesetzt werden. Der unterste Kolben 3 ist mit dem mittleren Rahmen durch eine gerade Stange verbunden, während die Kolbenstange des Kolbens 2 durch ein die erste Stange umgebendes Rohr gebildet wird, das am oberen Ende einen Ansatz trägt, an welchem seitlich die Stange des rechts befindlichen Rahmens befestigt ist. Auf diesem Ende ist endlich der Kolben 1 verschiebbar, und wird seine Bewegung durch die Stange des dritten Rahmens hervorgebracht. (Centrale Kolbenführung.)

In den unteren Theil des Pumpencylinders mündet das Saugrohr *C* ein, während über dem höchststehenden Kolben das Druckrohr mittelst des Dreiweghahnes *D* am Pumpencylinder angebracht ist. Das Saugrohr *C* ist **U**-förmig gebogen und in der Fußplatte *B* befestigt, wo es bei *b* (Fig. 10 und 11) in einer Verschraubung endigt. Zu beiden Seiten des Saugrohres sind in der Fußplatte noch andere Verschraubungen *a* und *c*; die erstere ist durch das Rohr *d* mit dem Sodraume des Schiffes, die letztere durch das Rohr *f* mit der See in Verbindung, und kann durch das mit einem Ventile versehene Knierohr (Fig. 10) entweder das Sodrohr oder das Seerohr mit dem Saugrohre der Pumpe verbunden werden, sowie auch das **S**-förmige Stück des Druckrohres *D* von *c* nach *a* gedreht und dort verschraubt werden kann. — In der gezeichneten Stellung (Fig. 9 bis 11) wird demnach das Wasser aus dem Sodraume durch *a* angesaugt und durch den entsprechend gestellten Hahn *D* und durch das Rohr *c* in die See gedrückt. Bei jener Stellung, in welcher *b* mit *c* und *D* mit *a* verbunden ist, wird aus der See gesaugt und auf Deck oder auch, wenn der Hahn *D* umgestellt ist, in den Sodraum gedrückt.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass diese Pumpe als Sodpumpe zum Beschaffen des Wassers in die verschiedenen Schiffsräume und nöthigenfalls auch als Feuerspritze verwendet werden kann.

In neuerer Zeit wurden die Downton-Pumpen durch Stone wesentlich abgeändert und verbessert, und werden dieselben durch letztere immer mehr verdrängt. Eine solche Stone'sche Pumpe ist auf Taf. 15 in den Figuren 1, 2, 3 und 4 dargestellt. Dieselbe ist in ihrer äußeren Form der Downton-Pumpe ziemlich ähnlich, unterscheidet sich aber von derselben wesentlich in der Anordnung ihrer Kolben und in der Wirkungsweise derselben.

Wie Fig. 1 u. 2 zeigen, hat diese Pumpe 4 Kolben, wovon *a* und *b* doppeltwirkend als volle, die beiden anderen *c* und *d* aber einfachwirkend als Ventilkolben ausgeführt sind. Je 2 dieser Kolben, und zwar je ein einfach- und ein doppeltwirkender Kolben, sitzen auf einer gemeinschaftlichen Kolbenstange. In Fig. 2 sitzen z. B. die Kolben *a* und *c* auf der Stange *e*, während die Kolben *b* und *d* mit der Stange *f* verbunden sind. Die Kurbelwelle der Stone-Pumpe ist nur zweifach gekröpft und die beiden Kurbelzapfen stehen unter 180 Grad zueinander. Die Kurbelschleifen *h* und *i* werden wie bei der Downton-Pumpe seitlich geführt, und ist die Lagerung der Kurbelachse, sowie der obere Theil des Pumpengehäuses überhaupt, ganz mit der Downton-Pumpe übereinstimmend. Der Pumpenstiefel hat seitlich 2 Canäle angegossen, wie in Fig. 1 u. 4 ersichtlich ist. In dem linksseitigen Canal sind die beiden Ventilklappen *m* und *n* angebracht, und mündet zwischen den beiden eine Öffnung in den Pumpenstiefel, durch welche das Wasser aus- und eingeht. Der Canal *z* steht oben und unten ebenfalls mit je einer Öffnung mit dem Pumpenstiefel in Verbindung, durch welche das Wasser von den Kolben angesaugt wird. In der Zeichnung haben die Kolben *a* und *c* ihre höchste, die Kolben *b* und *d* ihre tiefste Stellung. Wird nun die Kurbelwelle gedreht, so bewegen sich die Kolben *a* und *b* gegeneinander und drücken das etwa dazwischen befindliche Wasser durch das Ventil *n* den Canal nach aufwärts. Gleichzeitig bewegt sich der Kolben *d* ebenfalls nach aufwärts und hebt das ober demselben befindliche Wasser in den oberen Theil des Pumpengehäuses, und da dieses als Windkessel dient, so muss das Wasser seinen Ausweg bei *p* nehmen. Durch das Herabgehen des Kolbens *a* und das Aufsteigen des Kolbens *d* wird der Raum III vergrößert, ebenso der Raum II durch das Aufwärtssteigen des Kolbens *b* und das Abwärtssteigen des Kolbens *c*

erweitert. Das unter dem Kolben *c* im Saugrohr *o* befindliche Wasser dringt durch denselben und füllt die erweiterten Räume II und III aus, bis ein neuer Wechsel in der Bewegung der Kolben eintritt. Vor dem Eintritte dieses Wechsels stehen die Kolben *a* und *b* in der Mitte des Pumpenstiefels nahe aneinander und haben alles Wasser verdrängt, der Kolben *c* befindet sich ganz unten und ließ eben durch seine Ventile das zur Füllung der Räume II und III erforderliche Wasser durchströmen, während der Kolben *d* auf seinem höchsten Punkt angekommen ist. Bei weiterer Drehung der Kurbelwelle geht der Kolben *d* nach abwärts und lässt das von den beiden nach aufwärts gehenden Kolben *a* und *c* und dem nach abwärts drängenden Kolben *b* aus den Räumen II und III verdrängt werdende Wasser durch seine Ventile durch. Gleichzeitig wird der Raum I durch die sich entfernenden Kolben *a* und *b* vergrößert, das Druckventil *n* schließt sich, und es dringt das Wasser aus dem Saugrohr *o* durch den Canal und das Saugventil *m* in denselben ein. Die Kolben nehmen nun wieder die anfangs innegehabte Stellung ein, und es wird sich beim Weiterdrehen der Kurbelwelle der beschriebene Vorgang wiederholen. Aus der eben erklärten Wirkungsweise ist ersichtlich, dass die beiden Kolben *a* und *b* gleichzeitig saugen und drücken und doppeltwirkend sind, während sowohl Kolben *c* als *d* nur beim Aufwärtsgehen saugen und drücken, im Abwärtsgehen dagegen nur das Wasser durchlassen. Da die Bewegungen der letzteren ebenfalls entgegengesetzt sind, also dieselben abwechselnd wirken, so können beide zusammen als eine doppeltwirkende Pumpe angesehen werden.

Die Stone'sche Pumpe ist daher einer dreicylindrigen doppeltwirkenden Pumpe gleich zu achten, während die dreikolbige Downton-Pumpe nur einer dreicylindrigen einfachwirkenden Pumpe gleichkommt.

Die Anordnung des Saugventilgehäuses auf der Fundamentplatte der Pumpe zum Umstellen auf See oder Sod, ebenso die Anbringung des Schlangenrohres zwischen dem Rohrstutzen *z* und einer der zur See oder Sod mündenden Rohrverbindung bei *w* oder *x* ist genau so wie bei den Downton-Pumpen.

Auf den Schiffen kommen auch tragbare Handpumpen in Verwendung, die ebenfalls verschiedenen Zwecken zu dienen haben. Um z. B. ein Schiff mit Trinkwasser zu versehen, werden diese Pumpen zu einer am Lande befindlichen Quelle, Brunnen oder Flusswasser trans-

portirt und mit Hilfe derselben ein großes Beiboot mit Süßwasser angepumpt und dann unter Bord dieses Wasser aus dem Boote durch dieselbe Pumpe in die im Schiffe befindlichen Wassercisternen befördert. Da diese Pumpen auch als Feuerspritzen zu dienen haben, so haben sie meist die im I. Bande, Seite 303, im Princip erläuterte Einrichtung und werden bei am Lande oder auf anderen Schiffen stattfindenden Bränden in einem größeren Beiboote an Ort und Stelle transportirt.

(Beschreibe die in unserer Marine gebräuchlichen tragbaren Handpumpen).

Um bei Feuersgefahr an jeden beliebigen Ort des Schiffes den Wasserstrahl der Pumpe hinleiten zu können, werden an das Druckrohr derselben, an eigens hiezu bestimmten Ansätzen, Hanf- oder Lederschläuche angeschraubt. Dieselben sind zu diesem Zwecke an ihren Enden mit metallenen Rohreinsätzen versehen, und ist an einem Schlauchende der Einsatz *b* (Fig. 13) mit einer Mutter versehen, während am anderen auf dem Einsatze *a* ein Schraubengewinde geschnitten ist, wodurch auch die einzelnen Schlauchstücke miteinander zur erforderlichen Länge verbunden werden können. Am äußersten Schlauchende wird dann schließlich noch ein konisches Kupferrohr angeschraubt, das an seinem engen Ende ein metallenes Mundstück besitzt. Diese Verengung des Rohrquerschnittes bezweckt die Vergrößerung der Geschwindigkeit des durchströmenden Wassers, indem durch den kleineren Querschnitt ebensoviel Wasser durchströmen muss als durch den größeren, was zur Folge hat, dass beim Feuerlöschen auch die Tragweite des Wasserstrahls eine größere wird. Die einzelnen Rohrverschraubungen sind mit je zwei Zapfen versehen, welche die Angriffspunkte für den eigens hiefür geformten Schraubenschlüssel (Fig. 15) bilden.

II. Destillatoren.

Ein Schiff, das eine große Reise zurückzulegen hat, ohne einen Hafen berühren zu dürfen, kann nicht das für seine Bemannung und die Reisenden für die ganze Dauer der Reise nothwendige Wasser mit sich führen, sondern ist mit einem Apparate versehen, der es ermöglicht, aus dem Seewasser Süßwasser zu gewinnen. Dieser Apparat heißt der Destillator.

1. Der Destillator mit zugepumptem Kühlwasser.

Dieser Destillator ist in der Fig. 1, Taf. 16, dargestellt. Er besteht aus einer meist cylindrischen Hülle, die zwei Böden *a a* trägt, in welche die Kühlröhren *B* eingezogen sind. In den unteren Deckel der Hülle mündet das durch einen Hahn oder ein Kingstonventil mit der See verbundene Rohr *D*, durch welches das Seewasser in die Kühlröhren gelangt, um durch das im oberen Deckel angebrachte Rohr *E* wieder in die See zu entweichen. In den von den beiden Rohrböden *aa* begrenzten Raum tritt durch den oben angebrachten Hahn *A* der Dampf ein, der natürlich alle Salztheile im Kessel zurückgelassen hat und nun an der Oberfläche der Kühlröhren zu Wasser condensirt wird, das sich am unteren Rohrboden ansammelt, von wo man es mittelst des Hahnes *C* entnimmt und in die Wasserkisten leitet.

Im oberen Deckel des Apparates ist ein kleiner Hahn *d* angebracht, der dazu dient, die Luft aus dem Inneren des Destillators beim Eintritte des Kühlwassers entweichen zu lassen; ein zweiter am Rohre *D* befindlicher Hahn *b* hat beim Abstellen des Apparates das Entleeren desselben vom Kühlwasser (bei geschlossenen Seehähnen) zu vermitteln. Um eine raschere Circulation des Kühlwassers, besonders bei höherer Temperatur desselben, bewerkstelligen zu können, ist das Rohr *D* mit dem Druckrohre der Dampfpumpe verbunden, welche dann das aus der See angesaugte Wasser durch den Apparat jagt und so eine raschere Condensation des Dampfes erzielt.

Das aus diesem Destillator gewonnene Süßwasser ist jedoch nicht vollkommen zweckentsprechend, da es oft noch verschiedene Verunreinigungen enthält; es muß daher, bevor es in die Wasserkisten geleitet wird, einen Filtrirapparat passiren, in welchem dann die Verunreinigungen zurückbleiben.

2. Der selbstthätige Destillator von Perroy.

Derselbe ist in Fig. 2 und 3 der Taf. 16 dargestellt. Er besteht aus einem nahezu parallelopipedischen Kasten, in welchen Röhren eingeschoben sind; auf jene Wände, welche die Rohrenden aufnehmen, sind eigenthümlich geformte Deckel *C*, *D* aufgesetzt, welche den durch die Röhren ziehenden Dampf im Zickzack durch den Apparat leiten. Die Dichtung der Rohrenden erfolgt durch Kaut-

schukplatten, welche zwischen den in der Figur ersichtlichen Doppelwänden liegen; auch die Deckel *C* und *D* werden mit Kautschukplatten auf die Außenseiten der Abschlusswände gedichtet.

Die Abkühlung des diese Rohre *b*, *b*, *d*, *d*, durchstreichenden Dampfes wird durch Seewasser bewirkt, welches durch das Kingstonventil und Rohr *F* unten eintritt, durch Erwärmung specifisch leichter wird und somit nach aufwärts steigt, endlich durch das Rohr und Ventil *g* wieder in die See ausströmt. Der Dampf gelangt von *A* aus durch zwei ineinander gesteckte konische Röhren beim Stutzen *B* in die Kühlröhren *bb*. Das äußere dieser konischen Rohre enthält zwei Lufthähnchen *aa*. Wenn der Dampf aus dem Konus des einen Rohres in das andere überströmt, bewirkt er ein lebhaftes Ansaugen und Mitreißen der Luft in den Apparat, welche dann beim Condensiren des Dampfes im Wasser enthalten bleibt, wenn dessen Temperatur nicht 35° *C.* übersteigt. Es ist daher beim Gebrauche des Apparates darauf zu sehen, dass diese Temperatur nicht überschritten werde, indem sonst die Luft unbenützt wieder entweichen und das luftfreie destillirte Wasser einen faden Geschmack besitzen würde. Am Apparate sind rechts unten zwei Hähne *ff*, von denen der obere die überschüssige Luft entweichen lässt und auch zur Regulirung des im Inneren des Apparates herrschenden Druckes dient, während durch den unteren Hahn das beim Abstellen noch im Apparate enthaltene destillirte Wasser abgelassen werden kann. Der am Rohre *F* angebrachte Hahn *g* hat das Ablaufen des Kühlwassers nach dem Gebrauche des Apparates zu besorgen. — Das destillirte Wasser gelangt durch die unterste Rohrreihe in das mit einem Hahne versehene Rohr *E*; in diesem wird es durch den im Destillator herrschenden Druck gehoben und fließt durch einen Trichter in den Filtrirapparat (Fig. 3).

Das Filter besteht aus einem mit Knochenkohle und Kalk gefüllten Kasten, welcher die Zwischenwände *kkl* enthält, durch welchen das destillirte Wasser strömt, wobei es von allen mitgebrachten Unreinigkeiten gesäubert wird und gereinigt durch das Rohr *m* abfließt. Der im Deckel des Filters befindliche Hahn dient zum Entweichen der Luft und der allenfalls sich bildenden Gase (Kohlensäure).

Bei der Ingangsetzung dieses Destillators öffnet man zuerst das Kingstonventil *F*, hierauf den Hahn im Rohre *E*, sodann die Kühlwasserausströmung *G*, die beiden Lufthähne *aa* und endlich die

Dampfeinströmung *A*. — Zu Anfang wird bei dem oberen Hahne *f* bloß Luft ausströmen, aber bald erscheint das destillirte Wasser, worauf man den Hahn langsam so weit schließt, bis wieder bloß Luft ausströmt. Hat die Condensation begonnen, so regelt man die Dampfeinströmung, bis das destillirte Wasser eine Temperatur von 30° *C* zeigt, welche Temperatur nicht überschritten werden soll, und wird die Thätigkeit des Destillators durch den Dampfhahn im Rohre *A* durch die beiden Lufthähnchen *aa* und durch den Hahn im Rohre *E* geregelt.

Beim Abstellen desselben schließt man alle Hähne mit Ausnahme von *aa* und *ff*, welch letztere zur Entleerung der Kühlrohre dienen, und öffnet man schließlich noch den Hahn *g*, um das Kühlwasser abzulassen und den ganzen Apparat trocken zu legen.

III. Sodwasser-Ejectoren.

Es kann vorkommen, dass durch ein enstandenes Leck so viel Wasser in den Schiffsraum tritt, dass es durch die gewöhnlichen Pumpen nicht bewältigt werden könnte; man hat deshalb auf vielen Schiffen im Sodraume einen Sodwasser-Ejector aufgestellt, und ist die Abbildung eines solchen (nach dem Systeme Friedmann construirten) auf Taf. 16, Fig. 4, ersichtlich.

In einem cylindrischen Gehäuse, das mit einem darunter liegenden Saugkorbe in Verbindung steht, befinden sich trichterförmige, ineinander geschobene Düsen *cc*, deren centrale Öffnungen gegen das konische Stück *d* zu immer größer werden. Durch das mit einem Konus *a* versehene Rohr *A* tritt der Dampf in den Apparat, reißt die darin befindliche Luft bei seinem Übertritt nach *b* und nach den folgenden Düsen durch die vorhandenen ringförmigen Zwischenräume mit sich fort, es entsteht ein Vacuum, durch welches das Sodwasser gezwungen wird, von *B* aus nachzuströmen. Der Dampfstrahl wird von dem angesaugten Wasser ringförmig umgeben und condensirt; zugleich wird er jedoch dem nachströmenden Wasser so viel Geschwindigkeit und Bewegung ertheilen, dass es durch das Ausgussrohr *C* aufsteigt, von wo es dann in die See gelangt. Dieses Rohr enthält auch die mit einem Hebel versehene Klappe *D*, durch deren Abschluss der Dampf gezwungen wird, seinen Weg durch den

Saugkorb zu nehmen, wobei derselbe durch das Sieb ausströmen muss und alle die Öffnungen desselben verstopfenden Gegenstände mit sich fortreißt, demnach also das Sieb reinigt. Öffnet man die Klappe *D* wieder, so setzt der Apparat seine frühere Thätigkeit augenblicklich wieder fort.

Nur wenn das Sodwasser sich beträchtlich erwärmt haben sollte, also die Condensation des in die Düsen gelangenden Dampfstrahles nicht platzgreifen kann, wird dieser Apparat versagen.

J. U.

Sechster Abschnitt.

Beschreibung der wichtigsten und verbreitetsten Arten von Schiffsdampfmaschinen.

(Mit besonderer Rücksicht auf die in S. M. Kriegsmarine gebräuchlichsten Gattungen.)

Die Schiffsmaschinen haben, wie wir bereits gesehen, die mannigfachsten Formen erhalten, deren wichtigste auch im Nachfolgenden beschrieben werden sollen; doch vorher müssen wir uns darüber klar werden, weshalb man so verschiedene Formen oder Typen gebraucht und unter welchen Umständen man das eine oder das andere Maschinensystem verwenden wird.

Bei der Wahl eines Systemes wird man zuerst den Zweck des Schiffes selbst ins Auge fassen; es ist sofort einleuchtend, dass für ein Transportschiff ein anderes System zu wählen sein wird, als für ein Kriegsschiff. Bei dem ersteren wird man vor allem darauf sehen, die Maschine in einem möglichst geringen Raume unterzubringen, um auch für den Transport den nöthigen Platz zu gewinnen, während man bei den letzteren bestrebt sein wird, die Maschine möglichst gesichert unterzubringen, damit dieselbe den feindlichen Geschossen nicht unnöthiger Weise ausgesetzt sei, was man dadurch zu erreichen sucht, dass man die Maschine sammt ihrem Dampferzeuger im untersten Schiffsraume installirt, so dass sie ganz unter den Wasserspiegel zu liegen kommt. Hiedurch ist man bei Kriegsschiffen schon genöthigt, die unter Wasser arbeitende Schraube als Treibapparat zu wählen, die dann ebenfalls geschützt erscheint.

Bei Transport-Fahrzeugen wählt man zumeist die verticale Aufstellung, als die am wenigsten Raum einnehmende, wobei nicht vermieden werden kann, dass ein großer Theil der Maschine über dem

Wasserspiegel zu liegen kommt, was aber hier von nebensächlicher Bedeutung ist; man kann bei solchen Fahrzeugen entweder das Schaufelrad oder die Schraube als Treibapparat anwenden. — Das Schaufelrad wird in jenen Fällen angewendet, wo es sich darum handelt, einen ruhigen Gang zu erzielen, wo der Raum, den die Propellerachse einnehmen würde (Tunnel), nicht entbehrlich ist, endlich wo der Tiefgang des Schiffes es nicht gestattet, eine genügend große Schraube anzubringen. — Bei Raddampfern wird die Welle in der Breitenrichtung des Schiffes liegen und an jedem Ende ein Schaufelrad tragen, daher ihre Entfernung vom Wasserspiegel etwas kleiner sein muss als der Halbmesser des Rades; bei Schraubenschiffen liegt die Welle in der Längsrichtung des Schiffes oder parallel zu derselben und wenigstens um den Halbmesser der Schraube unter der Wasserlinie.

Der Fall, dass die Welle einer Schraube nicht in der Mittellinie des Schiffes liegt, tritt ein, wenn man zwei Schrauben nebeneinander als Treibapparat benützt, deren Achsen dann zueinander parallel sind und zu beiden Seiten der Längsmittellinie liegen. Für den Betrieb jeder Schraube ist dann eine eigene Maschine vorhanden; das System der Zwillingsschrauben wird namentlich bei Schiffen von sehr geringem Tiefgange angewendet.

Schiffsmaschinen sind fast immer Condensationsmaschinen, da das Injections- oder Kühlwasser sehr leicht zu beschaffen ist und das Brennmaterialersparnis bei diesen Maschinen von großer Wichtigkeit erscheint; alle neueren Maschinen sind auch mit Expansionsvorrichtungen ausgestattet. Die Maschinen für Räderschiffe sind sehr verschieden von jenen für Schraubenschiffe, und zwar sowohl in Rücksicht auf ihre Formen als auch in Bezug auf die Kolbengeschwindigkeit, denn es wird, um die gleiche Schiffsgeschwindigkeit zu erzielen, die verhältnismäßig kleine Schraube stets viel mehr Umdrehungen in der Zeiteinheit machen müssen, als ein zum gleichen Zwecke angewendetes Schaufelrad.

Eine besondere Eigenthümlichkeit der Schraubenschiffsmaschinen, welche hauptsächlich durch die große Umdrehungszahl bedingt wird, ist der große Durchmesser der Dampfcylinder im Verhältnisse zum Kolbenhube, denn die Kolbengeschwindigkeit darf gewisse Grenzen (3 m pr. Sec.) nicht überschreiten, da sich sonst Kolben und Cylinder zu sehr abnützen; es ist klar, dass diese Geschwindigkeit bei gleichbleibender Umdrehungszahl um so geringer ausfällt, je kleiner der Kolbenhub gemacht wird.

Die Schiffsmaschinen sind beinahe immer Zwillingsmaschinen, da ein Schwungrad anzubringen in den seltensten Fällen möglich wäre, und weil sie mit Leichtigkeit umzusteuern und vom Zustand der Ruhe zuversichtlich in jeder Kurbelstellung in Bewegung zu versetzen sein müssen, was bei Maschinen mit nur einem Dampfcylinder immer mit größeren oder geringeren Schwierigkeiten verbunden wäre.

I. Verticale Schiffsmaschinen mit directwirkenden Triebstangen. (Dampfhammersystem.)

1. Maschine für ein Dampfboot.

Bei Fahrzeugen für untergeordnete Zwecke, wie z. B. für Dampfbarkassen, wendet man sehr häufig eincylindrige Hochdruckmaschinen ohne Condensation an, da bei selben eine bedeutende Manövrirfähigkeit nicht nothwendig, der Kohlenverbrauch nicht von hoher Bedeutung ist, und man möglichst geringe Gewichte und Einfachheit der Construction bei den Maschinen solcher Boote in erster Linie zu erreichen bestrebt ist.

Auf Taf. 17 ist eine solche Maschine für Dampfbarkassen sammt zugehörigem Kessel vorgeführt. Wegen des hier zur Anwendung kommenden hohen Dampfdruckes (5 bis 6 Atmosphären) wird bei selben für den Dampfkessel die cylindrische Form gewählt, und sind nur die Kesselböden aus starken, ebenen Platten gebildet, die verankert sein müssen, um durch den Dampfdruck nicht ausgebaucht zu werden. — Fig. 1 und 2 zeigen einen Röhrenkessel, wie er für genannten Zweck häufig zur Verwendung gelangt. In der cylindrischen Hülle ist ein Feuerrohr eingeschoben, in welchem sich der Rost *A* befindet; die einzelnen Roststäbe liegen mit ihren Enden auf den Rostträgern *a* und *b*, von denen der letztere eine aus feuerfesten Ziegeln gebildete Feuerbrücke trägt. Die abziehenden Verbrennungsproducte gelangen zuerst in die Feuerbüchse *B*, deren rückwärtige Wand durch die Stehbolzen *e e* mit dem Kesselboden verbunden und so genügend gegen den Dampfdruck versteift ist. Der hintere Kesselboden ist außerdem noch durch zwei im Dampfraume befindliche Anker mit dem vorderen Boden verbunden. Von der Feuerbüchse gehen die Siederohre *C* nach dem vorderen Kesselboden, wo sie in die an demselben befestigte Rauchkammer einmünden,

welche behufs Reinigung der Rohre mit Thüren versehen ist. In gewissen Abständen sind statt der Siederohre Stützenrohre *g* eingeschaltet, die zur Versteifung der ebenen Rohrplatten dienen und besondere Anker unnöthig machen. Von der Rauchkammer aus gelangen die Verbrennungsgase durch ein knieförmiges Rohr *D* in den mittelst der Charniere *c c* umlegbaren Kamin und geben auf dem Wege durch den Wasser- und durch den Dampfraum des Kessels noch einen Theil der in ihnen enthaltenen Wärme nutzbar ab. Zur Vergrößerung des Dampfraumes eines solchen Kessels ist auf demselben noch ein Dampfdom *E* aufgesetzt, der einen cylindrischen Querschnitt und ein Kugelsegment zur Decke hat, durch welche das Rauchrohr *D* ausmündet. Um dieses letztere herum ist auf der Kesselhülle selbst ein cylindrischer Stutzen aufgesetzt, und wird der in diesem Kessel entwickelte Dampf dadurch genöthigt sein, den so entstehenden ringförmigen Raum zu durchströmen, um in den Dampfdom gelangen zu können, auf welchem Wege er durch die abgegebene Wärme des Rauchrohres *D* getrocknet wird und wobei das allenfalls doch noch mitgerissene Wasser herabfällt und durch die an dieser Stelle durchlöcherte Kesselhülle wieder in das Innere des Kessels gelangen kann.

Auf dem Dampfdome sitzen außer dem Manometer noch die beiden Sicherheitsventile *k k* (Fig. 3), die durch Federn, welche sich in den Gehäusen *x* befinden und deren Spannung durch die Muttern *m m* regulirt werden kann, indirect belastet sind. — Der Kessel ruht auf angenieteten gusseisernen Pratzen, ist mit Filz und darüber liegendem Holz verkleidet, um die durch Wärmestrahlung entstehenden Verluste herabzumindern, und wird nur an der Ausmündung des Rauchrohres *D* mit feuersicherem Material belegt, worüber eine Blechhaube angebracht wird, die dasselbe vor dem Regen und der Feuchtigkeit überhaupt zu schützen hat.

Bei einem so kleinen Kessel ist ein Hauptaugenmerk darauf zu richten, dass die Reinigung desselben von Schlamm, Kesselstein und Salz leicht vorgenommen werden kann. Zu diesem Behufe ist oben an der Kesselhülle ein Mannloch *h* angebracht, sowie sich im unteren Theile des vorderen Kesselbodens ein Schlammloch befindet, um den im unteren Kesseltheile sich ansammelnden Schlamm entfernen zu können; in vielen Fällen muss an solchen Kesseln wegen des zu geringen Raumes für das Schlammloch eine kleine Ausbauchung der Kesselhülle, ein Schlammsack, hergestellt werden. Die Reinigung

durch die genannten zwei Öffnungen ist jedoch keineswegs genügend, da der Kessel an vielen Stellen unzugänglich ist, und es werden daher diese Kessel oft auch so construirt, dass man sie ohne viele Mühe zerlegen und wieder leicht zusammensetzen kann. Zu diesem Behufe ist dann der vordere Kesselboden bloß mit dem Feuerrohre vernietet, mit der Kesselhülle aber durch ein auf dieser festgenietetes Winkeleisen verbunden, an dem er nur festgeschraubt wird. Löst man die Schrauben *d*, sowie die des ähnlich befestigten Rauchrohres, und nimmt hierauf noch die äußeren Muttern der Stehbolzen *e* und der beiden Anker im Dampfraume ab, so ist es klar, dass man dann den vorderen Kesselboden sammt dem Feuerrohre, der Feuerbüchse und den Siederohren aus dem Kessel entfernen und nun den Kessel in allen Theilen ganz bequem wird reinigen können. Um dies Herausziehen sowie das richtige Einbringen dieses Theiles zu erleichtern, sind am Feuerrohre selbst Füße angebracht, die als Führung zu dienen haben (Fig. 2).

Die Maschine (Fig. 1 und 3) ist am hinteren Kesselboden befestigt. Der Dampfcylinder *F* hat an seinem Umfange zwei Canäle angegossen, von denen der eine, mit dem Ventile *p* (Fig. 4) sperrbare, der Dampfeinströmungscanal ist und durch das Knierohr *f* mit dem obersten Raume des Dampfdomes in Verbindung steht; der andere ist der Ausströmungscanal, und gelangt der ausströmende Dampf durch das zweite Knierohr *l* in den Kamin, wo er durch seine Ausströmungsgeschwindigkeit den Zug vermehrt, also die Verbrennung auf dem Roste *A* befördert. Der Cylinder steht durch die Kreuzkopfführung mit einer Platte in Verbindung, auf welcher sich die Lager der Kurbelwelle befinden; Kolben, Kolbenstange, Kreuzkopf und Triebstange sind wie gewöhnlich angeordnet. — Der Dampf tritt durch das geöffnete Ventil *p* in den Schieberkasten ein, in welchem sich ein gewöhnlicher Muschelschieber befindet, der durch eine Stephenson'sche Coulisse *H* bethätigt wird, deren Aufhängstange am Umsteuerungshebel befestigt ist, wodurch es möglich wird, das eine oder andere Excenter zur Wirksamkeit zu bringen; um den Umsteuerungshebel in seiner Lage festzuhalten, ist derselbe mit einem Auge versehen, durch welches eine am Cylinder befestigte Stange geht, an die der Hebel mittelst einer Schraube festgeklemmt werden kann. — Am Ende der Kurbelwelle sitzt ein kleines Schwungrad, das zugleich die Kupplung zwischen dieser und der Propellerachse zu bewerkstelligen hat, was in der Weise geschieht, dass vier in einer

verschiebbaren Muffe befestigte Mitnehmerbolzen *i* in ebensoviele Löcher des Schwungrades eingreifen; rückt man diese Kupplungsmuffe auf dem Keile nach rückwärts, so dass die Bolzen außer Eingriff kommen, so wird sich die Maschine leer drehen, während im Gegenfalle die Propellerachse von ihr mitgenommen werden wird. Dieses Ein- und Ausrücken besorgt der in ähnlicher Weise wie der Umsteuerungshebel festzustellende Ausrückhebel *G*, und dient die lösbare Kupplung dazu, die leichtere und bequemere Montirung der Maschine und des Kessels zu ermöglichen und allenfalls beim Stehen der Barkasse die Kesselspeisung mittelst der Maschinenpumpen vornehmen zu können, wenn alle anderen Speiseapparate (Injector und Handpumpe) undienstbar geworden sein sollten.

Den Druck des Propellers, beziehungsweise den Gegendruck des Kielwassers, überträgt das Thrustlager *q* durch eine entsprechend starke Unterlage, den Thrustlagerbock, auf den Schiffskörper. Auf der Kurbelwelle sitzt auch noch ein drittes Excenter, das durch ein Gleitstück, von dem es umgeben ist, auf einen zweitheiligen viereckigen Rahmen wirkt, welcher auf zwei gegenüberliegenden Seiten die Kolben für die Speisepumpen *o* trägt. — Fig. 5 zeigt die Kesselspeisepumpen im Durchschnitte. Das Speisewasser wird entweder aus der See oder, wenn der Kessel mit Süßwasser gespeist werden soll, aus den an Bord befindlichen Wasserkisten gesaugt und durch das Druckventil und den Windkessel *u* in den Dampfkessel gepresst. — Außer diesen Pumpen sind noch andere Vorrichtungen zur Kesselspeisung vorhanden; so befindet sich gewöhnlich auf jeder Barkasse ein Injector, um beim Versagen der Pumpen oder beim Stillstande der Maschine die Kesselspeisung zu ermöglichen, und endlich wird noch manchmal eine kleine Handpumpe (Fig. 8), die ganz ähnlich der Maschinenspeisepumpe construirt ist, beigegeben, um den Kessel vor der Inbetriebsetzung leicht füllen zu können. An den beiden Maschinenspeisepumpen sind (Fig. 3) Lufthähnchen angebracht, die geöffnet werden, wenn genügend viel Wasser im Kessel vorhanden ist; es wird dann von diesen kein Wasser mehr angesaugt werden können, weil die Luft in den Pumpenstiefel gelangen und bei der Kolbenbewegung durch das betreffende Hähnchen ein- und ausströmen kann. — Auf dem hinteren Kesselboden, an welchem die Maschine befestigt ist, befinden sich auch der Wasserstandszeiger und zwei Probirhähne; das Glas ist mit einem Schutzblech umgeben, damit bei See oder starkem Regen das hereinspritzende kalte Wasser das heiße

Glas nicht zum Zerspringen bringe. Außerdem ist ein Abschaum- und ein Durchpresshahn am Kessel angebracht und im Bote ein zugehöriger Seehahn installirt.

Die mit der Kurbelwelle gekuppelte Propellerachse ist an dem Theile, der sich im Stevenrohre befindet, mit einem Metallüberzug versehen, um durch das Wasser nicht angegriffen zu werden. Das metallene Stevenrohr wird von innen in das Boot eingebracht, wo seine kreisrunde Flantsche mit Schrauben *r* am Stevenstück befestigt wird, und trägt dasselbe noch eine Stopfbüchse, die das Eindringen des Wassers durch das Stevenrohr zu verhindern hat. Das äußere Ende des Stevenrohres erhält eine von *t* bis zum Ansatze *s* reichende Pockholzfütterung, auf welcher die Achse läuft, an deren äußerstem konischen Ende der Propeller *K* aufgekeilt und mit der Metallmutter *v* festgehalten wird. Der aus Metall erzeugte Propeller ist hier eine gewöhnliche konoidische Schraube mit vier Flügeln.

2. Maschine für einen Transportdampfer.

Die Art und Weise, auf welche eine Dampfmaschine in einem Transportdampfer oder in einem Handelsfahrzeuge sehr häufig untergebracht wird, ersehen wir aus Taf. 18. Auf starken Balken ruhen die zwei Dampfkessel *A A*, deren Roste *B* durch die Feuerthüren *a* von dem dahinter befindlichen Heizraume bedient werden. Die Verbrennungsgase streichen durch die Siederohre *D*, von wo sie in die Rauchkammern *b* gelangen und durch die Überhitzer *E* in den gemeinschaftlichen Kamin *F* entweichen, der zur Verhütung der Wärmestrahlung mit zwei cylindrischen Röhren umgeben ist, welche man Kaminmäntel nennt. Um das Eindringen des Regens zwischen den Kamin und seinem Mantel zu verhüten, was für die Kessel selbst sehr schädlich wäre, ist am Kamin ein über den äußeren Mantel reichendes Schutzdach befestigt. — Zur Vermittlung der Ventilation sind die zwei Ventilationsrohre *d d* angebracht, deren oberer Theil (Helm) drehbar ist, um gegen die Windrichtung gestellt werden zu können und hiedurch einen lebhafteren Luftwechsel hervorzubringen; außerdem dienen diese Rohre zum Hissen der Asche aus dem Heizraume auf Deck.

Auf jedem der Kessel sitzen je zwei in einem Gehäuse *h* vereinigte Sicherheitsventile, deren Ausblasrohre in ein gemeinschaftliches Rohr münden, welches dann senkrecht nach aufwärts über Deck geht

und das Dampfabblasrohr genannt wird. — Vermittelst einer Stiege gelangt man aus dem Heizraume zuerst auf die sich gegen das Achterschiff ausbreitende Maschinenplattform, von welcher wieder eine Stiege auf Deck, eine andere zu einer zweiten Plattform führt, die in unmittelbarer Nähe der Kesselfronten sich befindet und von welcher aus die Dampfabsperrventile *cc* der Kessel geöffnet oder geschlossen werden können. Die Dampfrohre dieser Ventile vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen, dem Hauptdampfrohre, das in einen die beiden Dampfcylinder *HH* umgebenden Dampfmantel mündet, von wo der Dampf erst in die Schieberkasten gelangt.

Die Maschine selbst ist vertical angeordnet und kann in gleicher Art als Hoch- und Niederdruckmaschine aufgestellt werden, in welchem Falle anstatt der Kofferkessel cylindrische Hochdruckkessel zur Anwendung kommen. Mit der Fundamentplatte, auf welcher sich die Kurbelwellenlager befinden, sind die Dampfcylinder einerseits durch die Condensatoren *L*, anderseits durch starke schmiedeiserne Säulen verbunden, und ist mittelst dieser Fundamentplatte die ganze Maschine auf dem aus starken Balken gebildeten Maschinenfundamente befestigt. In der Zeichnung sind die in die Condensatoren mündenden Dampfausströmungsrohre und hinter den Condensatoren die Centrifugalpumpe *k* (Fig. 3) ersichtlich, welche die Circulation des Kühlwassers besorgt; mittelst des Speichenrades (Steuerrad) *e* wird die Maschine umgesteuert; durch die auf der Plattform stehende Dampfpumpe *l* können die Kessel gespeist werden.

Hinter dem Schneckenrade sehen wir eine starke Aufklotzung, den Thrustlagerbock, welcher mit dem Schiffskörper fest verbunden ist und den auf das Thrustlager *f* ausgeübten Druck dem Schiffe selbst mittheilt. Dieser Thrustlagerbock befindet sich am Anfange eines Ganges, der Tunnel genannt wird, durch welchen man zu einem Achsenlager, einer Achsenkupplung und zur Stopfbüchse des Stevenrohres *g* gelangen kann, das von außen mit einem Sattel auf dem Achtersteven befestigt ist. Der am Ende der Achse sitzende Propeller *K* befindet sich zwischen dem Achter- und dem Rudersteven; hinter letzterem ist erst das Steuerruder angebracht.

Der auf beiden Seiten der Maschine und Kessel übrigbleibende Raum wird zu Kohlenmagazinen verwendet.

II. Horizontalliegende Schiffsmaschinen.

Auf Kriegsschiffen werden fast ausschließlich horizontale Maschinen im untersten Raume aufgestellt, und sind dieselben hauptsächlich Maschinen mit zurückgelegten Triebstangen oder aber Trunkmaschinen. Diese beiden als die wichtigsten Systeme sollen hier näher beschrieben werden.

1. Maschine mit zurückgelegten Triebstangen.

Auf Taf. 19 ist eine Maschine mit zurückgelegten Triebstangen dargestellt. Selbe ist eine Zwillingsmaschine, d. h. es sind zwei ganz gleiche, vollständige Maschinen vorhanden, die auf eine gemeinschaftliche Kurbelwelle wirken, wovon in der Zeichnung jedoch nur eine Maschine abgebildet wurde.

Der im Cylinder A sich bewegende Dampfkolben K besteht aus einem durch Rippen versteiften hohlen Kolbenkörper aus Gusseisen, auf dessen Umfang ein Ring geschoben ist, der, an einer Stelle gespalten, durch kleine Stahlfedern (Fig. 4) gegen die Cylinderwandungen gedrückt wird und so den dampfdichten Abschluss zwischen dem Raume vor und hinter dem Kolben herstellt. Die beiden Kolbenstangen S_1 und S_2 gehen durch Stopfbüchsen aus dem Cylinder, dessen Deckel an entsprechenden Stellen kleine verschließbare Öffnungen zum Anziehen der Kolbenstangenmuttern enthält; diese Öffnungen sowie das im Cylinderboden befindliche Mannloch dienen auch zum Untersuchen und Reinigen des Cylinders und Kolbens. Boden und Deckel des Cylinders sind doppelwandig, um Verluste durch Wärmestrahlung zu vermeiden, während der Cylinder selbst von einem Dampfmantel umgeben ist. An den tiefsten Punkten des Cylinders sind die Sicherheitsventile FF angebracht, sowie auch die durch Rohre mit dem Cylinder in Verbindung stehenden Durchblashähne.

Die Dampfcanäle endigen seitlich in einem hier vertical liegenden Schieberspiegel, auf dem der Schieberkasten befestigt ist; in diesem bemerken wir den mit einer Entlastung versehenen Penn'schen Gitterschieber a, der sich auf dem Schieberspiegel hin- und herbewegt, und außerdem noch einen Meyer'schen Expansionsschieber.

Der Vertheilungsschieber erhält seine Bewegung von den beiden Excentern d_1 d_2 durch eine Stephenson'sche Coulisse, und wird das Heben und Senken derselben durch eine eigene kleine Umsteuerungs-

dampfmaschine N besorgt. Der Expansionsschieber, dessen beide Lappen sich in einem Canale des Vertheilungsschiebers bewegen, wird vom Excenter e durch die Excenterstange c in Bewegung gesetzt; seine Schieberstange, welche durch beide Wände des Schieberkastens geht, hat bei g_2 ein auf einem Keile verschiebbares Kegelrädchen sitzen, das in einem Bügel (Fig. 1) festgehalten wird. Von der Welle g, die an ihrem Ende ein Handrad sitzen hat, kann durch das am anderen Ende derselben und durch die auf der Zwischenwelle g_1 befindlichen Kegelrädchen die Expansionsschieberstange gedreht und so der Füllungsgrad während des Ganges der Maschine geändert werden. Die Welle g ist in einer mit einem Schlitz versehenen Hülse gelagert, in dem sich beim Drehen der Welle ein Zeiger verschiebt, welcher an der auf der Hülse befindlichen Theilung den fallweisen Füllungsgrad anzeigt.

Der Dampf gelangt vom Dampfkessel durch das Rohr R in den Schieberkasten und wird, nachdem er im Cylinder seine Arbeit abgegeben, durch das Ausströmungsrohr B in den Condensator C geleitet. Derselbe ist ein Oberflächen-Condensator mit horizontalen Röhren; durch den in Fig. 3 ersichtlichen verticalen Canal gelangt das condensirte Wasser zu den Ventilen der Luftpumpe L; der Kolben derselben erhält seine Bewegung durch eine direct im Dampfkolben befestigte Kolbenstange (Fig. 4) und schafft einen Theil des Condensationswassers in die Cisterne X, von wo es durch die Speisepumpe P_1 angesaugt und durch das Rohr s in die Dampfkessel gedrückt wird. Der Kolben der Speisepumpe wirkt mit seiner Verlängerung auch noch in dem Stiefel der Leckpumpe P_2, welche das Sodwasser durch das mit einem Seiher versehene Rohr y anzusaugen, durch das Rohr y_1 aber in die See zu drücken hat, und erhält der gemeinschaftliche Kolben dieser beiden Pumpen seine Bewegung von der Kolbenstange S_2 durch einen mit ihr in Verbindung stehenden, in der Fig. 2 ersichtlichen Kopf.

Das von der See durch das Rohr m eingetretene Kühlwasser wird von der Centrifugalpumpe T, zu deren Betrieb eine eigene kleine Dampfmaschine H aufgestellt ist, durch den Canal u in die Röhren des Condensators getrieben, dessen Deckel so angeordnet sind, dass sich das Wasser im Zickzack durch die Röhren bewegen muss, bevor es aus dem Condensator durch das Ausflussrohr p wieder in die See gelangt. — Um nöthigenfalls auch mit Einspritz-Condensation arbeiten zu können, ist am Kasten der Centrifugalpumpe ein Schieber und das

Rohr J vorhanden, das in einer Brause endigt, durch welche das Injectionswasser in den Condensator gelangt, wo es mit dem ausströmenden Dampfe in Berührung tritt.

Um aber, im Falle die Centrifugalpumpe brechen sollte, dennoch die Oberflächen-Condensation gebrauchen zu können, ist die Einrichtung getroffen, dass aus dem Rohre m das Wasser auch direct in den Condensator gelangen kann; zu diesem Zwecke sind eigene Ventile an diesem Condensator angeordnet, durch welche man in die Lage gesetzt ist, die halbe Luftpumpe als Circulationspumpe benützen zu können.

Die Kolbenstangen S_1 und S_2, von denen die erstere über, die letztere unter der Kurbelwelle hinweggeht, übertragen ihre Bewegung auf den in den Schlittenführungen GG hin- und hergleitenden Kreuzkopf; die Triebstange umfasst mit ihren lagerartigen Köpfen einerseits den Kreuzkopfzapfen Z_2, anderseits den Kurbelzapfen Z_1, und bringt so die rotirende Bewegung der Kurbelwelle hervor. Auf dem Ende der Kurbelwelle sitzt ein Schneckenrad U, welches durch die Mitnehmerbolzen W mit einer auf der Propellerachse aufgekeilten Kupplungsscheibe verbunden ist und mittelst der eingreifenden Schnecke V ein Drehen der ganzen Maschine von Hand ermöglicht.

Die Kurbelwelle findet ihre Lagerung in drei starken Lagerstühlen, welche nicht nur mit dem Fundamente, sondern durch starke Flantschen auch mit den Cylindern und den Condensatoren fest verbunden sind; die Gewichte der Kurbeln werden durch gusseiserne Gegengewichte ausgeglichen.

Es bleibt noch die Art der Umsteuerung dieser Maschine zu besprechen übrig. Die Aufhängestange der Coulisse geht hier nach abwärts zu dem auf der Steuerungswelle M sitzenden Hebel M_1; diese Welle trägt ein Schneckenrad, in welches eine Schnecke eingreift, deren verticale Achse durch ein Kegelräderpaar von der Umsteuerungs-Dampfmaschine N bewegt wird, welch letztere somit das Heben und Senken der Coulisse besorgt und in Fig. 5 und 6 besonders abgebildet erscheint.

Diese Umsteuerungs-Dampfmaschine, eine verticale Zwillingsmaschine mit einseitigen Trunks, ist durch die Art ihrer Steuerung bemerkenswert. Die Schieber, sogenannte Glockenschieber, sind nämlich hohle, nach beiden Seiten offene Cylinder; welche durch Excenter bewegt werden, die unter 90° gegen ihre respectiven Kurbeln aufgekeilt sind. Die Ein- und Ausströmung des Dampfes wird bei diesen Hilfsmaschinen durch zwei Canäle bewerkstelligt, wovon der eine mit den Hohlräumen der Schieber, der andere mit dem sie umgebenden

Raume in Verbindung steht, und die beide in einem und demselben Schieberspiegel endigen, der auch die Mündung des Ausströmungscanals enthält. Auf dem Schieberspiegel sitzt ein Schieberkasten, in welchem sich der Muschelschieber t befindet, der von außen durch die Stange z bewegt werden kann.

Je nachdem der Schieber t in einer seiner beiden Endstellungen steht, kann diese Hilfsdampfmaschine in einem oder dem entgegengesetzten Sinne sich bewegen, und wird somit auch die Umsteuerungswelle nach vor- oder rückwärts bewegt, wodurch man in die Lage gesetzt ist, der Stephenson'schen Coulisse, welche die Umsteuerung der großen Dampfmaschine besorgt, die gewünschte Stellung zu ertheilen.

(An einem Modell eingehender zu erklären.)

2. Trunkmaschine.

Auf Taf. 20 ist eine Trunkmaschine dargestellt. Im Dampfcylinder A befindet sich ein Kolben, auf dessen einer Seite ein Rohr D_1 angegossen, auf der anderen Seite ein zweites Rohr D angeschraubt ist, welche Rohre zusammen der Trunk genannt werden. In der Mitte des Trunks ist auf zwei starken Lappen desselben ein schmiedeiserner Zapfen E befestigt, an welchem ein Kopf der Triebstange F angreift, während der zweite Kopf den Zapfen E_1 der Kurbel G umfasst und so auf dieselbe die Kolbenbewegung überträgt. Der als Vertheilungsschieber functionirende Penn'sche Gitterschieber t erhält seine Bewegung von der gerade geführten Schieberstange v, an der seitlich das Gleitstück der durch die Excenter mn bewegten Stephenson'schen Coulisse angreift. Die beiden Expansionsschieberlappen, welche durch zwei mit dem Excenter r verbundene Schieberstangen ww in Gang gesetzt werden, kann man gegeneinander durch Drehung der Schneckenräder s verstellen.

Das vom Ausströmungscanal durch den Schieberkastendeckel reichende und mit einem Hahne sperrbare Rohr b dient zur Entlastung des Dampfschiebers; das Knierohr c, über dessen horizontalem Schenkel sich ein am Trunk selbst befestigtes Rohrstück hin- und herbewegt und das an seinem oberen Ende eine Schmiervase trägt, hat die Schmierung des Trunkzapfens E, welcher während des Ganges der Maschine unzugänglich bleibt, zu besorgen. Die Dichtung des Trunks in den Cylinderdeckeln wird durch große hohe Stopfbüchsen $d_1 d_2$ hergestellt.

Die zum Ablassen des Wassers aus dem Cylinder bestimmten Durchblashähne *aa* können durch ein Gestänge vom Standplatze des Maschinisten aus bewegt werden, von wo aus auch die im Dampfeinströmungsrohre *Z* befindliche Drosselklappe *H* mittelst eines Systems von Hebeln und Zugstangen *hh* je nach Bedarf geöffnet wird.

Wegen der beträchtlichen Ausdehnung durch die Wärme mündet das Dampfrohr *Z* in einer Compensations-Stopfbüchse.

Der vom Cylinder ausströmende Dampf gelangt durch das Rohr *B* in den mit verticalen Röhren ausgestatteten cylindrischen Condensator *C*. Die in zwei metallenen Rohrplatten eingezogenen Röhren sind von einem cylindrischen Gehäuse umgeben, das nach oben durch eine Haube geschlossen ist, in deren Decke sich Öffnungen zum Nachsehen und Reinigen der Kühlröhren befinden. Der Dampf umspült dieses Röhrensystem, condensirt sich zu Wasser, welches durch die Erweiterungen *ee* des cylindrischen Condensatorgehäuses in der Richtung 4 unter die Saugventile *L* der Luftpumpe *K* gelangt. Von hier angesaugt, wird das Condensationswasser durch die Druckventile *M* in einen Raum (Cisterne) gebracht, der durch das Ausgussrohr *N* mit der See in Verbindung steht, und wohin das durch die Speisepumpe P_2 aus dem Rohre *N* nicht angesaugte Wasser transportirt wird. Die Speisepumpe ist auch hier mit einer Leckpumpe P_1 verbunden, und erhält der gemeinschaftliche Kolben beider Pumpen seine Bewegung direct vom Dampfkolben durch die Stange p_1; auch der Luftpumpenkolben wird durch die Stange *k*, deren im Wasser sich bewegender Theil aus Metall gefertigt ist, direct vom Dampfkolben bethätigt.

Das Kühlwasser wird von einer Centrifugalpumpe beschafft und tritt durch ein Rohr in den kastenförmigen Untertheil des Condensators in der Richtung 1 ein, durchströmt die Kühlrohre und geht durch das in der Decke des Condensators angebrachte Rohr 2 wieder in die See.

Auch hier ist zur Ermöglichung der Einspritz-Condensation das mit einem Hahne und einer Brause versehene Rohr *J* angebracht, und kann sich der mit dem fein vertheilten Injectionswasser in Berührung kommende Dampf condensiren.

Aber noch auf eine dritte Weise kann hier die Condensation vor sich gehen: Wenn nämlich der Sodraum genügend Wasser enthält, so kann der Hahn des Rohres *p* geöffnet und das Injectionswasser aus dem Sodraume bezogen werden. Da dies aber gewiss nur im Nothfalle geschehen wird (wenn sich nämlich viel Wasser im

Sodraume befindet), so nennt man diese Art der Injection die Nothinjection, auch Sodinjection. (Wer bewirkt das Aufsteigen des Sodwassers im Rohre p?)

Die Kurbelwelle ist in starken Stuhlungen gelagert, welche die Cylinder und Condensatoren mitsammen verbinden.

Außer dem im Untertheile des Condensators zur Reinigung bestimmten Mannloche ist noch das Durchblasventil d bemerkenswert, welches den Zweck hat, das beim Stehen der Maschine unter Dampf sich ansammelnde Condensationswasser abzuführen.

Das Umsteuern erfolgt durch eine kleine Hilfsmaschine, deren Kurbelwelle R eine Schnecke trägt, die in das auf der Steuerungswelle S sitzende Schneckenrad eingreift; am Ende dieser Welle ist ein Hebel aufgekeilt, mit dem die Aufhängestange der Coulisse gehoben oder gesenkt werden kann. Die Umsteuerungs-Dampfmaschine ist hier eine zweicylindrige, verticale oscillirende Maschine, welche in den Fig. 1 und 2 besonders dargestellt erscheint. Jeder der beiden Cylinder gg umfasst mit seinem unteren Ende einen fixen Zapfen, der hohl ist und durch zwei Wände in drei Canäle getheilt wird; von diesen letzteren steht der mittlere mit dem Einströmungscanale des Dampfes und die seitlich gelegenen stehen mit dem Ausströmungscanale in Verbindung. Durch den Hebel f wird ein Umsteuerungsschieber bewegt, welcher es ermöglicht, dass der mittlere Canal des Zapfens auch zur Ausströmung, die beiden seitlichen aber gleichzeitig zur Einströmung des Dampfes verwendet werden können, wodurch die Bewegungsrichtung dieser Maschinen geändert werden kann. Auf der Welle R sitzt ein Speichenrad, das der Umsteuerungsmaschine als Schwungrad dient, nöthigenfalls aber auch verwendet werden kann, um die Maschine von Hand umzusteuern.

(Die Umsteuerungs-Dampfmaschine ist mit Zuhilfenahme eines kleinen Modelles näher zu erläutern.)

III. Verticale oscillirende Schiffsmaschine.

Auf Avisodampfern und Flusschiffen findet man sehr häufig verticale oscillirende Maschinen aufgestellt, deren Anordnung auf Taf. 21 zu ersehen ist. Die Cylinder A schwingen um die in ihrer halben Höhe angebrachten hohlen Zapfen BB, welche in den mit dem Maschinenfundamente fest verbundenen Ständern ihre Lagerung finden. In die

mit Stopfbüchsen versehenen Zapfen münden Rohre, und zwar dienen die gegen auswärts liegenden zur Dampfeinströmung, während die gegen die Mitte zu gelegenen die Abführung des gebrauchten Dampfes in den Condensator besorgen. Jeder Cylinder hat zwei Schieberkasten, die mit dem Einströmungszapfen durch am Cylinderumfange angegossene Canäle in Verbindung stehen (Fig. 3) und gewöhnliche, mit Entlastung versehene Muschelschieber *J* enthalten.

Die äußere Steuerung muss bei diesen Maschinen so eingerichtet sein, dass die Schwingungen der Cylinder ohne Einfluss auf sie bleiben, zu welchem Behufe folgende Einrichtung getroffen ist: Für jede Schieberstange *d* ist ein zweiarmiger Hebel vorhanden (Fig. 3 und 5), dessen Drehpunkt sich am Cylinder selbst befindet; der eine Arm des Hebels steht mit der Schieberstange in Verbindung, während das Ende des zweiten Armes *c* sich in einem Gleitstücke *b* bewegt, das einen bogenförmigen Schlitz enthält und seine Führung an zwei von jenen Säulen findet, welche zur Verbindung der Kurbelachsenlagerung mit dem untenliegenden Theile der Maschine dienen (Compensations-Coulisse). Das Gleitstück *b* endigt nach oben in einer Stange, die ebenfalls zur Geradführung desselben benützt wird, und hat einen Zapfen, an welchem die Stange des auf der Kurbelwelle befindlichen Excenters *a* angreift, wodurch die Bewegung des Gleitstückes, mithin auch die der Schieber, bewerkstelligt wird.

Der Umsteuerung wegen ist das Excenter *a* ein loses, weshalb auch die Verbindung der Excenterstange mit dem Gleitstücke *b* eine lösbare ist. Die Excenterstange sitzt nämlich mittelst einer Einkerbung auf dem Zapfen des Gleitstückes *b*, in welcher Lage sie durch die an ihrem Ende angebrachte Feder erhalten wird (Fig. 5); auf ihr ist ferner noch ein kleiner Winkelhebel angebracht, der durch die mit einem Griffe versehene Stange *g* bewegt werden kann. Drückt man gegen diese Stange *g* (Fig. 6), so wird sich der Winkelhebel um seinen Fixpunkt drehen, hiedurch mit seinem Arme *c* auf den Zapfen des Gleitstückes *b* drücken, und da dieser nicht ausweichen kann, die Excenterstange von ihm abheben. Auf der entgegengesetzten Seite enthält das Gleitstück noch einen zweiten Zapfen, an welchem der zweiarmige Hebel *h* mittelst einer Zugstange wirkt.

Das Umsteuern erfolgt nun in der Weise, dass vorerst die Excenterstange ausgehoben wird, worauf man mit dem Hebel *h* das Gleitstück *b* und mithin auch die Schieber *JJ* entsprechend von Hand hebt oder senkt; die Welle wird sich dann drehen und das Excenter *a*

in der bereits im dritten Abschnitte besprochenen Weise mitnehmen. Nun kann die Zugstange *g* sammt dem Winkelhebel wieder in ihre ursprüngliche Lage (Fig. 5) zurückgebracht werden, worauf sich die Excenterstange von selbst einlöst und sich die Maschine in der einmal eingeschlagenen Richtung weiter bewegt.

Der Hebel *h* schwingt bei der Bewegung der Maschine auf und nieder, und wird man deshalb bei stetiger Drehung nach einer Richtung (also während der Fahrt) das Verlängerungsstück des Hebels abnehmen, um durch dasselbe nicht in der Bedienung der Maschine gehindert oder gefährdet zu sein.

In vielen Fällen wird auch bei diesen Maschinen die Stephenson'sche Coulisse zur Umsteuerung verwendet, welche dann direct am Zapfen des Gleitstückes *b* angreift und so die ganze Manipulation des Umsteuerns sehr vereinfacht.

Die Bewegung des Kolbens *C* überträgt die Kolbenstange *D* auf die Kurbel. Die Kolbenstange hat die schwingende Bewegung des Cylinders hervorzubringen, weshalb auch ihre Stopfbüchse *E* im Cylinderdeckel außergewöhnlich lang und stark ist, um ein Auslaufen und Brechen derselben zu verhüten. (Fig. 1.) Die Kolbenstange hat einen lagerartigen Kopf, der den Kurbelzapfen *F* umfasst; letzterer ist in den beiden zugehörigen Kurbeln eingesetzt, da die Achse hier aus drei Theilen besteht, welche durch die Kurbelzapfen miteinander verbunden sind. Die Achsenlager *GG* sind auf starken, kastenförmigen Rahmen angegossen, welche auf zwei besonders kräftigen Querbalken *HH* des Schiffskörpers befestigt und mit dem untenliegenden Theile der Maschine durch schmiedeiserne Säulen verbunden sind.

Die Kurbelachse ist in der Mitte abgekröpft, und sind auf dem Zapfen *N* dieser so entstandenen Kurbel die beiden Luftpumpen-Kolbenstangen befestigt, von denen die mit einseitigem Trunk versehenen Luftpumpenkolben bethätigt werden. Die hintereinander angeordneten und deshalb schiefliegenden Luftpumpencylinder sitzen im Condensator *K*, in welchem sich ein möglichst ausgebreitetes, fein durchlöchertes Injectionsrohr befindet. Die Injectionshähne *l* und *m* können vom Standplatze des Maschinisten aus bewegt werden.

An jedem der Drehzapfen der Cylinder ist ein Ring aufgekeilt, der zwei Arme (Fig. 7) trägt, von denen die Kolben der Speise- und der Sodpumpen angetrieben werden.

IV. Vertical directwirkende Compound-Maschine.

Auf Taf. 22 ist eine Compound-Maschine dargestellt, wie solche auf den Jarrow'schen Torpedobooten verwendet werden. Im Längendurchschnitt, Fig. 1, ist A_1 der Hochdruck- und A_2 der Niederdruckcylinder, B_1 und B_2 die zugehörigen, aus Stahl erzeugten Kolben. Der Dampf tritt bei C durch das in Fig. 3 ersichtlich gemachte Dampfabsperrventil a in das Schiebergehäuse des Hochdruckcylinders D_1. Die Dampfvertheilung wird beim Hochdruckcylinder durch einen entlasteten, beim Niederdruckcylinder durch einen nichtentlasteten Schieber aus Bronze bewerkstelliget. Beide Schieber haben doppelte Einströmungscanäle. Der ausströmende Vorderdampf des Hochdruckcylinders gelangt durch die Canäle b, b (Fig. 3) in das Schiebergehäuse D_2 des Niederdruckcylinders, und bilden jene mit diesem den Zwischenbehälter, Receiver genannt, welcher bei dieser Gattung Maschinen eine besondere Wichtigkeit besitzt. Die Kurbeln dieser Maschinen stehen nämlich unter einem Winkel von 90° zueinander; es kann daher der vom Hochdruckcylinder abziehende Vorderdampf nicht direct in den Niederdruckcylinder überströmen, wie bei den Woolf'schen Maschinen, sondern wird bis zur Eröffnung des Einströmungscanales des Niederdruckcylinders in dem Receiver aufbewahrt. Der Receiver steht daher während der Füllungsperiode des Niederdruckcylinders mit diesem und dem Hochdruckcylinder, während der Expansionsperiode des ersteren aber nur mit dem Hochdruckcylinder in Verbindung. Da in dem Falle, als beim Abstellen der Maschine die Kurbel des Hochdruckcylinders gerade in einem der todten Punkte stehengeblieben wäre, das Ansetzen der Maschine unmöglich sein würde, so ist am Hauptabsperrventil a ein kleineres Ventil c angebracht, durch welches mittelst des Rohres d bei e der Dampf direct in den Receiver eingelassen werden kann, und so beim Niederdruckcylinder, dessen Schieber in diesem Falle den betreffenden Einströmungscanal noch offen und dessen Kurbel gerade die günstigste Stellung hat, die Ingangsetzung bewerkstelligt werden.

Die Umsteuerung erfolgt durch Bewegung des Handrades H, durch welches die flachgängige Schraube J die im Hebel L befindliche Mutter antreibt. Der Hebel L sitzt auf der Umsteuerungswelle K, welche an den beiden Enden die Hebel L_1 zur Bewegung der Coulissen aufgekeilt hat. Die Hebel L_1 sind durch die Gelenkschienen MM mit dem einen Ende der Coulisse verbunden. Die Kolben- und Pleuelstangen sowie die Kurbelzapfen sind der Gewichtsersparnisse wegen

hohl hergestellt. Die Geradführungen *GG* der Kreuzköpfe sind oben an den Dampfcylindern und mit ihren unteren Enden an den Querstreben der acht Säulen befestigt. In Fig. 4 ist der auf dem Rücken des Hochdruckschiebers schleifende Entlastungsrahmen in etwas größerem Maßstabe dargestellt.

Der vom Niederdruckcylinder abziehende Vorderdampf strömt durch ein bei *f*, Fig. 3, angebrachtes Kupferrohr in den Oberflächen-Condensator, welcher in Fig. 7 auf Taf. 23 dargestellt ist. Derselbe besteht aus einem zwischen zwei Platten befindlichen Röhrenbündel und aus einer cylindrischen Hülle mit ihren Endabschlüssen. Der Dampf tritt aus dem Niederdruckcylinder bei *N* in den Condensator und umspült das Röhrensystem, während das Kühlwasser durch die Röhren geleitet wird. Bei *O* wird das aus dem Dampf gebildete Wasser zur Luftpumpe abgeleitet. Bei *Q* tritt das Kühlwasser ein und durchströmt den Condensator nach der Richtung der Pfeile 1, 2 und 3, wornach es selben beim Ausflussrohre *P* verlässt und in die See geführt wird. Beim Rohre *S* wird der von den Antriebmaschinen der Pumpen und des Ventilators abziehende Dampf in den Condensator eingeführt, während das Rohr *R* dazu dient, um während des Stillstandes der Maschine den überflüssigen Kesseldampf, anstatt ihn fliegen zu lassen, gleichfalls in den Condensator zu leiten, damit kein Speisewasser verloren gehe.

In Fig. 5 und 6, Taf. 23, sind die verschiedenen zum Betriebe nothwendigen Pumpen in zwei Ansichten dargestellt. *AA* sind zwei Dampfcylinder mit einem gemeinschaftlichen Schiebergehäuse. Sie sind durch die vier Säulen *BB* mit den Pumpengehäusen verbunden. *T* stellt die einfachwirkende Luftpumpe, *U* deren Vorcisterne und *V* die einfachwirkende Kühlwasserpumpe dar. Die Kurbelwelle *C* dieser Antriebmaschine, welche in den an den Säulen befestigten Lagern *N* und in dem Lagerständer N_1 aufliegt, besitzt zwei unter einem rechten Winkel gegeneinander gestellte Kurbeln und ist an dem einen Ende mit einem kleinen Schwungrad *D* versehen, welches auch zum Drehen der Maschine von der Hand dient. *EE* sind die Excenterstangen zur Bewegung der Schieber mittelst der auf der Achse fix angebrachten Excenter. *F* sind die an den Säulen *B* befestigten Führungen der Kolbenstangen *G*, und *HH* rechteckige Rahmen, welche die Kolbenstangen der Dampfcylinder mit jenen der Pumpen verbindet, während die Kurbeln zwischen denselben ihre Kreisbewegungen machen, ohne die Seiten der Rahmen zu berühren.

Am Rahmen *H*, welcher der Luftpumpe angehört, sind mittelst der Stange *L* die Taucherkolben der beiden Kesselspeisepumpen *W* befestigt; *X* stellt den Windkessel der einen Speisepumpe, *Y* das Druckrohr und *Z* das Druckventilgehäuse derselben vor. Die Luftpumpe saugt durch ein bei *O* am Condensator angebrachtes Rohr aus demselben und drückt das gelieferte Wasser in die Vorcisterne *U*, deren oberer Theil zugleich als Windkessel dient, während von der Bodenöffnung *S* das Saugrohr der Speisepumpe abzweigt. Das von der Luftpumpe geförderte und in der Vorcisterne *V* allenfalls nicht mehr Platz findende Wasser wird durch das Rohr *R* in eine im Boote angebrachte größere Cisterne geleitet, welche auch den Ersatzspeisewasser-Vorrath enthält und von welcher ebenfalls Zweigsaugrohre zu den Speisepumpen geführt sind. Bei *P* ist der Dampfhahn zum Betriebe der Pumpenantriebsmaschinen und bei *Q* das gemeinschaftliche Ausströmungsrohr angebracht.

Die Installirung dieses Maschinencomplexes erfolgt entweder in der Weise, dass der Condensator von der eigentlichen Dampfmaschine querschiffs zu liegen kommt und die Pumpen vor dem Condensator stehen; oder der Condensator liegt auf der einen Bordseite des Torpedobootes, während die Pumpen auf der entgegengesetzten Bordseite zur Aufstellung gelangen. Außerdem ist noch eine kleine Dampfmaschine zum Betriebe eines Ventilators installirt, welcher den hermetisch abschließbaren Kesselraum mit gepresster Luft füllt, um den zur Verbrennung nöthigen Luftzug künstlich zu verstärken, da die auf der Rauchkammer des Kessels angebrachten zwei Kamine thatsächlich nur zur Abführung der Verbrennungsproducte, aber nicht zur Zugbildung dienen.

Der Maschinendienst.

Zusammengestellt von

J. A. Köppl

Vorstand der Maschinenschulen.

Einleitung.

Der Maschinendienst umfasst alle jene Arbeiten, Verrichtungen und Obliegenheiten des gesammten Maschinenpersonales, welche zum regelrechten und ungestörten Betrieb sowie zur Instandhaltung und Conservirung der Kessel und Maschinen auf den Schiffen erforderlich sind.

Er zerfällt daher:

A. in den eigentlichen Betriebsdienst auf den in Dienst stehenden Schiffen;

B. in den Dienst zur Instandhaltung und Conservirung der Kessel und Maschinen auf außer Dienst gestellten Schiffen.

A. Der Betriebsdienst.

Erster Abschnitt.

Bedienung und Behandlung der Kessel.

1. Die Bedienung und Behandlung der Schiffskessel richtet sich nach folgenden Betriebsperioden und umfasst die bei jeder derselben nachstehend angeführten Verrichtungen:

I. Bereitschaftsetzen der Kessel.

a) Schließen aller Mann- und Schlammlöcher,
b) Füllen der Kessel,
c) Reguliren der Roste,
d) Bereiten der Feuer.

II. Kesselbetrieb zur Dampferzeugung.

e) Anzünden der Feuer,
f) regelmäßige Bedienung und Behandlung der Feuer,
g) Überwachung der Kessel bezüglich des Wasserstandes, der Dampfspannung und des Salzgehaltes des Kesselwassers,
h) Reinigen der Feuer,
i) Reinigen der Feuerröhren,
k) Beseitigen der Asche und sonstiger Verbrennungsrückstände,
l) Behandlung der Kessel bei Betriebsänderungen,
m) Behandlung der Kessel bei eintretenden Betriebsstörungen,
n) Vorgang beim Wachenwechsel.

III. Einstellen des Betriebes der Kessel.

o) Behandlung der Feuer und der Kessel unmittelbar vor der Betriebseinstellung,
p) Herausziehen und Ablöschen der Feuer,
q) die Entleerung der Kessel von Wasser und Dampf.

IV. Conservirung der Kessel außer Betrieb.

r) Äußere Reinigung der Kessel,
s) Instandsetzung der Kesselgarnituren,
t) innere Reinigung der Kessel,
u) Untersuchung der Kessel nach der Reinigung,
v) Trockenlegung der Kessel,
w) Reinigung des Sodraumes und Ausbesserung des Anstrichs.

a) Schließen der Kessel.

2. Wären die in Betrieb zu setzenden Kessel nicht geschlossen, so sind deren Mann- und Schlammlochdeckel anzusetzen und gehörig abzudichten. Zu diesem Behufe werden die Deckel an ihren Auflagerändern mit Bleiweiß bestrichen und die Kautschukrahmen auf selbe aufgelegt. Die Ränder der Kesselöffnungen werden gut gereiniget, die Kautschukrahmen aber an der betreffenden Auflagestelle mit Graphitpulver bestreut, um ein Festkleben derselben am Kessel zu verhindern. Die so vorbereiteten Deckel werden sodann von innen angesetzt, die Bügel über die Schrauben geschoben, die Muttern aufgeschraubt und mit denselben die Deckel leicht und gleichmäßig angeholt.

3. Hat in Ermanglung von Kautschukrahmen die Abdichtung der Mann- und Schlammlochdeckel mit flachen Hanfzöpfen zu geschehen, so werden diese Zöpfe in gehöriger Länge geschnitten, an ihren Enden stumpf zusammengenäht, und nachdem sie in heißem Unschlitt ordentlich getränkt wurden, auf den Rand des Deckels aufgelegt, sodann der Deckel in üblicher Weise von innen angesetzt und fest angezogen. Diese Operation muss so rasch als möglich ausgeführt werden, weil, wenn das Unschlitt einmal erstarrt ist, sich die Tresse nicht mehr gleichmäßig pressen lässt, daher dann leicht undicht wird.

Hat man sich sodann noch überzeugt, dass auch die an den Kesselböden oder am Durchpressrohr sitzenden Wasserablasshähne geschlossen sind, so kann zum Füllen der Kessel geschritten werden.

b) Füllen der Kessel.

4. Das Füllen der Kessel erfolgt durch das am Schiffsboden sitzende Kingstonventil und durch den gewöhnlich unmittelbar am Gehäuse desselben angebrachten Durchpresshahn, indem man zuerst das erstere, sodann den letzteren öffnet und das Wasser vermöge des hydrostatischen Druckes eindringen lässt. Damit dies aber erfolgen könne, ist es nothwendig, der im Kessel enthaltenen Luft freien Abzug zu verschaffen, indem man vorher schon die Sicherheitsventile und die Probirhähne am Wasserstand öffnet. Aus dem Geräusch der aus den geöffneten Wasserstandhähnen ausströmenden Luft kann man den Zufluss des Wassers beurtheilen. Beginnt das Wasser aus dem untersten der Hähne auszufließen, so wird derselbe geschlossen, und man beobachtet sodann das weitere Steigen des Wassers im Wasserstandsglase.

5. Man füllt in neuerer Zeit die Kessel bis zum oberen Rand des Glases und presst dann, sobald im Kessel genügend Dampfdruck vorhanden ist, das am Boden befindliche kältere Wasser durch das Kingston aus, bis der Wasserstand auf seine normale Höhe herabgesunken ist. Dies geschieht zu dem Zwecke, damit die Kesselwände nicht zu lange ungleichen Temperaturen ausgesetzt seien, wodurch in den Blechen, insbesonders aber in den Nietenverbindungen, schädliche Spannungen hervorgebracht werden.

6. Liegt der Kessel nicht bis zu seinem normalen Wasserstand unter der Außen-Wasserlinie, so wird sich der Kessel nicht entsprechend

füllen. Man wird daher, sobald das Eindringen des Wassers aufhört, den Durchpresshahn und das Kingston schließen und das noch fehlende Wasser mit der Handpumpe aufpumpen.

c) Reguliren der Roste.

7. Die Regulirung der Roste besteht darin, dass krumm gebogene Roststäbe gerade gerichtet, stark abgebrannte durch neue ersetzt und die Entfernungen der Stäbe so regulirt werden, dass sie zwischen ihren Köpfen entsprechend Spielraum haben, ohne dass die Luftspalten zu groß ausfallen. Auch der Länge nach müssen die Roststäbe genügend Spielraum haben, um sich bei der Erwärmung ausdehnen zu können.

Bei Gelegenheit der Untersuchung und Regulirung der Roste sind auch die Feuermauern betreffs ihres Zustandes zu untersuchen und eventuell auszubessern.

d) Bereiten der Feuer.

8. Das Bereiten der Feuer besteht darin, dass man die ganze Rostfläche mit einer gleichmäßigen Schichte etwa faustgroßer Kohlenstücke bewirft, sodann zunächst der Heizthüre abwechselnd Kohle und klein gespaltenes Unterzündholz zu einer Mauer bis an die Feuerdecke aufschichtet. Um das Holz leichter zu entzünden, wird zwischen die einzelnen Holzlagen etwas fettgetränktes, bereits verbrauchtes Putzwerk eingelegt.

9. Sind die Kessel mit einem Teleskop-Kamin versehen und derselbe gestrichen, so wird während des Feuerbereitens die etwa aufgesetzte Kaminkappe abgenommen und der Kamin gehisst. Beim Hissen des Kamins ist darauf zu sehen, dass die beiden Ketten sich gleichmäßig auf die Trommeln aufwinden, also immer gleich gespannt seien, weil sonst der Kamin, in eine schiefe Lage gebracht, das Aufhissen ungemein erschwert und möglicherweise ein Reißen der überanstrengten Ketten erfolgen könnte.

Sobald die zu dem Zwecke angebrachte Marke zum Vorschein kommt, werden die Keile eingeschoben und der Kamin auf dieselben aufsitzen gemacht, indem man den Aufzugsapparat zurückwindet, bis die Ketten schlaff werden. Sodann werden die Kaminstage angesetzt und derart gespannt, dass sich der Kamin bei seiner Erwärmung ungehindert ausdehnen kann.

e) Anzünden der Feuer.

10. Sollen die Kessel geheizt werden, so hat man sich vor dem Anzünden der Feuer zu überzeugen, ob der Wasserstand in den einzelnen Kesseln normal geblieben und ob die Rauchregister der anzuheizenden Kessel geöffnet, jene der nicht in Betrieb zu setzenden sowie deren Rohr,- Aschenfall- und Heizthüren aber gehörig geschlossen seien. Die Laternen der Wasserstände und Manometer sind anzuzünden, dann die Sicherheitsventile zu öffnen, um der in den Kesseln befindlichen Luft den Austritt zu gestatten. Sodann wird das eingelegte Putzwerk in Brand gesteckt und der Luftzug durch die etwas geöffneten Heizthüren regulirt, während die Aschenfallthüren geschlossen bleiben.

11. Der Luftzug darf im Anfange nicht zu stark sein, weil sonst das Unterzündholz zu rasch verbrennt und die Kohle nicht zur Entzündung gelangt. Um eine entsprechende Menge Kohlenglut zu erhalten, wird nach dem Abbrennen des Holzes die entzündete Kohle etwas zurückgeschoben und von der Hand schöne Stückkohle nachgelegt.

12. Sobald auf diese Weise eine genügende Menge Kohlenglut erzeugt ist, wird dieselbe mit der Feuerkrücke durchgestoßen und über den ganzen Rost verbreitet. Man schließt nun die Heizthüren und öffnet dagegen die Aschenfallthüren, um der zur Verbrennung nöthigen Luft den Eintritt durch den Rost zu gestatten, damit die Entzündung der auf dem Roste befindlichen Kohlenschichte rascher vor sich gehe.

13. Wäre der Rost nicht überall gleichmäßig mit Kohle bedeckt, so strömt an den unbedeckten Stellen viel kalte Luft durch und erzeugt gewöhnlich das sogenannte Brummen der Kessel, welches die Kessel heftig erzittern macht, daher unbedingt schädlich ist. Um dasselbe zu verhindern, muss vor allem das Feuer ausfindig gemacht werden, welches daran die Schuld trägt. Man schließt zu diesem Behufe der Reihe nach die Aschenfallthüren der einzelnen Feuer für einen Moment, so wird bei dem betreffenden Feuer sofort das Brummen aufhören, beim Öffnen der Aschenfallthüren auch sofort wieder beginnen. Man hat nun dieses Feuer durchzumischen und die etwa unbedeckten Stellen des Rostes mit Kohle zu belegen, so wird in den meisten Fällen dieser Übelstand dadurch beseitiget werden.

14. Während des Anheizens hat man selbstverständlich für die Herbeischaffung der Kohle zu sorgen. Man häuft dieselbe auf

der Heizflur vor den einzelnen Feuern in derjenigen Menge auf, wie sie etwa für die ein- bis zweimalige Beschickung des Feuers nothwendig ist, und es hat dieses Quantum bei erfolgtem Verbrauch sofort wieder ergänzt zu werden.

f) Regelmäßige Bedienung der Feuer.

15. Ist die aufgeworfene Kohle theilweise abgebrannt, so sind die Feuer regelmäßig wieder mit Kohle zu beschicken.

Hiebei hat beobachtet zu werden:

1.) dass beim Aufwerfen der Kohle stets der rückwärtige Theil des Rostes zuerst beschickt werde,
2.) dass die Beschickung rasch vor sich gehe, damit die Heizthüren nicht zu lange offen bleiben,
3.) dass die Kohlenschichte auf den Rosten je nach der Kohlengattung überall gleichmäßig 12 bis 15 cm betrage,
4.) dass in einem und demselben Kessel die Feuer der Reihe nach bedient, nie aber zwei oder mehrere Feuer gleichzeitig beschickt werden.

16. Sobald die Dampfentwicklung begonnen hat (was man an dem Ausströmen des Dampfes aus dem geöffneten obersten Probirhahn erkennt), werden nun die Sicherheitsventile geschlossen, dagegen die Absperrventile geöffnet, damit der Dampf in die Maschine überströme und die Dampfrohrleitung sowie die Dampfcylinder langsam erwärmt werden.

17. Während sich die Dampfspannung allmählich steigert, werden die allenfalls frisch abgedichteten Mann- und Schlammlochdeckel sowie auch frisch verpackte Stopfbüchsen der Dampfrohrleitung nachzuziehen sein.

18. Stellt sich während des Anheizens heraus, dass die Maschine aus irgend einem Grunde erst später gebraucht wird, so hemmt man die Dampfentwicklung durch theilweises oder auch ganzes Abschließen der Aschenfallthüren. Auch durch theilweises Öffnen der Feuerthüren sucht man einer zu raschen Dampfentwicklung Einhalt zu thun, jedoch ist der eindringende kalte Luftstrom für die Kessel absolut schädlich, daher man von diesem Mittel so wenig als möglich Gebrauch machen soll. Man thut jedenfalls besser, den überflüssigen Dampf zum Betrieb der Centrifugalpumpen und Sodejectoren und allenfalls zum Durchwärmen, resp. zum Vor- und Rückwärts-

bewegen der Maschine zu verbrauchen, oder man lässt ihn schließlich durch die behutsam gelüfteten Sicherheitsventile ins Freie ausströmen.

19. Während dieses Bereitschaftszustandes der Kessel, welches man das Liegen unter stillem Dampf zu nennen pflegt, ist darauf zu sehen, dass bei längerer Dauer desselben die Feuer nicht gänzlich absterben. Dieselben sind vielmehr durch mäßiges Beschicken sowie durch zeitweiliges Durchstoßen in Kraft zu erhalten, wenn auch dadurch die Dampferzeugung in ungewünschter Weise befördert wird.

20. Vor der Ingebrauchnahme der Maschine sind die Feuer gehörig mit Kohle zu beschicken und die Luftspalten des Rostes von unten klar zu machen. Der überflüssige Dampf wird zum Anwärmen und Bewegen der Maschine verbraucht, und sind, im Falle hiebei die Dampfspannung rasch sinken sollte, die Sicherheitsventile zu schließen, die Aschenfallthüren aber etwas zu öffnen.

21. Bei Ingangsetzung der Maschine ist ein Durchstoßen und Aufmischen der Feuer, ebenso ein zu starkes Beschicken mit frischer Kohle nicht räthlich, weil in diesem Falle um so eher ein Überkochen der Kessel eintritt, als die Intensivität der Feuer nie vollkommen gleich sein wird. Während der Fahrt sind dann die Feuer nach und nach zu verstärken, wobei die unter 15 angeführten Verhaltungsmaßregeln zu beobachten sind.

22. Die Luftspalten des Rostes sind stets so rein zu erhalten, dass der Aschenfall immer gleichmäßig hell beleuchtet erscheine, und wenn sich selbe stellenweise verstopft zeigen sollten, sind sie womöglich mit dem Feuerhaken von unten klar zu machen.

23. Die Aschenfälle sind besonders bei Verwendung von Staub- oder Grieskohle öfters zu reinigen, d. h. es ist die durchgefallene Asche herauszuziehen und abzulöschen, weil durch das Fortbrennen des durchgefallenen Kohlengrieses nicht nur der Luftzutritt beeinträchtiget, sondern auch die Gefahr, dass die Roststäbe glühend werden, erhöht wird. Das Ablöschen der Asche und sonstiger Verbrennungsrückstände darf in keinem Falle im Aschenfall selbst vorgenommen werden, sondern muss stets nach dem Herausziehen auf der Heizflur geschehen, und ist hiebei auch das zufällige Bespritzen der Kesselwände thunlichst zu vermeiden.

24. Falls sich unter der herausgezogenen und abgelöschten Asche viel unverbrannte Coakstheile vom Kohlengries befinden, ist es aus ökonomischen Gründen geboten, dieselben nach Thunlichkeit von der reinen Asche auszuscheiden und mit frischer Kohle gemischt

neuerdings aufzuwerfen. Bei zu forcirenden Feuern können selbstverständlich derlei Rückstände nicht mehr zur Verwertung herangezogen werden.

25. Die Verbrennungsrückstände werden nach dem Ablöschen in der Nähe des Achenaufzuges aufgehäuft, dann vor Ablauf der Wache in die Ascheneimer gefüllt, endlich mit dem Aufzug gehisst und über Bord geschafft.

g) Überwachung der Kessel.

26. Die Überwachung der Kessel bezüglich des Wasserstandes, der Dampfspannung und des Salzgehaltes des Kesselwassers obliegt dem wachehabenden Unterofficier.

Da die Erhaltung einer gleichbleibenden normalen Dampfspannung wesentlich von der Erhaltung eines gleichmäßigen Wasserstandes abhängig ist, so hat sowohl das Aufspeisen wie auch das Abschäumen des Kesselwassers während der Fahrt stets gleichmäßig und continuirlich vorgenommen zu werden. Man muss daher trachten, sowohl für den Speisehahn als auch für den Abschaumhahn versuchsweise eine bestimmte Stellung ausfindig zu machen, bei welcher für den Beharrungszustand des Ganges der Maschine der Wasserstand und der Salzgehalt des Wassers normal erhalten bleiben.

27. Bei dem gleichzeitigen Betrieb von mehreren Kesseln werden aber immer Unregelmäßigkeiten sowohl in der Bedienung der Feuer als auch in der Speisung der Kessel vorkommen, daher wird auch die Dampfentwicklung derselben stets differiren. Die Folge davon ist, dass in dem schwächeren Kessel ohne Zuthun das Wasser steigen und die Dampfentwicklung noch mehr sinken wird, während in den Kesseln mit kräftigeren Feuern umgekehrt das Wasser sinken, die Dampfentwicklung aber desto mehr zunehmen wird. Wird nun diesen Unregelmäßigkeiten nicht rechtzeitig vorgebeugt, so tritt gewöhnlich ein Überkochen der Kessel ein, wodurch nicht nur der geregelte Betrieb der Kessel, sondern auch jener der Maschine auf längere Zeit gestört wird. Es sind daher die Wasserstände und die Manometer ununterbrochen im Auge zu behalten, und ist jede Differenz im Wasserstand sofort entsprechend zu corrigiren, indem man die normale Stellung der Hähne stets nur um ein geringes verändert, mithin den Ausgleich allmählich herbeiführt.

28. Von großer Wichtigkeit für den Betrieb der Kessel ist auch die Erhaltung eines normalen Salzgehaltes des Kesselwassers, welches zu diesem Behufe continuirlich abgeschäumt und erfrischt werden muss. Man hat daher den Sättigungsgrad mittelst des Salinometers zeitweise zu bestimmen, um das Abschäumen und Aufspeisen der Kessel entsprechend reguliren zu können.

29. Zum Messen des Salzgehaltes dient das Salinometer von How. Dasselbe ist ein Aräometer, welches in reinem Seewasser von 3·1 % Salzgehalt bei einer Temperatur des Wassers von 93·3 Grad Celsius (= 200 Grad Fahrenheit) bis zum Theilstriche $^1/_{32}$, dagegen in solchem von 6·2 % Salzgehalt und gleicher Temperatur nur bis zum Theilstriche $^2/_{32}$, endlich in solchem von 9·3 % Salzgehalt nur bis zum Theilstriche $^3/_{32}$ einsinkt.

30. Will man eine richtige Messung vornehmen, so wird das Kesselwasser durch einen zu diesem Zwecke angebrachten Hahn in ein hiezu bestimmtes Gefäß abgelassen und dessen Temperatur mit dem Thermometer gemessen. Sobald das Thermometer 93·3 Grad Celsius zeigt, wird das Salinometer behutsam in das Wasser eingesenkt und der Salzgehalt abgelesen.

31. Nach einem längeren Betrieb der Kessel wird durch das Abschäumen allein der normale Sättigungsgrad von $^2/_{32}$ nicht mehr gut erhalten werden können, weil die übersättigten Wassertheilchen als specifisch schwerer nicht mehr bis zum Wasserniveau gehoben werden; deshalb muss die dichtere Wassermenge zeitweise auch durch den mit dem Kesselboden in Verbindung stehenden Durchpresshahn beseitigt werden. Zu diesem Behufe wird der Kessel bis zum oberen Rande des Wasserstandglases aufgespeist, dann der Durchpresshahn geöffnet und das Wasser wieder bis zum unteren Rand des Glases durchgepresst. Da das zugepumpte kältere Wasser vorerst zu Boden sinken wird, so hat man zwischen dem Aufspeisen und dem Durchpressen stets einige Zeit verstreichen zu lassen, bis sich die Wasser vermischt haben dürften, weil man sonst statt des salzhältigen wieder das soeben zugepumpte reine Seewasser durchpressen würde.

32. Bei Kesseln, die aus Oberflächen-Condensatoren gespeist werden, ist ein continuirliches Abschäumen nicht nothwendig, weil der Salzgehalt nicht so rasch steigen kann; man wird denselben aber doch jede Wache einmal zu messen gezwungen sein, da immer ein Verlust an Speisewasser stattfindet und zum Ersatz desselben Seewasser eingespritzt werden muss, also immerhin eine Zunahme des

Salzgehaltes stattfinden wird. Ein zeitweises Abschäumen wird auch nothwendig, um die mit dem Speisewasser in die Kessel gelangten Fettstoffe zu beseitigen, weil deren Säuren von höchst schädlicher Wirkung auf die Kesselbleche sind.

h) Reinigen der Feuer.

33. Bei längerem Betriebe der Kessel bilden sich auf den Rosten Schlacken, welche in oft größeren zusammengeschmolzenen Krusten den Zutritt der Luft vollständig hemmen. Es tritt daher die Nothwendigkeit ein, diese Krusten von Zeit zu Zeit zu beseitigen, welche Procedur man das Feuerreinigen oder das Feuerputzen nennt. Die Zeit, binnen welcher die Reinigung der Feuer vorzunehmen sein wird, hängt namentlich von der Qualität der Kohle ab, und wird dieselbe bei besserer Qualität ohngefähr nach 16 bis 20 Stunden, bei stark schlackender Kohle jedoch schon nach 12stündigem Betriebe nothwendig sein.

34. Soll ein Feuer geputzt werden, so lässt man dasselbe so weit abbrennen, dass nur noch eine geringe Quantität guter Kohlenglut sich auf dem Roste befindet. Diese wird sodann entweder nach rückwärts oder auf eine Seite des Rostes geschoben, die Schlackenkrusten mit dem Feuermeißel aufgebrochen und mit der Feuerkrücke herausgeschafft. Ist so der Rost an der einen Stelle gereinigt, so schafft man die bei Seite geschobene Kohlenglut auf diese und reinigt in derselben Weise den anderen Theil des Rostes, wornach die vorhandene Kohlenglut über den ganzen Rost ausgebreitet, allenfalls auch einige Schaufeln Glut aus einem andern Feuer übertragen und nun frische Kohlen aufgeworfen werden. Während des Feuerputzens haben die Aschenfallthüren geschlossen zu bleiben, sind aber nach dem Aufwerfen frischer Kohlen sofort wieder zu öffnen.

35. Die ganze Manipulation des Feuerputzens muss so rasch als möglich durchgeführt werden; daher ist der betreffende Heizer von seinen Nachbarn darin zu unterstützen, indem der eine die herausgezogene Schlacke vorsichtig mit Wasser ablöscht und mit Asche bedeckt, der andere aber das Übertragen einiger Schaufeln Kohlenglut aus dem Nachbarfeuer und das Aufwerfen frischer Kohle besorgt, während der feuerputzende Heizer die glühend gewordenen Feuerwerkzeuge beiseite schafft und mit Wasser abkühlt, damit sich niemand daran beschädige.

36. Da der Kessel, in welchem ein Feuer zu reinigen ist, selbstverständlich in der Dampferzeugung zurückbleiben wird, so wird man dessen Absperrventil etwas schließen und das Aufspeisen und Abschäumen des Kesselwassers in demselben einstellen, damit dessen Dampfspannung jener der übrigen Kessel wo möglich gleich bleibe und das Überkochen verhindert werde. Um aber die normale Dampfspannung für den Betrieb der Maschine zu erhalten, wird man die Feuer der übrigen Kessel mehr forciren und allenfalls auch das Aufspeisen und Abschäumen etwas reduciren. Sobald jedoch das gereinigte Feuer wieder zur Kraft gelangt ist, wird man das Absperrventil wieder normal öffnen und das Aufspeisen und Abschäumen wieder in geregelter Weise vornehmen.

37. Weil also das Feuerputzen immer eine Störung des geregelten Betriebes der Kessel zur Folge hat, so ist betreffs der Aufeinanderfolge der vorzunehmenden Reinigungen zu beobachten, dass nie zwei Feuer gleichzeitig geputzt werden und dass mit dem Reinigen eines zweiten Feuers erst dann begonnen werde, wenn das erstgereinigte wieder zu voller Kraft gelangt ist. Man hat sodann mit Rücksicht auf die Anzahl der Feuer die Eintheilung so zu treffen, dass jedes Feuer wenigstens nach weiterem zwölfstündigen Betriebe wieder zur Reinigung komme.

i) Reinigen der Feuerröhren.

38. Bei stark rauchender Kohle sowie bei mangelhafter Verbrennung überhaupt häufen sich in den Feuerröhren Ruß und Flugasche an, welche als schlechte Wärmeleiter einen Theil der Heizfläche bedecken und den Zugquerschnitt verengen, folglich die Dampferzeugung hemmen. Es wird daher, um die letztere wieder zu steigern, nothwendig sein, nach einer bestimmten Zeit die Feuerröhren zu reinigen.

39. Dieses sogenannte Rohrkehren geschieht in der Regel mittelst runder Bürsten aus Haarborsten oder Metalldraht, welche an entsprechend langen eisernen Stielen befestigt sind, so dass man mit denselben die Rohre der ganzen Länge nach durchstoßen und fegen kann. Der Ruß und die Flugasche fallen dann zum Theil in die Umkehrkammer, zum Theil auch in die vordere Rauchkammer, von wo sie nach beendigter Reinigung zu entfernen sind, damit sie nicht neuerdings in die Rohre und Rauchcanäle vertragen werden.

40. Auch das Rohrkehren muss bei den einzelnen Feuern in einer gewissen Reihenfolge und so rasch als möglich ausgeführt werden, da während dieser Zeit durch die geöffneten Rauchkammerthüren viel kalte Luft einströmt, wodurch nicht nur der betreffende Kessel gekühlt, sondern auch der Zug für die Feuer dieses und aller anderen Kessel in bedeutendem Grade verringert wird. Da auch das Rohrkehren nur bei abgebranntem Feuer geschehen kann, so wird dasselbe am besten unmittelbar vor dem Feuerputzen vorgenommen und so der Kessel (wenn auch etwas längere Zeit) nur einmal in der Dampferzeugung geschwächt.

41. Hat man jedoch einen nicht in Betrieb befindlichen Kessel in Reserve, so ist es (besonders bei ungeübterem Personale) vortheilhafter, den Reservekessel zum Betriebe beizuziehen und von den zu reinigenden Kesseln einen nach dem anderen außer Betrieb zu setzen und einer gründlichen Reinigung der Feuer und der Röhren zu unterziehen. Auf diese Weise kann die Reinigung ohne großen Verlust an Dampfspannung und in kürzester Zeit durchgeführt werden, weil man bei Abschluss des Rauchregisters dieses Kessels den Zug der übrigen Kessel am wenigsten beeinträchtigt und zur Reinigung auch mehr Leute gleichzeitig anstellen kann.

42. Sobald ein Kessel in dieser Weise gereinigt wurde, bringt man die Feuer wieder zur Kraft und schaltet ihn hierauf zum Betriebe ein, um bei einem andern Kessel dieselbe Arbeit vornehmen zu können.

43. Sind so nach und nach alle Kessel gereinigt, so kann der zur Aushilfe in Betrieb gesetzte Reservekessel wieder ausgeschaltet werden, falls nicht eine erhöhte Betriebskraft für die Maschine erforderlich geworden sein sollte.

k) Beseitigung der Verbrennungsrückstände.

44. Wie schon unter 25 erwähnt, sind die Verbrennungsrückstände, welche sich während einer Wache ansammeln, vor Ablauf derselben regelmäßig über Bord zu schaffen; wenn sich jedoch nach dem Rohrkehren und Feuerputzen diese Rückstände in größeren Mengen anhäufen, so können dieselben der Bedienung der Feuer und dem Kohlentransporte hinderlich werden, deshalb wird man mit der Beseitigung der Rückstände auch schon vor der gewöhnlichen Zeit beginnen müssen.

45. Bei dieser Arbeit ist darauf zu sehen, dass die größeren Stücke der Schlacken zerschlagen, der Ruß und die Asche aber gehörig genetzt werden, bevor man sie in die Aschenkübel füllt, damit beim Überbordwerfen die Ausgussrohre nicht verstopft und die Schiffsräume nicht durch Ruß und Asche beschmutzt werden.

1) Behandlung der Kessel bei Betriebsänderungen.

46. Betriebsänderungen bei den Kesseln werden erfolgen:

α) wenn die Geschwindigkeit der Maschine zeitweise vermindert, dann wieder vermehrt, manchmal auch die Maschine abgestellt und wieder in Gang gesetzt, d. h. also, wenn mit der Maschine manövrirt wird;

β) wenn die Leistung der Maschine für die Dauer verringert oder vermehrt werden soll durch Abstellen oder Einschalten eines oder mehrerer Kessel vom oder zum Betriebe;

γ) wenn bei gleichbleibender Maschinenleistung ganze Kesselgruppen zu wechseln sind;

δ) wenn bei eingestelltem Maschinenbetriebe die Kessel in Dampf- oder Feuer-Bereitschaft zu erhalten sind.

47. α) Der erste Fall kommt vor bei taktischen Manövern der Schiffe, dann beim Ankermanöver und beim Aus- und Einlaufen aus und in den Hafen, und ist der Betrieb der Maschine in diesem Falle oft sehr rasch aufeinander folgenden Veränderungen unterworfen, weshalb auch der Betrieb der Kessel große Aufmerksamkeit erheischt.

48. Beim langsamen Gange der Maschine ist sofort auch die Dampferzeugung durch theilweises Abschließen der Aschenfallthüren und durch vermehrtes Aufspeisen zu hemmen, während bei nachher erfolgender Vermehrung der Geschwindigkeit die ersteren wieder zu öffnen, die Speisehähne dagegen wieder zu schließen sein werden.

49. Wird die Maschine für kurze Zeit abgestellt, so sind die Aschenfallthüren und die Abschäumer ganz zu schließen. Die letzteren dürfen umsoweniger offen gelassen werden, als beim Stillstande der Maschine kein Aufspeisen der Kessel stattfindet und bei offenen Abschäumern daher sehr bald Wassermangel eintreten würde.

50. Wenn bei länger dauernden Ankermanövern auch ohnedies Wassermangel eintreten sollte, so hat in diesem Falle das Aufspeisen der Kessel rechtzeitig mit der Dampfpumpe zu geschehen, welche daher stets zu diesem Zwecke in Bereitschaft zu setzen ist.

51. β) Soll während der Fahrt ein nicht geheizter Kessel zum Betriebe herangezogen werden, um entweder die Maschinenkraft zu vermehren oder bei gleicher Maschinenleistung für einen im Betriebe befindlichen als Ersatz eingeschaltet zu werden, so ist derselbe auf die bekannte Weise zu füllen, dessen Feuer zu bereiten und anzuzünden, jedoch ist dabei zu beobachten, dass bis zum Anzünden der Feuer das Rauchregister und die Aschenfallthüren geschlossen bleiben müssen. Zum Anzünden der Feuer kann Kohlenglut aus den geheizten Kesseln übertragen werden, und ist das Rauchregister nur so weit zu öffnen, als es der zur Entzündung der Kohle nothwendige Zug der Luft erfordert. Ist genügend Kohlenglut vorhanden, so wird dieselbe durchgestoßen und über den Rost verbreitet, die Feuerthüren geschlossen, das Rauchregister und die Aschenfallthüren aber geöffnet.

52. Hat die Dampfentwicklung in dem frisch geheizten Kessel begonnen, so ist das Sicherheitsventil desselben so lange offen zu halten, bis mit dem ausströmenden Dampfe auch die im Kessel enthalten gewesene Luft entfernt sein dürfte; denn wenn dieselbe im Kessel verbliebe, so würde sie beim Einschalten des Kessels mit in die Maschine gelangen und daselbst das Vacuum zerstören, also der Gang der Maschine plötzlich verlangsamt, möglicherweise auch ganz eingestellt werden.

53. Nach dem Schließen der Sicherheitsventile lässt man den Dampfdruck steigen, bis er jenen der andern Kessel um 0·1 bis 0·2 kg überholt hat, bevor man diesen Kessel zum Betriebe einschaltet. Auch dann noch ist das Absperrventil nur allmählich zu öffnen, damit keine plötzliche Druckentlastung stattfinde, weil die Dampfentwicklung dieses Kessels trotz des anfänglichen höheren Druckes noch nicht gleichen Schritt halten wird mit jener der übrigen Kessel, folglich bei zu raschem Öffnen des Absperrventils sehr leicht ein Überkochen der Kessel eintreten würde.

54. Ist während der Fahrt von mehreren geheizten Kesseln einer außer Betrieb zu setzen, weil für denselben entweder ein anderer in Betrieb gesetzt wurde oder weil die Leistung der Maschine überhaupt vermindert werden soll, so ist die Kraft dieses Kessels so viel als möglich auszunützen. Man lässt die Feuer ohne aufzuwerfen abbrennen, mischt selbe einigemale durch, um deren Heizkraft thunlichst auszunützen, und verringert sodann allmählich die

Dampfentnahme und das Aufspeisen, indem man das Absperrventil und den Abschäumer nach und nach schließt, damit der normale Dampfdruck in diesem Kessel so lange als möglich erhalten bleibe. Sind die Feuer so weit herabgebrannt, dass auf den Rosten bereits Lücken entstehen, so wird mit dem Abschluss des Absperrventils der Kessel vom Betriebe ausgeschaltet, — dessen Feuer werden herausgezogen und abgelöscht, — das Rauchregister, die Feuer- und Aschenfallthüren werden geschlossen und schließlich das Wasser mit dem im Kessel enthaltenen Dampfe durchgepresst.

55. γ) Ein Wechsel ganzer Kesselgruppen muss auf Kriegsschiffen eintreten, um einmal nach längerem Betriebe an den gebrauchten Kesseln die nothwendigen Reinigungsarbeiten vornehmen zu können, dann aber auch, um eine gleichmäßige Abnützung aller Kessel zu erzielen. Die in Betrieb zu setzenden Kessel werden auf gewöhnliche Weise gefüllt und geheizt und nacheinander, sowie sie dampfklar werden, unter Anwendung der unter 53 angegebenen Vorsichtsmaßregeln zum Betriebe eingeschaltet. Bei mehreren zum Betriebe einzuschaltenden Kesseln die Absperrventile alle gleichzeitig zu öffnen, ist nicht rathsam, weil man bei etwa eintretendem Überkochen nicht in der Lage sein wird, den überkochenden Kessel sofort zu erkennen, und dadurch der Betrieb dann oft auf längere Dauer gestört bleiben würde.

Die vom Betriebe auszuschaltenden Kessel werden, wie unter 54 angegeben, behandelt und einzeln nacheinander außer Betrieb gesetzt.

56. δ) Wird der Betrieb der Maschine auf unbestimmte Zeit eingestellt, so haben die Kessel entweder unter stillem Dampf zu liegen, um die Maschine jeden Moment wieder in Gang setzen zu können, oder sie werden in jenen Bereitschaftszustand versetzt, aus welchem sie in einer bestimmten Zeit erst wieder dampfklar gemacht werden.

57. Beim Liegen unter stillem Dampf ist in den Kesseln der Dampfdruck normal, daher die Feuer in gutem Zustande zu erhalten. Sie bleiben über den ganzen Rost ausgebreitet und werden bei geschlossenen Aschenfallthüren und halbgeschlossenen Rauchregistern mäßig mit frischer Kohle bedient. Der überflüssige Dampf wird entweder zum Betriebe der Centrifugalpumpen und des Sodejectors, oder zum Aufspeisen der Kessel mit der Dampfpumpe verwendet, oder schließlich durch die Sicherheitsventile abgelassen. Die Absperrventile

sind in diesem Falle offen zu halten, um jeden Moment die Maschine in Gang setzen zu können.

58. Haben die Kessel erst in einer bestimmten Zeit oder auf einen zu erlassenden Befehl dampfklar gemacht zu werden, so werden die Absperrventile der Kessel geschlossen, und nachdem die Kessel genügend aufgespeist und das Wasser gehörig erfrischt wurde, der Dampf durch die Sicherheitsventile abgelassen. Bei voraussichtlich längerer Dauer dieses Bereitschaftszustandes werden die Feuer vorgeholt.

59. Das Vorholen eines Feuers besteht darin, dass, nachdem es größtentheils abgebrannt ist, der Rest der vorhandenen Kohlenglut auf den vorderen Theil des Rostes zusammengezogen und hier mit einem geringen Quantum Kohle so erhalten wird, um es nöthigenfalls in kurzer Zeit wieder verstärken und über den ganzen Rost ausbreiten zu können. Bei vorgeholten Feuern werden die Aschenfallthüren geschlossen, die Feuerthüren aber nur wenig geöffnet gehalten, während die Rauchregister so zu stellen sind, dass eben noch genügender Luftzug vorhanden sei.

60. Volle intensiv brennende Feuer sollen unter keinerlei Umständen vorgeholt werden, sondern man hat abzuwarten, bis selbe entsprechend niedergebrannt sind. Man wird inzwischen suchen, durch Aufspeisen und Abschäumen den Salzgehalt des Kesselwassers zu verbessern. Sind die Feuer besonders lebhaft und will man das Steigen des Dampfes verhindern, so sind sie mit angenetzter Asche zu bedecken.

61. Bevor ein Feuer vorgeholt wird, ist der Rost von Schlacken zu reinigen, ebenso ist nach dem Vorholen die Reinigung der Feuerrohre vorzunehmen, falls dieselben schon stark mit Ruß belegt sein sollten.

62. Um die Kessel nachfolgend wieder dampfklar zu machen, werden die Feuer ausgebreitet und Stückkohle aufgeworfen, gleichzeitig die Rauchregister und die Aschenfallthüren geöffnet, während man die Feuerthüren schließt. Während der Dampfentwicklung hat man das Steigen derselben zu beobachten und durch Regulirung des Zuges zu trachten, die Dampfspannung in allen Kesseln übereinstimmend zunehmen zu lassen. Erst wenn die Dampfspannung nahezu normal geworden ist, wird man die Absperrventile allmählich wieder öffnen.

m) Behandlung der Kessel bei Betriebsstörungen.

63. Die gewöhnlich vorkommenden Betriebstörungen, welche sofort zu beseitigen sein werden, sind folgende:

α) Hindernisse beim Füllen der Kessel;
β) das Lecken von Mann- und Schlammlochdeckeln;
γ) Verstopftsein des Wasserstandes;
δ) das Zerspringen eines Wasserstandglases;
ε) fehlerhafte Manometer;
ζ) Durchfallen einzelner Roststäbe;
η) mangelhaftes Aufspeisen eines oder aller Kessel;
ϑ) ungenügendes Abschäumen eines Kessels;
ι) das Lecken eines oder mehrerer Feuerrohre;
$\varkappa$) das Undichtsein oder Steckenbleiben eines Sicherheitsventils;
λ) das Überkochen der Kessel.

64. α) Wenn sich ein Kessel bei geöffnetem Kingstonventile und offenem Durchpresshahne nicht füllt, so kann Schuld sein, dass das Durchpressrohr mit Schlamm und Salzkrusten verstopft ist, welche bei vorangegangener Kesselreinigung in die Mündung dieses Rohres gelangt sind, wenn verabsäumt worden wäre, das Loch mit einem Pfropf oder Deckel zu verschließen. Es kann aber auch vergessen worden sein, den etwa zu diesem Zwecke eingeführten Holzstöpsel vor dem Schließen der Schlammlöcher wieder zu beseitigen.

65. Um sich darüber Gewissheit zu verschaffen, ob nur eine theilweise oder eine gänzliche Verstopfung stattfindet, schließt man das Sicherheitsventil, damit die im Kessel befindliche Luft durch das allenfalls eindringende Wasser gepresst werde und daher bei dem geöffneten Probirhahne mit hörbarem Geräusch ausströme. Wäre kein Ausströmen der Luft vernehmbar, so ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der vorerwähnte Pfropf nicht beseitigt wurde. Man wird daher ohne Aufschub das zunächstliegende Schlammloch öffnen, um den Stöpsel zu entfernen oder um die Gewissheit zu erlangen, dass der Fehler im Durchpressrohre oder im Kingstonventile gelegen sei.

66. Dass das Durchpressrohr verstopft sei, wird sofort klar werden, wenn man beide Hähne der Abschaumvorrichtung öffnet und auf diesem Wege Wasser in den Kessel gelangt. In diesem Falle wird man versuchen, das verlegte Rohr mit einem starken Eisendraht

bei seiner Einmündung in den Kessel frei zu machen. Sollte dies auf dieser Seite nicht gelingen, so schließt man das Kingstonventil, hebt den Wechsel des Durchpresshahnes aus und passirt das Rohr mit dem Draht von der Hahnseite aus. Würde das Freimachen des Rohres auch auf diesem Wege nicht gelingen, so muss das Rohr mit seinen beiderseitigen Flantschenverbindungen gelöst und abgenommen werden. Ist zu dieser Arbeit nicht genügend Zeit, und muss der betreffende Kessel in Betrieb gesetzt werden, so wird man den Kessel wieder schließen und ihn durch den Abschäumer füllen oder mit der Handpumpe aufpumpen.

67. Sollte der Fehler im Kingstonventile gelegen sein, so kann der betreffende Kessel durch das Kingston eines anderen Kessels gefüllt werden, indem man mittelst der an den Kingstongehäusen angebrachten Hähne, welche zum Auspumpen der Kessel mit der Dampfpumpe dienen, die Verbindung der beiden Gehäuse herstellt. Hat man nachfolgend Dampf im Kessel, so wird man versuchen, die im Durchpressrohr oder im Kingstonventil sitzenden Unreinigkeiten mit Dampfdruck durchzupressen.

68. *β*) Gleich nach dem Füllen der Kessel zeigen sich manchmal einzelne Mann- oder Schlammlochdeckel undicht. Man sucht diesem Übelstande durch Nachziehen der Bügelschrauben abzuhelfen, jedoch dürfen diese Schrauben keinesfalls übermäßig forcirt werden. Gelingt die Abdichtung auf diese Weise nicht, und steht zu erwarten, dass das Schweißen des Deckels unter Dampfdruck eher zu- als abnehmen werde, so ist es angezeigt, das im Kessel befindliche Wasser sofort in den Sodraum ablaufen zu lassen und den betreffenden Deckel frisch abzudichten.

69. In manchen Fällen, wenn das Schweißen eines solchen Deckels nicht bedeutend, oder wenn zu der früher erwähnten Arbeit keine Zeit wäre, versucht man kleine Keile aus weichem Holze zwischen Deckel und den Rand des Loches einzutreiben, welche dann anschwellen und so das Lecken wenigstens theilweise beheben werden.

70. *γ*) Gleich beim Füllen eines Kessels soll man sich die Überzeugung verschaffen, ob der Wasserstand nicht etwa verstopft sei. Man öffnet zu diesem Behufe den untern Ablaufhahn desselben und hört auf das Geräusch der verdrängten Luft, indem man abwechselnd die beiden Verbindungshähne einzeln abschließt. Würde beim Abschließen des einen Verbindungshahnes das Ausströmen der Luft aufhören, so wäre dies ein Zeichen, dass der Wasserstand im

entgegengesetzten Kopftheile verstopft ist. Um abzuhelfen, wird die zu diesem Zwecke an der betreffenden Stelle angebrachte Schraube geöffnet und der Hahn sowie der Verbindungscanal mit einem geeigneten Kupferdraht durchgestoßen.

71. Diese Procedur kann auch an einem bereits im Betriebe stehenden Kessel am Wasserstand vorgenommen werden, falls sich letzterer verstopft zeigen sollte und dessen Reinigung nicht durch das gewöhnliche Durchblasen erreicht werden könnte. Man wird nur die beiden Verbindungshähne geschlossen halten und den betreffenden erst dann öffnen, wenn der Draht an dem verstopften Kopftheile bereits eingeführt ist. Hat man mit dem Draht sowohl den Hahn als auch den Canal passirt, so wird das sofortige Ausströmen von Wasser oder Dampf zeigen, dass die freie Communication wieder hergestellt ist.

72. *δ*) Das Zerspringen von Wasserstandgläsern ist oft die Folge von unzuverlässigem Materiale, wenn durch eine ungleichmäßige Abkühlung bei der Erzeugung schon eine Spannung in dem Glase entstanden ist. Oft wird das Glas auch nicht passend eingesetzt, indem es zu lang oder zu dick ist, oder es liegen die Stopfbüchsen der Kopftheile nicht genau in einer Linie, und es wird das Glas dadurch in den Stopfbüchsen in unnatürlicher Weise gezwängt.

Häufiger aber zerspringen die Gläser bei plötzlichem Temperaturwechsel, wie z. B. bei Beginn der Dampfentwicklung, wo das im Glase befindliche Wasser oft nahezu noch kalt ist, während der Dampf den oberen Theil des Glases erwärmt; ferner wenn das erwärmte Glas zufällig mit kaltem Wasser bespritzt oder von einem kalten Luftzuge getroffen wird.

73. Ist nun ein Wasserstandglas gesprungen, so hat man sofort die Verbindungshähne abzuschließen und setzt dann ein frisches Glas ein, während man das Wasserniveau einstweilen mittelst der Probirhähne controlirt. Beim Einsetzen eines frischen Wasserstandglases ist darauf zu sehen, dass dasselbe weder zu dick noch zu lang sei und in keiner Weise gezwängt werde; es darf jedoch auch nicht zu kurz sein, weil sich sonst die Packungsringe zwischen das Glas und den Boden des Kopftheiles hineinpressen und so das Glas verstopft werden würde.

74. Ist das Glas eingesetzt und gehörig abgedichtet, so ist dasselbe mit Vorsicht langsam und gleichmäßig anzuwärmen. Zu diesem Behufe ist stets zuerst der Dampfhahn allmählich und dann

erst der Wasserhahn zu öffnen, weil im umgekehrten Falle das Glas vom aufsteigenden Wasser nur theilweise erwärmt würde.

75. ε) Zeigt beim Betriebe eines mehrtheiligen Kesselsatzes einer der Manometer einen auffallend verschiedenen Dampfdruck an, so hat man sich sofort von der richtigen Stellung des Absperr- und des Sicherheitsventiles zu überzeugen, dann das Dampfröhrchen des Manometers durchzublasen, um sicher zu sein, dass es nicht verstopft sei, und durch Klopfen am Manometer selbst sich Gewissheit zu verschaffen, ob nicht etwa das Zeigerwerk sich festgesetzt habe. Wird weder durch die eine noch durch die andere Manipulation die Verschiedenheit der Manometeranzeige behoben und auch keine unrichtige Stellung des Absperrventiles und des Sicherheitsventiles wahrgenommen, so ist anzunehmen, dass der betreffende Manometer fehlerhaft geworden sei.

76. Ist ein Reserve-Manometer vorhanden, so wird man den fehlerhaften sofort auswechseln, wenn nicht, so hat man denselben zu beobachten, ob die unrichtige Anzeige beim Wechsel der Dampfspannung constant verbleibe, und wird zur Beurtheilung des im Kessel statthabenden Dampfdruckes stets auf den beobachteten Fehler in der Anzeige entsprechend Rücksicht nehmen.

77. ζ) Beim Durchstoßen der Feuer mit dem Feuermeißel und beim Durchpassiren der Luftspalten des Rostes vom Aschenfall aus mit dem Feuerhaken geschieht es oft, dass einzelne Roststäbe aus ihrer Lage gebracht werden und dann in den Aschenfall herabfallen. Dieselben müssen nun sofort wieder an ihren Platz gebracht oder durch einen Reservestab ersetzt werden.

78. In der ersten Roststabreihe kann der einzusetzende Stab mittelst einer Zange an seinen Platz gebracht werden, während man für die zweite oder dritte Roststablage den einzuführenden Stab an den Feuermeißel mit Schiemannsgarn anbindet, ihn in die richtige Lage bringt und das Garn einfach abbrennen lässt. Selbstverständlich muss das Feuer vorher bei Seite geschoben und das Lager für den Roststab gereiniget werden, um das Einsetzen desselben, welches bei der intensiven Hitze des Feuers immer eine schwierige Manipulation sein wird, zu erleichtern und so rasch als möglich durchzuführen.

79. η) Beginnt in einem Kessel der Wasserstand in auffallender Weise zu sinken, so hat man sich vor allem zu überzeugen, ob bei geöffnetem Speisehahn das Rückschlagventil richtig functionirt. Wird das Spiel desselben nicht vernommen, so wird man sich sofort über-

zeugen, ob die Ventile der andern Kessel functioniren. Wird auch bei diesen das Spiel nicht wahrgenommen, so ist der Fehler in der Speisepumpe gelegen, und ist hievon sofort der Wachmaschinist zu verständigen. Man wird zum Aufspeisen der Kessel sofort die Dampfpumpe ansetzen, bis der Fehler an der Speisepumpe gefunden und behoben sein wird.

80. Im Falle jedoch an den übrigen Kesseln das Spiel der Rückschlagventile wahrgenommen wurde, also der Fehler nicht in der Speisepumpe gelegen sein kann, so mag das Ventil des betreffenden Kessels stecken geblieben sein oder sich ein fremder Körper dazwischen eingezwängt haben. Im ersten Falle sucht man das stecken gebliebene Ventil durch leichtes Klopfen am Speisekopf und durch Vermehrung des Druckes (indem man die Speisehähne der übrigen Kessel schließt) wieder gangbar zu machen.

Der zweite Fall wird sich durch das Heißwerden des Speisehahnes und der Rohrleitung kundgeben. Es muss in diesem Falle der Speisehahn dieses Kessels geschlossen bleiben und das Aufspeisen mittelst der Dampfpumpe besorgt werden.

81. Da das Aufspeisen eines Kessels mit kaltem Wasser auf die Dauer für den Betrieb immer störend sein wird, so thut man besser, diesen Kessel abzustellen und dafür einen andern in Betrieb zu setzen. Man wird dann nach dem Ablöschen der Feuer das Wasser auspressen, um den Speisekopf öffnen und den fremden Gegenstand beseitigen zu können. Auch wenn kein Reserve-Kessel zur Verfügung stünde, wird man bei voraussichtlich längerer Fahrt besser thun, den Kessel außer Betrieb zu setzen, um dem Übelstande in vorbesagter Weise abzuhelfen.

82. Bei der Speisung der Kessel aus Oberflächen-Condensatoren tritt oft allgemeiner Wassermangel ein, obgleich die Pumpen und die Speiseventile regelmäßig functioniren.

In diesem Falle ist der Wachmaschinist rechtzeitig zu avisiren, damit er durch Einspritzung von Seewasser das Speisewasser vermehre.

83. Bei allgemein auftretendem schlechten Speisen der Kessel hat man, im Falle die Pumpen gut functionirend befunden wurden, nachzusehen, ob nicht etwa an der Speiserohrleitung ein Leck entstanden oder durch unberufene Hände der an derselben angebrachte Sodwechsel verstellt worden sei, weil in diesen Fällen das Wasser in den Sodraum gepumpt würde.

84. Wie bereits unter 27 erwähnt wurde, werden einzelne Kessel oft aus dem Grunde schlecht speisen, wenn in denselben ein höherer Dampfdruck vorhanden wäre als in den übrigen. Man hat daher nachzusehen, ob das Absperrventil des betreffenden Kessels normal geöffnet ist, und wird das Aufspeisen dadurch forciren, indem man für kurze Zeit die übrigen Speisewechsel theilweise abschließt.

85. Im Falle eines an einem Kessel oder an dessen Durchpressrohr entstandenen Leckes wird der Wasserstand ungewöhnlich rasch sinken, und bleibt daher keine Zeit zu langwierigen Untersuchungen, sondern man hat, sobald das Wasser nicht mehr im Glase sichtbar ist, sofort die Feuer abzudämpfen, dann herauszuziehen und abzulöschen. Das Abdämpfen der Feuer kann durch Aufwerfen feuchter Asche oder, wenn die Einrichtung getroffen ist, mittelst Einspritzung eines fein zertheilten Wasserstrahles bewerkstelligt werden.

86. Wenn bei rapid gefallenem Wasserstande anzunehmen wäre, dass bereits die oberen Reihen der Feuerrohre bloßgelegt sein könnten, so darf keinesfalls mehr ein Aufspeisen des Kessels stattfinden, weil durch die Berührung des Wassers mit den glühenden Röhren nicht allein ein Reißen derselben, sondern auch möglicherweise eine Kesselexplosion herbeigeführt werden könnte. Nach dem Ablöschen der Feuer ist der betreffende Kessel vom Betriebe auszuschalten und der Rest des Kesselwassers durch das Kingston auszupressen, wenn dies mit Rücksicht auf das etwa gerissene Durchpressrohr thunlich erscheint.

87. *g*) Sollte ein Kessel selbst bei ganz geöffnetem Abschaumhahne nicht gehörig abschäumen, d. h. der Salzgehalt des Kesselwassers im fortwährenden Steigen begriffen sein, so ist entweder das Abschaumrohr verstopft oder es liegt der Schaumlöffel des inneren Rohres über dem Wasserspiegel. Im ersten Fall wird sich der Hahn des Abschaumrohres am Kingstongehäuse jedenfalls kalt anfühlen. Wäre dies nicht der Fall, so muss angenommen werden, dass bei niedrig gehaltenem Wasserstande der Schaumlöffel außer Wasser zu liegen kommt und daher statt Wasser Dampf durch das Rohr ausgeblasen wird. In beiden Fällen wird man das Wasser im Kessel steigen lassen und zeitweise von unten durchpressen, bis sich der Salzgehalt des Kesselwassers entsprechend vermindert haben wird.

88. *i*) Das Lecken der Feuerrohre ist gewöhnlich die Folge vom oftmaligen Temperaturwechsel in den Feuerungen, wenn behufs Hemmung der Dampferzeugung oder behufs Feuerputzens die Heiz-

thüren ungewöhnlich lange offen gehalten werden. Am meisten erfolgt dies beim Liegen unter stillem Dampf und bei vorgeholten Feuern und wird um so eher eintreten, wenn die Röhren an ihren Enden bereits stark geschwächt und abgebrannt sind.

89. Außer dem Verlust an heißem Wasser, welches durch Aufspeisen ersetzt werden muss, hat das Lecken der Rohre noch den Nachtheil, dass sich an der hinteren Rohrwand Salzkrusten bilden, welche die Mündungen der Rohre verlegen und so den Zug des Feuers, folglich auch die Dampferzeugung hemmen.

90. Muss der betreffende Kessel in Betrieb bleiben, weil kein Ersatzkessel vorhanden ist, so wird man eben trachten, die den Zug hemmenden Salzkrusten von Zeit zu Zeit zu beseitigen, indem man die verstopften Feuerrohre mittelst der Rohrraskette oder sonstiger Eisenstangen durchstößt und so die Krusten zum Herabfallen bringt.

91. Wäre bloß ein Rohr dadurch leck geworden, indem es einen Längenriss an der Löthstelle erhalten hat, so wird man das Rohr mit Stöpseln aus weichem Holz verstopfen. Zu diesem Behufe wird das Rohr mit der Raskette thunlichst gereinigt, damit ein lose passender Holzpfropf bis an das rückwärtige Rohrende eingeschoben werden könne, worauf das vordere Ende ebenfalls mit einem Holzstöpsel verstopft wird. Das weiche Holz wird bald vom Wasser durchtränkt sein und schwillt derart an, dass das Lecken des Rohres dadurch vollständig behoben wird.

92. $\varkappa$) Wenn Sicherheitsventile abblasen, ohne dass die normale Dampfspannung überschritten ist, so ist daran gewöhnlich eine auf dem Ventilsitze haftende Unreinigkeit schuld. Man sucht dieselbe dadurch zu beseitigen, indem man das betreffende Ventil mit einem plötzlichen Ruck öffnet, damit der rapid ausströmende Dampf die Unreinigkeit mit sich fortreiße; denn es wird dieser Fall der Verunreinigung gewöhnlich nur bei jenen Ventilen vorkommen, welche von der Hand zu heben sind und deshalb auch oft kürzere oder längere Zeit offen gehalten werden, während bei den unzugänglichen Ventilen eine Verunreinigung des Sitzes nicht so leicht möglich ist.

93. λ) Die am häufigsten bei den Kesseln vorkommende Betriebsstörung ist das Überkochen derselben. Dieses besteht in dem heftigen Aufwallen des Kesselwassers, wobei die aufsteigenden Dämpfe feine Wassertheilchen, welche noch nicht die zur Verdampfung nothwendige Temperatur besitzen, mit sich reißen und in der Schwebe erhalten.

94. Gewöhnlich tritt das Überkochen beim Ingangsetzen der Maschine, also bei der infolge der Dampfentnahme stattfindenden Druckentlastung ein, und zwar um so eher, wenn der Dampfraum der Kessel im Verhältnis zum Cylindervolumen der Maschine zu gering ist. Es kann da gewissermaßen die Dampfproduction mit dem Verbrauch nicht gleichen Schritt halten, und wird immer sofort eine Abnahme der Dampfspannung eintreten.

95. Wenn daher, wie dies auf Kriegsschiffen häufig der Fall ist, zum Betriebe der Maschine nur ein Theil des ganzen Kesselsatzes zur Verwendung gelangt, so ist beim Ingangsetzen der Maschine besondere Vorsicht zu gebrauchen und die Drosselventile anfangs nur allmählich zu öffnen.

96. Eine andere Ursache des Überkochens der Kessel liegt in der ungleichmäßigen Bedienung der Feuer und im ungeregelten Aufspeisen der Kessel, wodurch (wie bereits unter 27 erläutert wurde) in den einzelnen Kesseln ungleiche Dampfdrücke entstehen. Es ist daher eine gleichartige Bedienung der Feuer und das regelmäßige Aufspeisen und Abschäumen das beste Mittel, das Überkochen zu verhüten, und wenn schon, wie z. B. beim Feuerputzen und Rohrkehren, ein Kessel nothgedrungen in der Dampfentwicklung zurückbleiben muss, so hat man die Dampfentnahme aus diesem Kessel derart zu reguliren, dass dessen Dampfspannung mit jener der übrigen Kessel übereinstimme.

97. Beim Wechsel von Fluss- und Seewasser zum Speisen der Kessel tritt fast immer ein Überkochen derselben ein. Es lässt sich diese Erscheinung nur durch das verschiedene specifische Gewicht und durch die Differenz der Siedepunkte der beiden Wasserarten erklären. Um dem abzuhelfen, sucht man das ganze Kesselwasser in kürzester Zeit zu wechseln, indem man mehr als sonst aufspeist und abschäumt, auch zeitweise von unten durchpresst, während man durch eine geringere Dampfentnahme, d. h. durch langsames Fahren, einer dauernden Druckentlastung vorzubeugen trachtet.

98. Das Überkochen eines Kessels erkennt man sofort an dem heftigen Aufwallen des Wassers im Wasserstandglase, während man schon vorher durch das Schlagen der Sicherheitsventile an den Dampfcylindern darauf aufmerksam gemacht wird.

99. Das nun einmal eingetretene Überkochen eines Kessels wird am raschesten dadurch behoben, dass man das Absperrventil und die Aschenfallthüren für kurze Zeit abschließt. Sobald sich dann

das Wasser im Glase beruhigt zeigt, öffnet man mit Vorsicht allmählich das Absperrventil und die Aschenfallthüren wieder, während man das Wasser im Glase fortwährend im Auge behält.

100. Bei lange andauerndem Überkochen aller Kessel, wie dies oft bei ganz neuen Kesseln der Fall ist, verringert man die Dampfentnahme durch theilweises Schließen der Absperrventile und hemmt den Zug der Feuer durch theilweises Schließen der Aschenfallthüren. Man lässt also die Maschine eine geraume Zeit langsamer arbeiten und steigert dann sowohl die Geschwindigkeit der Maschine als auch die Dampfproduction nur allmählich wieder.

101. Da beim Überkochen eines Kessels viel Wasser mitgerissen wird, so fällt der Wasserstand meist sehr rasch, ja man ist gewöhnlich gar nicht imstande, während des Überkochens den wirklichen Wasserstand zu beurtheilen; daher ist es schon aus dieser Ursache angezeigt, das Absperrventil dieses Kessels für einen Moment zu schließen, damit sich das Wasser beruhige und der Stand des Wassers mit Sicherheit abgelesen werden könne.

102. Sollte aber das Wasser im Glase nicht mehr sichtbar sein und auch der unterste Probirhahn nur mehr Dampf ausblasen, so ist dieser Kessel außer Betrieb zu setzen, ohne ihn aufzuspeisen, weil möglicherweise schon die oberen Heizflächen bloßgelegt sein können.

n) Vorgang beim Wachenwechsel.

103. Der Wachenwechsel wird alle vier Stunden, und zwar um 4, 8 und 12 Uhr, vollzogen. Vor dem Eintritt des Wachenwechsels ist von der im Dienste stehenden Wachmannschaft zu sorgen:

1.) dass alle Feuer (mit Ausnahme jener, welche auf der nächsten Wache zu reinigen sein werden) in guten Zustand versetzt, entsprechend mit Kohle beschickt und deren Roste schlackenfrei gemacht werden;
2.) dass für eine einmalige Beschickung der Feuer genügend Kohle herbeigeschafft werde;
3.) dass die Asche aus den Feuerungen entfernt und über Bord geschafft werde;
4.) dass die vorgeschriebene Anzahl Feuer geputzt sei;
5.) dass Dampfspannung und Wasserstand normal seien;
6.) dass der Salzgehalt des Kesselwassers $^{2}/_{32}$ nicht übersteige;
7.) dass die Speise- und Abschaumhähne richtig gestellt;
8.) dass die Dampfpumpe zum Kesselspeisen bereit gestellt;

9.) dass die Laternen und Lampen der Wasserstände und Manometer in Ordnung gesetzt seien, und

10.) dass die Feuerwerkzeuge, dann Ascheneimer, Kohlenhämmer und die verschiedenen Hahn- und Mutterschlüssel sich an ihren vorgeschriebenen Plätzen befinden.

104. Jede Person hat die ihr auf ihrem Dienstesposten zukommenden Verrichtungen dem Ablöser genau zu übergeben, und hat speciell der die Aufsicht führende Unterofficier seinen Nachfolger über folgende Punkte zu informiren:

α) welche Feuer und Rohrsysteme während der abgelaufenen Wache gereiniget wurden und welche auf der neuen Wache zu reinigen sein werden;

β) welcher Salzgehalt in den einzelnen Kesseln gemessen wurde und welcher gehalten werden darf;

γ) welche Anstände sich im Betriebe ergeben haben, sowie ob und wie dieselben behoben wurden;

δ) aus welchen Depôts die Kohlen entnommen wurden und entnommen werden sollen.

105. Der die Wache übernehmende Unterofficier hat sich persönlich von dem Zustande der Feuer und der Feuerungen, von dem richtigen Functioniren der Wasserstände, der Manometer, der Sicherheitsventile, der Speiseventile und Abschäumer, dann von der richtigen Stellung der Absperrventile und der Hähne der Dampfpumpe zu überzeugen. Er hat ferner in Gegenwart des Übergebers nochmals den Salzgehalt des Kesselwassers zu messen, und wenn ihm von den untergeordneten Organen die Meldung von der ordnungsmäßigen Übernahme ihres Dienstes gemacht wurde, haben beide Unterofficiere dem Wachmaschinisten die Übergabe, respective die Übernahme der Wache vorschriftsmäßig zu melden.

106. Der Übergeber hat seinem vorgesetzten Wachmaschinisten alle etwa vorgekommenen Mängel und Anstände zur Anzeige zu bringen und die vorgemerkten Daten über den Kohlenverbrauch zu übergeben, damit selbe in das Tagebuch ordnungsmäßig eingetragen werden.

o) Behandlung der Feuer vor der Betriebseinstellung.

107. Sollen die Kessel außer Betrieb gestellt werden, so wird der Befehl in der Regel eine Viertelstunde früher ertheilt, bevor die Maschine abzustellen kommt. Der Kohlentransport und das Aufwerfen

frischer Kohle sind nun vollkommen einzustellen und die Feuer nur durchzustoßen, damit alle Kohle zur vollkommenen Verbrennung gelange. Es darf jedoch der Dampfdruck vor dem Einstellen der Maschine nicht erheblich fallen, damit bei den im Hafen noch auszuführenden Manövern der Dampf nicht mangele. Wären daher die Feuer schon stark abgebrannt, so wird man bei Zeiten noch etwas Kohle aufwerfen und dem weiteren Fallen des Dampfdrucks durch Abstellen des Speisens und Abschäumens vorbeugen.

108. Wären die Feuer bei erfolgtem Abstellen der Maschine noch sehr lebhaft, so ist die Dampfentwicklung durch Schließen der Aschenfallthüren zu hemmen, der überflüssige Dampf aber durch die Sicherheitsventile abzublasen. Gleichzeitig kann mit der Dampfpumpe aufgespeist und das Kesselwasser abgeschäumt werden.

109. So lange mit der Maschine manövrirt wird, ist die Dampfspannung normal zu erhalten, daher bei jedesmaligem Ingangsetzen die Aschenfallthüren zu öffnen und die Feuer nöthigenfalls aufzumischen, das Aufspeisen und Abschäumen aber einzustellen.

110. Ist der Befehl zum Feuerlöschen erfolgt, so wird gewöhnlich die Maschine noch mit Dampfkraft in jene Stellung gebracht, welche sie zur Ausführung gewisser Instandsetzungsarbeiten haben muss; man benützt ferner den noch überflüssigen Dampf zum Ausblasen des Sodwassers mit dem Ejector und hält gerade noch so viel Dampf, um die Entleerung der Kessel bewerkstelligen zu können, wenn dieselbe überhaupt erfolgen soll.

p) Herausziehen und Ablöschen der Feuer.

111. Sind alle mit Dampf auszuführenden Arbeiten vollendet, so werden die Absperrventile abgeschlossen und die Feuer der Reihe nach herausgezogen und abgelöscht. Vor dem Herausziehen der Feuer soll nasse Asche vor dem Aschenfall ausgebreitet werden, damit die Flurplatten nicht zu sehr erhitzt werden, weil dadurch auch eine Entzündung der Flurhölzer stattfinden könnte. Das Feuer ist schon während des Herausziehens sofort mit Wasser zu bespritzen und mit nasser Asche zuzudecken, damit der arbeitende Heizer sich die Füße nicht verbrenne, jedoch soll das Ablöschen mit der nöthigen Vorsicht geschehen, dass durch den plötzlich aufsteigenden Wasserdampf niemand beschädiget werde.

112. Während des Herausziehens und Ablöschens der Feuer sind die Aschenfallthüren offen zu halten, damit die heißen Gase

und Wasserdämpfe ihren Abzug durch die Feuerungen nehmen, sobald aber diese Arbeit vollendet ist, sind sowohl die Aschenfallthüren als auch die Heizthüren zu schließen, damit keine zu plötzliche Abkühlung der Wände in den Feuerungen und der Feuerröhren erfolge.

113. Nachdem die herausgezogenen Feuerrückstände vollends abgelöscht sind, wird auch noch die im Aschenfall befindliche Asche herausgezogen und gelöscht, sodann die Roste nochmals besichtigt, ob nicht Reste von Kohlenglut oder Schlacken auf denselben zurückgeblieben sind, und dieselben herausgeschafft. Wenn sodann die Roststäbe sich entsprechend abgekühlt haben, kann zum Durchpressen des Kesselwassers geschritten werden, falls dies überhaupt geschehen soll.

q) Die Entleerung der Kessel von Wasser und Dampf.

114. Soll das Entleeren der Kessel durch Ausblasen mit Dampfdruck geschehen, so ist darauf zu achten, dass es nur mit der unumgänglich nothwendigen Dampfspannung bewerkstelliget werde, um die hiebei eintretenden schädlichen Erschütterungen der Kessel möglichst einzuschränken. Da Dampf von 1 kg Spannung einer Wassersäule von 10 m das Gleichgewicht hält, so bedarf man für jedes Meter, welches die Mündung des Kingstons unter der Außenwasserlinie liegt, 0·1 kg Überdruck. Um ferner das Wasser mit hinreichender Geschwindigkeit aus dem Kessel zu pressen, genügt ein Überdruck von 0·5 kg, folglich wird man zu dem letzteren so viele Zehntel kg zu addiren haben, als das Kingston Meter unter der Wasserlinie liegt. Beträgt z. B. diese Tiefe 5 Meter, so hat man $0{\cdot}5 + 0{\cdot}5 = 1$ kg Überdruck, mit welchem der Kessel durchzupressen sein wird. Wäre in den Kesseln mehr Dampfdruck vorhanden, so wird man so viel durch die Sicherheitsventile abblasen, bis der Manometer den entsprechenden Druck anzeigt.

115. Man öffnet sodann zuerst das Kingstonventil und stellt dasselbe mit der zu diesem Zwecke angebrachten Gabel fest, dann wird der Steckschlüssel durch die auf dem Durchpresshahn angebrachte Schutzbrille aufgesteckt und der Hahn um 90 Grad gedreht. Der Steckschlüssel kann nun wegen der unter der Schutzbrille befindlichen Nasen desselben nicht abgezogen werden, und es hat der Mann, welcher das Schließen zu besorgen hat, bei diesem Steckschlüssel zu verbleiben und auf das stattfindende Geräusch zu achten. Sobald das Wasser ausgepresst ist und nun der Dampf durch das Kingston

auszutreten beginnt, entsteht ein eigenthümliches polterndes Geräusch, welches sich von dem früheren wohl unterscheidet, und weil dadurch auch das Kingston heftig erschüttert wird, so hat der betreffende Mann ungesäumt den Durchpresshahn zu schließen. Würde dieses charakteristische Geräusch überhört, so könnte es geschehen, dass das Seewasser in den Kessel eindringen und den darin enthaltenen Dampf condensiren würde, was dem Kessel unbedingt schädlich wäre.

116. Ist der Durchpresshahn geschlossen, so wird der Steckschlüssel abgezogen und auch das Kingstonventil geschlossen. Man öffnet sodann das Sicherheitsventil und lässt den noch im Kessel befindlichen Dampf abblasen. Das Sicherheitsventil bleibt offen, wenn auch keine Dampfspannung mehr im Kessel ist, damit nach der allmählichen Condensation des Dampfes die Luft in den Kessel eindringen kann. Um gegen alle Eventualitäten geschützt zu sein, überzeugt man sich, dass das Luftventil des Kessels nicht festsitzt.

117. Das Entleeren der Kessel vom Wasser durch Auspumpen hat wohl den Vortheil, dass die Kessel keinen Erschütterungen ausgesetzt werden und langsamer auskühlen, allein eben deswegen, weil man mit Rücksicht auf die Kautschukventile der Pumpen das Kesselwasser erst entsprechend abkühlen lassen muss, erfordert es eine geraume Zeit, bis man damit beginnen kann. Sind überdies eine größere Anzahl und noch dazu große Kessel zu entleeren, so würde auch das Auspumpen mit der Handpumpe viel zu lange Zeit erfordern; deshalb lässt man lieber das Kesselwasser nach entsprechender Abkühlung in den Sodraum ablaufen und pumpt es in kürzerer Zeit mit den Schiffspumpen über Bord.

r) Äußere Reinigung der Kessel.

118. Sobald die einzelnen Kessel entsprechend abgekühlt sind, kann zur äußeren Reinigung derselben geschritten werden. Dieselbe besteht im Kaminkehren, im Reinigen der Rauchcanäle, der Feuerröhren, der Überhitzer, der Rauchkammern und der Feuerungen.

119. Die Reinigung des Kamins hat stets nach einer bestimmten Anzahl Feuerstunden vorgenommen zu werden, jedoch wird die Nothwendigkeit immer von der zur Verbrennung gelangten Kohlengattung abhängig sein. Bei stark rußenden Kohlen wird das Kaminkehren schon nach 100 bis 120 Fahrstunden, bei wenig rauchbildenden Kohlen erst nach 180 bis 200 Fahrstunden nothwendig werden.

120. Das Kaminkehren wird mittelst Besen bewerkstelliget; im Falle sich jedoch der sogenannte Glanzruß angesetzt haben sollte, muss derselbe mittelst Rasketten entfernt werden. Damit beim Kehren der leichte Ruß nicht durch den Luftzug fortgetragen und dadurch das Oberdeck des Schiffes beschmutzt werde, ist die Kaminkappe aufzusetzen und der Zug durch Schließen der Feuer-, Aschenfall- und Rauchkammerthüren zu hemmen.

121. Die zur Reinigung des Kamins bestimmten Leute werden mittelst Flaschenzügen, die am obern Kaminkreuze befestiget werden, auf daran eingehängten Sitzbrettern in die Höhe gezogen und beginnen so das Abkehren von oben, nach beiden Seiten zusammenreichend, so dass inzwischen keine ungekehrten Stellen verbleiben. Es sind daher dem Umfang des Kamins entsprechend genügend Leute gleichzeitig anzustellen. Nach vollendeter Reinigung eines bestimmten Höhentheils des Kamins werden die Flaschenzüge wieder um einen gleichen Theil nachgelassen.

122. Nach vollendeter Kaminreinigung wird der Ruß in die Rauchkammern hinabgeschafft und die Reinigung der Rauchzüge der einzelnen Kessel begonnen und fortgesetzt. Der Ruß wird aus den Rauchkammern am besten gleich in die Säcke gefüllt, um den Kessel- und Maschinenraum nicht zu sehr zu beschmutzen. Hierauf werden die Überhitzerrohre und Feuerrohre zuerst mit den Bürsten, und falls sich Glanzruß oder Salzkrusten in denselben angesetzt haben sollten, mittelst der Rasketten gereinigt.

123. Nach dem Rohrkehren wird die Reinigung der Feuerbüchsen und der Roste vorgenommen. Hiebei ist besonders auf eine sorgfältige Reinigung der in der Feuer- oder Umkehrkammer gelegenen Rohrplatte zu sehen, und sind jene Rohre, bei welchen angesetzte Salzkrusten ein Lecksein derselben anzeigen, nach der Reinigung mit Kreide zu bezeichnen, damit selbe frisch gedichtet werden.

124. Um eine gründliche Reinigung der Roste und der Aschenfälle vorzunehmen, ist es angezeigt, alle Roststäbe herauszunehmen, weil selbe dann einzeln leichter von Schlacken und Zunder mit dem Hammer gereinigt werden können, während der betreffende Heizer die Reinigung der Feuerbüchse und des Aschenfalls vornimmt. Stark abgebrannte oder krumme Roststäbe sind hiebei sofort auszuwechseln.

125. Ein Teleskop-Kamin wird nach der vorgenommenen Reinigung gestrichen. Um dies zu bewerkstelligen, wird der Kamin etwas gehisst, um die Keile, auf welchen er ruhte, herausziehen zu

können, sodann werden die Aufzugwinden langsam zurückgedreht. Bei diesem Zurückwinden ist sorgfältig darauf zu sehen, dass die Ketten immer gespannt bleiben, denn es könnte der Kamin sich irgendwo zwängen und dann bei schlaff gewundenen Ketten plötzlich durch irgend eine Erschütterung zum Fallen kommen und dadurch großer Schaden herbeigeführt werden.

Die Kaminstagketten werden bei gestrichenem Kamine auf dessen Mantel ordentlich aufgeschossen.

126. Nach der Reinigung der Feuerbüchsen werden die Roststäbe wieder ordentlich eingelegt, sodann die Kessel an der Stirnfront und an der Decke und die Dampfrohrleitung gereinigt.

Die nun auf der Heizflur angesammelte Schlacke und Asche sowie der Ruß werden in Säcke gefüllt, auf Deck gehisst und in ein bereitstehendes Boot hinabgelassen, um an einen hiezu angewiesenen, am Lande befindlichen Ort gebracht und dort entleert zu werden.

s) Instandsetzung der Kesselgarnituren.

127. Nach vollendeter äußerer Reinigung der Kessel werden alle Thüren der Rauchkammer und der Feuerungen auf ihre leichte Beweglichkeit untersucht, die Charnierbolzen und Reiber eingeölt, sodann die Thüren geschlossen. Wurden während des Betriebes der Kessel irgend welche Mängel an den feineren Kesselgarnituren beobachtet, so sind diese Garnituren jetzt wieder in Stand zu setzen.

128. Vor allem ist die Gangbarkeit der Sicherheitsventile und ihrer Hebevorrichtungen sowie jene der Luftventile zu erproben, undichte Wasserstands- und Probirhähne sind einzuschleifen, die undichten Stopfbüchsen nachzuziehen oder frisch zu verpacken. Aus den Überhitzern und der gesammten Dampfrohrleitung ist durch die zu diesem Zwecke angebrachten Hähne das etwa darin befindliche Wasser abzulassen, wobei diese Hähne zu untersuchen kommen, ob sie nicht durch Rost und Schlamm verlegt seien.

129. Wenn auch an den Speise- und Abschaumhähnen, dann an den Speiseventilen und Durchpresshähnen während des Betriebes keine Mängel beobachtet wurden, so hat man sich nach jeder längeren Betriebsperiode doch von deren Zustande zu überzeugen, indem man wenigstens einzelne öffnet und, wenn nöthig, deren Instandsetzung durch sorgfältiges Einschleifen besorgt. Eine ähnliche Untersuchung und eventuelle Instandsetzung hat auch bei den Dampfabsperrventilen und den Sicherheitsventilen zu erfolgen.

t) Innere Reinigung der Kessel.

130. Eine innere Reinigung der Kessel sollte bei jenen, welche aus Oberflächen-Condensatoren gespeist werden, wenigstens nach je 14tägigem, bei solchen, welche mit Salzwasser gespeist werden, wenigstens nach 20tägigem Betriebe vorgenommen werden. Zu diesem Behufe werden alle Mann- und Schlammlöcher der Kessel geöffnet und das am Kesselboden noch befindliche Wasser bei den unteren Schlammlöchern herausgeschafft. Die Mündung des Durchpressrohres wird mit einem Holzstöpsel verstopft.

131. Bevor man einen Kessel von den Leuten befahren lässt, hat mit einem Kerzenlicht die darin befindliche Luft untersucht zu werden, ob sie zum Athmen geeignet sei. Die Kessel werden sodann durch das an der Kesseldecke befindliche Mannloch befahren und die Reinigung im Dampfraume begonnen. Durch leichtes Klopfen mit den Salzhämmern an den Verankerungen wird der lose haftende Rost zum Abfallen gebracht, während die Rostkrusten an der Kesseldecke und an den Seitenwänden mit den Rasketten beseitigt werden. Damit die abfallenden Rostkrusten nicht in die Abschaumschale gelangen, ist letztere mit einem Leinwandfetzen zu verbinden.

132. Haben sich in der Höhe des normalen Wasserspiegels schlammige Fettschichten an den Wänden und Verankerungen angesetzt, so sind selbe sorgfältig abzukratzen, wobei jedoch darauf zu sehen ist, dass diese Unreinigkeit nicht nach unten falle. Dieselbe ist vielmehr in kleinen Gefäßen zu sammeln und beim oberen Mannloch herauszuschaffen.

133. Kesselstein- und Salzkrusten, deren Dicke einen Millimeter erreicht haben, werden durch Abklopfen mit den Salzhämmern und dort, wo man mit dem Hammer nicht arbeiten kann, mit langen Meißeln und Rasketten entfernt. Die Hiebe mit den Salzhämmern dürfen auf den Blechen nicht ersichtlich sein, weil sich die nächsten Salzkrusten in diesen Vertiefungen fester ansetzen und dann um so schwerer zu entfernen sein werden. Es ist daher strenge darauf zu sehen, dass die Leute nicht unnöthigerweise zu starke Schläge ausführen.

134. Die Salzhüllen auf den Feuerrohren dürfen unter keinen Umständen durch Schlagen mit den Salzhämmern entfernt werden, weil durch die Erschütterung die Rohre leicht in den Rohrwänden gelockert und leck werden. Wenn die Krusten auf den Rohren eine

gewisse Dicke erreicht haben, springen selbe bei der Abkühlung gewöhnlich von selbst ab, und man hat daher bei der inneren Reinigung nur dafür Sorge zu tragen, dass diese abgefallenen Krusten nicht zwischen den Rohren liegen bleiben. Man wird daher die verticalen Zwischenräume der Rohre mit flachen Meißeln durchpassiren und insbesonders die an den Rohrwänden gewöhnlich fester haftenden Salzkrusten mit Sorgfalt zu entfernen trachten, weil dieselben von diesen Stellen nicht von selbst abfallen und mit der Zeit eine solche Dicke erreichen würden, dass sowohl die Rohrplatte als auch die Rohre einer übermäßigen Erhitzung ausgesetzt werden könnten. Die Folge davon ist dann immer das Leckwerden der Rohre.

135. Die Incrustationen der Feuerbüchsen werden durch die Mannlöcher an der Stirnwand mit entsprechend geformten langen Salzmeißeln oder Schrappern losgebrochen und entfernt, und muss der Reinigung der Feuerdecken besondere Sorgfalt gewidmet werden, weil hier die Gefahr des Überhitzens der Bleche und Blasenbrennens am größten ist. Insbesonders ist darauf zu sehen, dass im Aufbugwinkel der Feuerdecke zur Rohrwand keine abgefallenen Krusten liegen bleiben, und muss der Kesselstein mit dem Aufgebot aller Mittel und Sorgfalt von dort entfernt werden, weil daselbst die sogenannte Stichflamme des Feuers eine sofortige Überhitzung des Bleches hervorruft, wenn die Wärme nicht direct an das Wasser abgegeben werden kann.

136. Die bei der inneren Reinigung herabgefallenen Rost- und Salzkrusten werden nun bei den unteren Schlammlöchern mit kleinen, an langen Stielen befestigten Krücken herausgeschafft, und ist zu beachten, dass keine Verunreinigungen in den Ecken und Winkeln angehäuft zurückbleiben. Wären solche Stellen absolut unzugänglich, so wird man suchen, mittelst eines Wasserstrahles, der von einer Handpumpe aus durch eine Schlauchleitung in das Innere des Kessels geführt wird, diese Unreinigkeiten von den betreffenden Stellen wegzuschwemmen.

137. Kessel, welche aus Oberflächen-Condensatoren gespeist werden, sollten nach jeder Reinigung mit einem Wasserstrahl ausgespritzt werden, um das an den Wänden noch haftende Fett wegzuschwemmen. Nach dieser Operation sind dann die Kessel wieder vom Wasser zu entleeren, indem selbes mittelst Krücken bei den Schlammlöchern herausgeschafft und der Rest mit Schwabbern gut aufgetrocknet wird. So lange Wasser am Boden steht, trocknet der

Kessel nicht, weil selbes verdunstet und dann sich wieder an den Wänden zu Tropfen condensirt, daher muss das Austrocknen so lange fortgesetzt werden, bis sich der Kesselboden nicht mehr nass zeigt.

u) Untersuchung der Kessel nach der Reinigung.

138. Nach vollendeter Reinigung sind die Kessel sowohl von außen als auch im Innern einer eingehenden Visitirung zu unterziehen, um sich einerseits von der ordnungsmäßigen Ausführung der Reinigungsarbeiten zu überzeugen und andererseits, um ein Bild von dem Zustande der Kessel und den etwa nothwendigen Instandsetzungsarbeiten zu erhalten.

139. Bei der äußeren Visitirung ist ein besonderes Augenmerk den Feuerbüchsen und den Rohrplatten in der Umkehrkammer zuzuwenden, und zwar nachzusehen, ob keine Ausbauchungen oder Blasen vorkommen, ob die Muttern der Stehbolzen und Verankerungen festsitzen und ob sie nicht abgebrannt sind, ob die Stützenrohrmuttern alle intact und ob die Feuerrohre nicht leck seien.

140. Vorgefundene Ausbauchungen in den Seitenwänden oder Blasen in der Decke der Feuerbüchsen sind bezüglich ihrer Größe auszumessen und darüber Vormerkungen zu machen, um nach einem anderweitigen Betriebe controliren zu können, ob eine Zunahme der Ausbauchungen stattgefunden habe. Bereits rissig gewordene Blasen müssen jedoch sofort ausgehauen und dafür Flecke aufgesetzt werden.

141. Abgebrannte Muttern der Stehbolzen der Verankerungen und der Stützenrohre sind, wenn ein Ersatz hiefür vorhanden ist, durch neue zu ersetzen, und lecke Feuerrohre sind mit dem Rollapparate frisch zu dichten, und falls sie bereits stark abgebrannt wären, sind Stahlringe einzutreiben.

142. Manchmal kommt es vor, dass Stützenrohre, bei welchen das Gewinde zu tief eingeschnitten wurde, abgerissen und die Muttern herabgefallen gefunden werden. Da die Rohrplatte an dieser Stelle sodann ohne Verankerung wäre, so ist durch das betreffende Rohr eine eiserne Verankerungsstange, welche sich mit entsprechend geformten Unterlagsscheiben gegen die beiden Rohrplatten stemmt, einzuziehen.

143. Bei Visitirung der Roste ist zuerst der Zustand der Feuermauern zu untersuchen, dann darauf zu sehen, dass keine verbogenen oder zu stark abgebrannten Roststäbe eingelegt wurden,

ferner dass die Luftspalten weder zu eng noch zu weit seien und die Roststäbe zwischen ihren Köpfen entsprechenden Spielraum haben.

144. An der äußeren Stirnwand des Kessels ist zu beachten, dass kein Salz daran hafte und der Rost insbesonders an der Bodenecke gut beseitiget worden sei, bevor der Anstrich daselbst erneuert wird.

145. Bei der inneren Visitirung der Kessel ist zu untersuchen, ob der Rost und der Kesselstein von allen Wänden und Verankerungen und insbesonders aus den Ecken und Winkeln, welche schwer zugänglich sind, gut beseitiget worden sei. Man hat ferner darauf zu sehen, dass keine Werkzeuge, Lampen, Arbeitskleider und Putzwerk in den Kesseln zurückgelassen wurden, und dass sowohl der Verband von der Abschaumschale als auch der Holzpfropf aus der Mündung des Durchpressrohres entfernt worden sei.

v) Trockenlegung der Kessel.

146. Um die Kessel vor dem vorzeitigen Zugrundegehen durch das Rosten der Bleche im Innern zu bewahren, sind dieselben so viel als möglich trocken zu halten, und ist insbesonders der häufige Wechsel der Luft zu verhindern.

147. Sollen die Kessel nach beendigter Reinigung bald wieder in Betrieb kommen, so wird man bei trockener Witterung die Mann- und Schlammlöcher noch einige Zeit für die Luftcirculation offen halten, damit die Wände so viel als möglich lufttrocken werden, dann aber alle Öffnungen gut abschließen; bei feuchter Witterung dagegen ist es angezeigt, die Kessel sofort zu schließen, um wenigstens den Luftwechsel zu verhindern. Das letztere ist auch zu beobachten bei Kesseln, die nur entleert, aber nicht gereinigt wurden, denn es kann ein Rosten nur so lange stattfinden, als in der im Kessel enthaltenen Luft noch Sauerstoff enthalten ist.

148. Bleiben die Kessel nach der allgemeinen Reinigung aber voraussichtlich noch längere Zeit außer Betrieb, so ist es angezeigt, sie schnell auf künstlichem Wege, nämlich mit Feuer zu trocknen und sie dann sorgfältig gegen jeden Luftwechsel abzuschließen. Zu diesem Behufe wird nach beendigter Reinigung die vordere Rostlage eines jeden Feuers in den Aschenfall herabgesetzt, darauf ein mäßiges Feuer angezündet und durch etwa 24 Stunden in Glut erhalten, damit eine gleichmäßige Erwärmung aller Heizflächen und folglich auch der im Kessel enthaltenen Luft stattfinde. Selbst-

verständlich bleiben hiebei die Heizthüren gut geschlossen, während die Aschenfallthüren gerade nur so weit offen bleiben, dass dem Feuer genügend Luft zugeführt und jeder übermäßige Temperaturwechsel vermieden werde.

149. Da nach der Entleerung des Kessels gewöhnlich noch Wasser im Abschaumrohr, im Durchpressrohr und in den Speiserohren zurückbleibt, so ist dasselbe vor Beginn des Austrocknens von dort zu entfernen, weil sonst die Trockenlegung mindestens verzögert, wenn nicht ganz vereitelt werden könnte. Sodann sind anfangs alle Mann- und Schlammlöcher sowie auch die Sicherheitsventile geschlossen zu halten, damit die in den Kesseln befindliche Luft sich erwärme und die Feuchtigkeit zur Verdunstung gelange. Hat die Luft eine entsprechende Temperatur angenommen (was beim Ausströmen derselben durch einen geöffneten Probirhahn wahrgenommen werden kann), so öffnet man erst das Sicherheitsventil und das Mannloch an der Kesseldecke, sodann die unteren Schlammlöcher, damit eine Luftcirculation eintrete und der Wasserdunst aus dem Kessel mit entführt werde. Sobald dann die Temperatur der beim oberen Mannloche ausströmenden Luft derart gesunken ist, dass keine entsprechende Verdunstung der Feuchtigkeit mehr erwartet werden kann, so schließt man den Kessel neuerdings hermetisch zu und wartet wieder die Erwärmung der im Kessel enthaltenen Luft ab, um sie dann abermals sammt dem aufgenommenen Wasserdunst ausströmen zu lassen.

150. Wenn sich endlich nach mehrmaliger Wiederholung dieser Operation nicht nur die oberen Wände, sondern auch der Kesselboden genügend trocken zeigen, so lässt man die Feuer abbrennen und schließt sodann die Aschenfallthüren und die Rauchregister, damit eine langsame Abkühlung der Kesselwände erfolge; ebenso schließt man auch sämmtliche Mann- und Schlammlöcher, ferner alle in den Kessel mündenden Ventile, Hähne und Rohre, damit kein Luftwechsel mehr stattfinde und auch keine Feuchtigkeit mehr in den Kessel gelange.

w) Reinigung des Sodraumes und Ausbesserung des Anstrichs.

151. Wurde die allgemeine innere und äußere Reinigung der Kessel sowie deren Trockenlegung vorgenommen und beendet, so wird an die Reinigung des Sodraumes und dann an die Nachbesserung des Anstriches derselben geschritten.

Vor Beginn der Sodreinigung werden die eisernen Flurplatten gehoben und zu beiden Seiten der Kessel aufgestellt, dann abgekratzt und gewaschen. Hierauf werden die Flurhölzer abgeschrappt und gewaschen, endlich (nachdem die letzteren beiseite geschafft wurden) mit der Reinigung des Sodraumes und der in demselben liegenden Rohrleitungen und Hähne sowie der Kingstonsventile fortgefahren.

152. Zu diesem Behufe muss vorher das etwa im Sodraume befindliche Wasser durch Auspumpen weggeschafft werden, dann beginnt man im Vordertheile des Raumes mit dem Abkratzen des schlammartigen Schmutzes, welcher nicht nur am Schiffsboden, sondern auch an dem Kielschweine und den verschiedenen Rohrleitungen haftet, und spült den Rest mit reinem Wasser ab, indem man gleichzeitig den fester haftenden Schmutz mit Besen abzukehren sucht. Hiebei ist ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass alle Canäle unter dem Kielschwein gereinigt und für das Sodwasser gangbar gemacht werden, damit selbes von allen Seiten zu den Pumpen gelangen könne.

153. Hat man so den ganzen Sodraum gründlich gereinigt, so wird bei Holzschiffen der Boden und das Kielschwein mit Kalk, die Rohrleitungen jedoch mit Miniumfarbe angestrichen, während bei eisernen und bei Composit-Schiffen alle nicht mit Cement verkleideten Eisenbleche und Spanten auch mit Miniumfarbe anzustreichen kommen, falls deren Anstrich bereits mangelhaft geworden sein sollte. Damit jedoch dieser Anstrich seinen Zweck erfülle und gut haften bleibe, sind alle Flächen vorher gut abzukratzen und abzutrocknen.

154. Der Sodraum hat sodann behufs Trocknung der bewirkten Anstriche sowie wegen der nothwendigen Ausdünstung noch einige Zeit offen zu bleiben, wobei man für eine gute Ventilation des Raumes zu sorgen hat. Sollte sich diese Ausdünstung, wie namentlich in der heißen Jahreszeit, durch einen unangenehmen Geruch fühlbar machen, so wird zur Desinficirung etwas Wasser in den Sodraum gelassen und demselben eine Chlorzinklösung beigemischt. Nach 24 Stunden wird dieses Wasser wieder ausgepumpt und dieses Verfahren nach Umständen wiederholt, wenn sich keine Besserung der Luft eingestellt haben sollte.

155. Nach dem Schließen des Sodraumes durch die Flurhölzer werden die gereinigten und allenfalls auf der unteren Seite mit Miniumfarbe angestrichenen Flurplatten aufgelegt, sodann selbe auf der oberen geriffelten Seite mit Graphit geputzt, während man gleich-

zeitig mit der Ausbesserung des Anstrichs der Kessel an der Stirnfront beginnt.

156. Der Anstrich der Kessel ist jedoch gewöhnlich nach einem längeren Betriebe, besonders im unteren Theile der Stirnfront, vollkommen defect geworden und ist daher meist ganz zu erneuern, weshalb der Rest der alten Farbe sorgfältig abzukratzen sein wird. Die oberen Theile der Kesselfronten sowie die Dampfrohrleitungen, welche nach Vorschrift mit zinkgrauer Ölfarbe angestrichen zu sein haben, werden durch Waschen mit Seife, Bürste und Schwamm rein gemacht, und wird der Anstrich sodann entweder bloß ausgebessert oder, wenn nothwendig, gänzlich erneuert.

157. Zum Schlusse aller Reinigungs- und Instandsetzungsarbeiten wird noch die Reinigung und das Blankmachen aller feineren Kesselgarnituren, als z. B. der Wasserstände, der Speise- und Abschaumhähne etc. sammt den dazu gehörigen blanken Rohren, ferner die Reinigung und der eventuelle Anstrich aller Schraubenschlüssel sowie schließlich aller Heizrequisiten und der Wasser- und Ascheneimer vorzunehmen sein.

Zweiter Abschnitt.

Bedienung und Behandlung der Schiffsmaschinen.

1. Die Bedienung und Behandlung der Schiffsmaschine lässt sich gleichfalls in einzelne Betriebsperioden theilen, deren jede wieder in die nachstehend aufgeführten Verrichtungen zerfällt:

I. Vorbereiten der Maschine zur Fahrt.

a) Klarmachen der Maschine,
b) Anwärmen derselben,
c) Erproben der Manövrirfähigkeit,
d) Hindernisse gegen die Manövrirfähigkeit beseitigen,
e) Bereitschaft zur Ingangsetzung.

II. Behandlung der Maschine während der Fahrt.

f) Ingangsetzen und Manövriren der Maschine,
g) Überwachung und Bedienung der Maschine während der Fahrt,
h) Betriebsänderungen,
i) Betriebsstörungen,
k) Wachenwechsel und Wachendienst.

III. Außerbetriebsetzung der Maschine.

l) Abstellen der Maschine,
m) Inbereitschaftliegen unter Dampf,
n) gänzliche Betriebseinstellung,
o) oberflächliche Reinigung,
p) Instandsetzungsarbeiten,
q) allgemeine Reinigung,
r) tägliche Reinigungs- und Conservirungsarbeiten.

a) Klarmachen der Maschine.

2. Das Klarmachen der Maschine besteht:

α) im Streichen des etwa gehissten Propellers,
β) im Einkuppeln der etwa ausgelösten Propellerachse,
γ) im Auslösen der Drehvorrichtung der Maschine,
δ) in der Untersuchung und Bereitstellung der Maschine sammt allen Hilfsmaschinen und Zubehör,
ε) im Öffnen aller Unterwassertheile,
ζ) im Vorbereiten des Schmiermateriales, im Nachfüllen der Schmiergefäße und im Vorbereiten der Schmierdochte,
η) in der Erprobung und in der Richtigstellung der Zeiger des Maschinentelegraphen.

3. α) Wäre die Schiffsschraube gehisst, so ist selbe nach erfolgtem Befehle, die Maschine zur Fahrt klar zu machen, sofort zu streichen. Zu diesem Behufe muss vor allem die Propellerachse in die zur Aufnahme der Propellerklaue richtige Stellung gebracht werden, indem man die Maschine mit der Handdrehvorrichtung so lange dreht, bis eine im Innern des Schiffes auf der Schraubenwelle angebrachte Marke mit einer, gewöhnlich an der Stevenrohrstopfbüchse angezeichneten Marke correspondirt. Mittlerweile wird der Propellerrahmen in den Flaschenzug eingehängt, dann untersucht, ob die Schraube gehörig festgestellt ist und ob die Stopper gut beweglich sind, dass sie durch ihr eigenes Gewicht leicht in die Zähne einfallen. Um die letzteren auslösen und auf ihre Beweglichkeit untersuchen zu können, muss die Schraube vorerst etwas gehisst werden. Sodann wird bei ausgelösten Stoppern der Propeller durch Nachfieren des Flaschenzuges langsam gestrichen, bis er auf die Sattel aufzusitzen kommt, worauf die Rahmenstützen eingesetzt und festgeschraubt, die Feststellvorrichtung der Schraube im Rahmen aber ausgelöst wird.

4. Zuweilen kommt es vor, dass beim Streichen des Propellers die Rahme stecken bleibt und nicht weiter sinken will. In diesem Falle ist der Flaschenzug straff anzuholen und durch den Taucher die Führungen an den beiden Steven, dann die Stopper und die Propellerrahme genau zu untersuchen, um das Hindernis zu finden und beseitigen zu können.

5. Bei älteren Holzschiffen kam es manchmal vor, dass die beiden Steven mit der Zeit aus ihrer senkrechten Lage kamen, wodurch die Führungen der Rahme aus ihrer parallelen Lage gebracht

wurden. Die Rahme zwängte sich dann an den Führungen fest, und man sah sich gezwungen, den Propeller durch Fallenlassen von einer durch starke Taue begrenzten Höhe nach und nach an seinen Platz zu bringen. Da aber durch diese Methode des Streichens der Heckverband des Schiffes sehr leidet und das Schiff dadurch gefährdet werden kann, so wird man dieselbe nur als letztes Mittel in Anwendung bringen.

6. Will sich der sonst leicht streichbare Rahmen nicht auf seine normale Lage bringen lassen, so ist zu vermuthen, dass in einem der Sattellager sich ein fremder Körper befinde, der entfernt werden muss. Man wird die Rahme wieder auf eine angemessene Höhe heben und den Gegenstand durch den Taucher entfernen lassen, wenn es nicht gelingen sollte, dies mit langen Stangen zu bewerkstelligen.

7. An den Schaufelrädern eines Raddampfers ist zu untersuchen, ob sich keine Befestigungsschrauben der Schaufeln gelockert haben, dann bei Rädern mit beweglichen Schaufeln, ob keine Splinte aus den Drehzapfen herausgefallen und ob die Excenterstangen an ihren beiden Enden auf den Zapfen sicher eingehängt sind.

8. *β*) Ist der Propeller nicht zum Hissen eingerichtet, so ist gewöhnlich eine auslösbare Achsenkuppelung im Innern des Schiffes vorhanden. Selbe ist fast immer eine Keilkuppelung, wobei die beiden Flantschen der Achsentheile durch eine Muffe zusammengehalten werden und der Keil zwischen dieselben in einer ausgesparten Nuth eingeschoben ist. Wäre nun dieser Keil herausgezogen, d. h. der Propeller ausgekuppelt worden, so wird man im Falle, als die Maschine klar zu machen ist, diesen Keil wieder an seinen Platz bringen müssen. Zu diesem Behufe ist aber nothwendig, dass die beiden Flantschen der Axentheile in jene Lage gebracht werden, bei welcher nicht nur die in denselben befindlichen Hälften der Keilnuth zusammenfallen, sondern auch, dass bei dieser Stellung die Einführung des Keiles überhaupt möglich ist. Diese Stellung ist gewöhnlich durch correspondirende Marken auf den beiden Achsentheilen gekennzeichnet, und man wird durch Drehen der Maschine diese Stellung zu erreichen trachten. Hiebei ist zuerst darauf zu sehen, welche Stellung die Keilnuthhälfte der Propellerachse hat, und wird dann die Transmissionsachse mittelst der Drehvorrichtung der Maschine so lange gedreht, bis deren Keilnuthhälfte in die correspondirende Lage gebracht ist. Könnte bei dieser Stellung die Einführung des Kuppelungskeiles aus

räumlichen Rücksichten nicht stattfinden, so wird ein kurzer Handkeil provisorisch eingeschoben und nun die Maschine gedreht, bis die beiden Achsen in die für die Einführung des Keiles geeignete Stellung gebracht sind, worauf der Handkeil beseitigt und der eigentliche Kuppelungskeil eingeschoben und befestigt wird.

9. Wäre das Schiff unter Segel in Fahrt und der ausgekuppelte Propeller in Bewegung, so muss, wenn eingekuppelt werden soll, der Propeller zum Stillstande gebracht werden. Dies geschieht einerseits dadurch, dass das Schiff durch Beidrehen seine Fahrt vermindert, andererseits durch die zu diesem Zwecke angebrachte Bremsvorrichtung. Während durch Anziehen des Bremsbandes die Drehung der Propellerachse allmählich verlangsamt wird, schiebt man (vor dem gänzlichen Stillstande) im Moment, als die beiden Marken der Achsen in die übereinstimmende Lage kommen, rasch einen lose passenden Keil (den sogenannten Fangkeil) ein und bringt dadurch die Propellerachse in der nahezu günstigsten Lage zum Stillstand. Die Bremse wird nun vollends fest angezogen, damit keine Bewegung mehr erfolge, dann wird die Maschine etwas zurückgedreht, um den Fangkeil beseitigen zu können, endlich aber wieder in der früheren Richtung gedreht, damit die Keilnuthen in die richtige Stellung kommen und der Keil eingeschoben werden kann. Nach gehöriger Feststellung des Kuppelungskeiles wird dann das Bremsband gelöst.

10. *γ*) Ist der hissbare Propeller gestrichen oder die Propellerachse wieder eingekuppelt, so wird die Drehvorrichtung der Maschine sofort ausgelöst, indem die Schnecke außer Eingriff mit den Zähnen des Rades gebracht wird. Hiebei ist darauf zu sehen, dass die Maschine während des Auslösens weder durch Dampf noch durch den Propeller (bei etwa stark bewegter See oder bei großer Fahrt des Schiffes unter Segel) in Bewegung gerathe, weil sonst die Schnecke ohne Zweifel havarirt würde.

Man hat sich daher vor dem Auslösen zu überzeugen, dass die Steuerungscoulisse auf die Mitte gestellt und das Absperrventil geschlossen sei, während für den zweiten Fall man vorher die Bremse festzuziehen hat, welche dann nach bewirktem Auslösen der Drehvorrichtung wieder nachzulassen sein wird.

11. *δ*) Die Untersuchung der Maschine erfolgt erst, wenn alle nothwendigen Lampen angezündet sind. Es ist vor allem nachzusehen, dass sich den beweglichen Theilen der Maschine keine Hindernisse entgegenstellen. Es sind insbesonders die Geradführungen der Kreuz-

köpfe und der Schieberstangen, dann die Räume unter den Kurbeln und Pleuelstangen, unter den Gegengewichten der Kurbeln und der Coulissen, endlich bei oscillirenden Maschinen die Räume unter den Cylindern genau zu visitiren und alle nicht dahin gehörigen fremden Gegenstände zu beseitigen.

12. Ferner sind alle losen Deckel von den Schmiervasen und die Schutzbleche der Lager, welche das Eindringen von Schmutz und Staub zu verhindern bestimmt sind, zu entfernen und an einem geeigneten Orte aufzubewahren. Aus den Schmierlöchern der Gelenkstangen und Charniere sind die etwa verwendeten Holzstöpsel zu beseitigen und die verstopften Löcher zu reinigen.

13. Das Hauptabsperrventil und die Drosselklappe sind etwas zu lüften, damit sie sich bei der Erwärmung nicht festsetzen. Die Expansionsvorrichtung ist auszulösen, respective auf den größten Füllungsgrad zu stellen, und sämmtliche Wasserablasshähne an den Cylindern, an den Schiebergehäusen und den Dampfmänteln auf ihre Beweglichkeit zu erproben, sodann offen zu stellen.

14. Ebenso wie die große Schiffsmaschine sind alle Hilfsmaschinen, als: die Umsteuerungsmaschinen, die Centrifugalpumpen und die Dampfpumpen, zu untersuchen, und ihre Gangbarkeit durch Drehen von der Hand zu erproben. Sind außerdem auf dem Schiffe eine Ankerlichtmaschine, ein Dampfsteuerapparat und eine Dampfwinde zum Aschenhissen vorhanden, so sind dieselben in gleicher Weise zu untersuchen, auf ihre Gangbarkeit zu erproben und in Bereitschaft zu setzen.

15. ε) Nach der allgemeinen Untersuchung der Maschine werden alle Unterwassertheile, als: die Kingstonventile der Injection, der Centrifugalpumpen, der Dampfpumpen und der Kühlwasserleitung, geöffnet, wobei nachzusehen ist, dass die verschiedenen Abschlussschieber oder Hähne geschlossen seien.

16. Die Stevenrohrstopfbüchse ist etwas nachzulassen und der Circulationswasserhahn am Stevenrohr sowie sämmtliche Wasserleitungshähne zu erproben, ob sie Wasser geben. Wenn zum Abkühlen gewisser Lager Kautschukschläuche erforderlich sind, so sind dieselben vorzubereiten.

17. ζ) Während der allgemeinen Untersuchung der Maschine hat gleichzeitig das Schmiermateriale vorbereitet zu werden. Für das Auf- und Nachfüllen der größeren Lagerschmiervasen werden die größeren Handgefäße verwendet, welche gewöhnlich direct aus dem

Hauptdepôt gefüllt werden. Vor dem Nachfüllen der Schmiervasen ist das darin befindliche Öl zu untersuchen, ob es nicht schmutzig oder zu dickflüssig ist. Wäre dies der Fall, oder befände sich am Boden der Schmiervasen Wasser, so ist dasselbe mit der Handspritze herauszuziehen und die Vasen rein zu machen, dann erst frisches Öl nachzufüllen.

18. Verschmutzte oder mit Wasser getränkte Dochte sind durch neue zu ersetzen, weil sie das Öl schlecht anziehen. Die Dochte dürfen weder zu dünn noch zu dick sein und müssen entsprechend lang gemacht werden. Sind die Schmierröhrchen von bedeutender Länge, wie bei den Schmiervasen der Hauptlager, so ist darauf zu sehen, dass die Drähte, mit welchen die Dochte eingeführt werden, die richtige Länge haben, weil sonst das Öl, statt in die Lagerschale, zwischen diese und den Lagerdeckel laufen würde.

19. Nach dem Auffüllen der Schmiervasen werden in den kleineren die Dochte sofort eingeführt, während man jene der Hauptlager erst nach dem Anwärmen der Maschine oder unmittelbar vor deren Ingangsetzung einsetzt, um nicht zwecklos das Öl zu vergeuden.

20. Die Schmiervasen der Cylinder, der Schiebergehäuse und deren Stopfbüchsen sowie die am Dampfrohr angebrachten Lubricatoren werden entweder mit Mineralöl oder mit flüssigwarmem Unschlitt gefüllt, und ist daher im letztern Falle eine größere Menge Unschlitt in einem eigens zu diesem Zwecke dienenden Gefäße mit Kohlenglut zu erwärmen, wenn nicht die Einrichtung getroffen wäre, dies mit Dampf zu bewerkstelligen.

21. η) Die Erprobung des Maschinentelegraphen ist eine der wichtigsten Obliegenheiten beim Klarmachen der Maschine, da es häufig vorkommt, dass bei der Reinigung dieser Apparate die Zeiger verstellt oder der Mechanismus sonst in Unordnung gebracht wird. Man hat sich daher zu überzeugen, ob der Apparat überhaupt gangbar ist und ob die Zeiger der beiden Apparate auf der Commandobrücke und im Maschinenraum correspondiren, endlich ob die Aviso- und Antwortglocken richtig functioniren.

22. Würde wahrgenommen, dass zwischen den beiden Zeigerapparaten zu viel todter Gang vorhanden wäre, so sind die schlaffgewordenen Leitungen durch Nachziehen der Spannschrauben in Ordnung zu bringen; bliebe jedoch zwischen den Anzeigen der Zeiger immer die gleiche Differenz, so ist der verstellte Zeiger richtig zu stellen.

b) Das Anwärmen der Maschine.

23. Das Anwärmen der Maschine hat den Zweck, alle dampfführenden Theile derselben allmählich auf die Temperatur des Dampfes zu bringen, damit sich dieselben gleichmäßig ausdehnen und in dem Materiale keine Spannung entstehe, welche leicht Risse oder Sprünge herbeiführen könnte. Es hat dasselbe daher mit aller Vorsicht allmählich zu geschehen.

24. Man lässt deshalb schon beim Beginn der Dampfentwicklung den Dampf in die Schieberkästen, in die Dampfmäntel und in die Cylinder eintreten, wobei man durch öfteres Wechseln der Schieberstellungen den Cylindern abwechselnd von beiden Seiten Dampf zuströmen lässt.

25. Gleichzeitig werden auch die Umsteuerungsmaschinen, die Dampf- und Centrifugalpumpen in ähnlicher Weise vorgewärmt, und falls der Dampf genügend Spannung erreicht hat, auch sofort erprobt. Letztere kann auch dann in Gang gesetzt und erhalten werden, wobei das Ausgussventil derselben zu öffnen sein wird.

26. Das in den Schieberkästen, in den Cylindern und Dampfmänteln sich bildende Condensationswasser lässt man zeitweise durch die angebrachten Ausblashähne abblasen. Wenn nothwendig, werden nach genügender Erwärmung frisch gedichtete Flantschen oder Cylinderdeckel, ferner frisch verpackte Stopfbüchsen nachzuziehen sein. Muss zu diesem Zweck das Innere der Maschine betreten werden, so hat man aus Vorsicht, dass niemand durch eine unvorgesehene Ruckbewegung der Maschine beschädiget werde, die Schnecke der Drehvorrichtung einzulösen.

27. Obwohl sich die Condensatoren schon beim Anwärmen der Cylinder mit erwärmen werden, so muss speciell bei Einspritzcondensatoren direct Dampf in dieselben geleitet werden, um das darin enthaltene Wasser und die Luft durch die zu diesem Zwecke angebrachten Durchblasventile zu entfernen. Sobald durch diese Ventile Dampf auszuströmen beginnt, wird das Dampfeinlassventil geschlossen und etwas Wasser in den Condensator eingespritzt, um dadurch Vacuum zu bilden. Es ist von besonderer Wichtigkeit, dass beide Condensatoren bis zur vollständigen Entleerung vom Wasser durchgeblasen werden, weil sonst beim späteren Gang die beiden Maschinen nie gleiches Vacuum halten würden.

c) Erproben der Manövrirfähigkeit der Maschine.

28. Die Erprobung der Maschine darf erst dann vorgenommen werden, wenn man die Gewissheit erlangt hat, dass weder dem Schiffe, noch dem Propeller welche Hindernisse im Wege stehen, und ist die Erlaubnis hiezu von dem Wachofficier vorher einzuholen.

29. Wurde die Erprobung der Maschine vom Wachofficier als zulässig erkannt und der Wachmaschinist hievon verständigt, so wird die Steuerung für den Vorwärtsgang eingestellt und die Drosselklappe etwas gelüftet, damit die Maschine sich in Bewegung setze. Sobald diese erfolgt, wird sofort umgesteuert, damit die Maschine nie mehr als zwei bis drei Umdrehungen in einer Richtung mache, und gibt man bei Einspritz-Condensatoren gleichzeitig etwas Injectionswasser, um Vacuum herzustellen.

30. Weil bei diesen Maschinen das injicirte Wasser sofort von den Luftpumpen angesaugt und weggeschafft wird, so ist noch vor der Erprobung das Ausgussventil zu öffnen, während bei Oberflächen-Condensatoren dieses Ventil geschlossen bleibt, damit sich das Condensationswasser, welches zur Kesselspeisung zu verwenden ist, nicht mit Salzwasser vermenge.

31. Während der Erprobung der Maschine müssen alle Entwässerungshähne an den Cylindern, Schieberkästen und Dampfmänteln so lange offen gehalten werden, als denselben noch Wasser entströmt.

d) Hindernisse gegen die Manövrirfähigkeit.

32. Das Ingangsetzen oder die Manövrirfähigkeit einer Maschine kann aus folgenden Ursachen versagen:

- α) wenn vergessen worden wäre, die Drehvorrichtung der Maschine auszulösen;
- β) wenn die Expansionsvorrichtung nicht auf den größten Füllungsgrad gestellt wäre;
- γ) wenn durch Überfluten der Condensatoren die Cylinder mit Wasser angefüllt wären;
- δ) durch eine fehlerhafte Zusammensetzung der äußeren Steuerung;
- ε) durch einen Fehler in der inneren Steuerung;
- ζ) wenn die Injection nicht functionirt;
- η) wenn nach längerem Stehen die Dampfkolben festgerostet wären.

33. α) Sollte die Maschine bei der für die Ingangsetzung eingestellten Steuerung und bei genügendem Dampfdruck nicht sofort angehen, so ist wohl das erste, nachzusehen, ob die Drehvorrichtung ausgelöst ist; denn obgleich die Auslösung derselben schon beim Klarmachen der Maschine zu geschehen hat, so kann es zum Betreten des Innern der Maschine nöthig gewesen sein, dieselben wieder einzulösen, und dann deren Auslösung unterlassen worden sein. Wäre dies der Fall, so hat man die Coulisse auf die Mitte zu stellen, das Absperrventil zu schließen und das Vacuum zu zerstören, bevor man die Auslösung der Schnecke aus dem Rade vornimmt.

34. β) Wäre die Drehvorrichtung ausgelöst befunden worden, so hat man nachzusehen, ob die Expansionsvorrichtung ausgelöst, d. h. auf den größten Füllungsgrad gestellt ist, weil bei einem geringen Füllungsgrade der Dampfzutritt in die Cylinder verhindert wird und aus dieser Ursache die Maschine nicht angehen kann. Nach Auslösung der Expansionsvorrichtung wird die Maschine sofort in Gang kommen, wenn sonst kein Hindernis obwaltet. Damit daher die Maschine bei einem später vorkommenden Manöver aus dieser Ursache nicht versage, hat nach dem Abstellen derselben stets sofort die Auslösung der Expansion vorgenommen zu werden.

35. γ) Wenn die Condensatoren überflutet worden wären, indem entweder die Injectionsschieber undicht oder selbe aus Vergessenheit offen gelassen wurden, oder endlich, wenn bei Oberflächen-Condensatoren eine größere Zahl Kühlröhren leck geworden wäre, so kann es bei horizontal liegenden Maschinen sehr leicht vorkommen, dass sich auch die Cylinder mit Wasser anfüllen und dadurch das Ingangsetzen der Maschine unmöglich wird. In diesem Falle darf die Ingangsetzung der Maschine keinesfalls forcirt werden, sondern man hat die Entleerung der Cylinder durch die offenen Abblashähne abzuwarten.

Zur Beschleunigung derselben kann man eine Entlastung der Sicherheitsventile an den Cylindern vornehmen, während man den überfluteten Condensator durch das Ausblaseventil oder den Ablaufhahn zu entleeren trachtet, indem man gleichzeitig durch die Durchblasevorrichtung Dampf in den Condensator überströmen lässt. Erst wenn die Durchblasehähne an den Cylindern Dampf ausströmen lassen, kann die Maschine mit Vorsicht in Gang gesetzt werden.

36. δ) War behufs Vornahme von Instandsetzungsarbeiten die äußere Steuerung zerlegt, so ist schon manchmal der Fall vorgekommen, dass theils aus Leichtfertigkeit, theils aus Unwissenheit eine unrich-

tige Zusammensetzung stattfand, indem man beim Einhängen der Excenterstangen in die Coulissen diese bei der einen Maschine kreuzte, während jene der andern Maschine offen eingehängt wurden. In diesem Falle steuern die Maschinen bei gleicher Coulissenstellung sich entgegen, und es kann nie zu einer rotirenden Bewegung der Kurbelachse kommen. Hat man nun sich überzeugt, dass dieser Fehler begangen worden sei, so wird man die Excenterstangen wieder von der Coulisse aushängen und den Wechsel vornehmen.

37. Bei kleineren Maschinen findet man oft die Excenterscheiben der Expansionssteuerung bloß mit einer Stellschraube festgestellt. Obwohl diese Stellschraube gewöhnlich in eine Vertiefung auf der Achse eingreift, so kommt es doch vor, dass sich dieselbe lockert und nach und nach so weit zurückgeht, bis sie außer dem Eingriff mit der Achse kommt und dadurch eine Verstellung der Excenterscheibe möglich wird. Bei verstellter Excenterscheibe wird aber der Fall eintreten, dass der Expansionsschieber den Dampfeintritt in dem Momente geschlossen hält, wo er für die Bewegung der Maschine geöffnet sein sollte. Wenn daher keiner der früher erwähnten Fälle als Hindernis für die Ingangsetzung erkannt worden wäre, so ist die Maschine auch auf diesen möglichen Fall zu untersuchen, und wird die lockere Stellschraube den Fehler sofort erkennen lassen.

38. ε) Hat man festgestellt, dass alle vorerwähnten Ursachen nicht schuld sind an der Ungangbarkeit der Maschine, und hat man die sichere Überzeugung, dass die Kolben nicht etwa festgerostet sind, so kann die Ursache nur in der inneren Steuerung gelegen sein, indem entweder die Schieberstange abgerissen oder bei der Meyer'schen Expansionssteuerung der eine Theil des Expansionsschiebers sich von der Stange losgedreht hat, oder endlich, dass der Vertheilungsschieber vom Spiegel abgehoben wurde und nun der Dampf zu beiden Seiten des Kolbens und auch direct in den Condensator eintritt. Letzteres würde sich wohl schon früher durch das Heißwerden des Condensators oder bei Oberflächen-Condensatoren durch das Geräusch des überströmenden und zur Condensation gelangenden Dampfes zu erkennen geben. Lässt sich der abgehobene Schieber nicht durch mehrmaliges Umsteuern — respective durch Hin- und Herbewegen desselben — zum Anliegen bringen, so bleibt kein anderer Ausweg, als den Schieberkasten zu öffnen. Dies muss auch erfolgen, sobald erkannt worden ist, dass die Ursache der Ungangbarkeit der Maschine überhaupt in der inneren Steuerung gelegen sei.

39. ζ) Im Falle sich die Maschine zwar in Gang setzen und umsteuern lässt, jedoch beim Öffnen des Injectionsschiebers sich kein Vacuum bildet und der Condensator sich erhitzt, so hat man nachzusehen, ob nicht vergessen worden sei, das Kingstonventil oder dessen Abschlusschieber zu öffnen. Wären dieselben aber offen gestellt, so ist anzunehmen, dass die Außenöffnung des Kingstonventils verstopft sei. Um dasselbe zu klaren, schließt man das Durchblasventil des Condensators fest zu, öffnet den Injectionsschieber und lässt so lange Dampf in den Condensator einströmen, bis derselbe daselbst eine Spannung von etwa 1 Atmosphäre erreicht und imstande sein wird, die Unreinigkeit vor dem Siebe der Außenöffnung zu entfernen. Sobald dies erfolgt ist, wird das Wasser sofort eindringen und den Dampf condensiren; gelänge dies jedoch nicht, so darf keineswegs ein höherer Dampfdruck angewendet werden, sondern man hat die Öffnung des Kingstonventiles durch den Taucher untersuchen und reinigen zu lassen.

40. η) Ein Festrosten des Dampfkolbens dürfte unter gewöhnlichen Verhältnissen wohl nicht vorkommen, da dies ein Zeichen von unverantwortlicher Nachlässigkeit in der Behandlung und Conservirung der außer Betrieb gesetzten Maschine wäre. Wäre dieser Fall aber trotzdem eingetreten, so wird man den Cylinder zu beiden Seiten des Kolbens reichlich schmieren und die Maschine mit der Handdrehvorrichtung zu bewegen suchen. Selbstverständlich ist das Dampfabsperrventil hiebei gut abzuschließen und die Coulissen der Schieber auf die Mitte zu stellen. Sollte sich der Kolben auch auf diese Weise nicht bewegen lassen, so muss der Cylinder geöffnet und der Kolbendeckel abgenommen werden. Man nimmt sodann die Spannfedern des Kolbenschleifringes heraus und dreht die Maschine, bis sich der Kolben vom Schleifring genügend abhebt, um den letztern von beiden Seiten gut ölen und die Cylinderwand vom Rost reinigen zu können. Ist dies geschehen, so dreht man die Maschine in entgegengesetzter Richtung und sucht den Schleifring nun weiter zu schieben. Die Stelle, wo der Schleifring festgerostet war, ist dann sorgfältig zu reinigen, worauf der Kolben wieder ordnungsmäßig zusammengesetzt und schließlich der Cylinder wieder geschlossen werden kann.

e) Bereitschaft der Maschine zur Ingangsetzung.

41. Wurde die Maschine auf ihre Manövrirfähigkeit erprobt und selbe in allen ihren Theilen richtig functionirend befunden, so ist dem Wachofficier das Klarsein der Maschine zu melden. Von

diesem Momente an darf an der Maschine keinerlei Arbeit vorgenommen werden, welche deren momentan angeordnete Ingangsetzung beirren könnte. Es werden nun die Dochte in den Schmiergefäßen der Hauptlager eingezogen, und darf der Umsteuerungs-Unterofficier von jetzt an seinen Posten auf keinen Augenblick verlassen. Bei Oberflächen-Condensatoren sind die Kühlwasserpumpen in Gang zu erhalten, während bei Einspritzcondensatoren darauf zu sehen ist, dass bei andauernder Bereitschaft diese sich nicht erhitzen oder mit Wasser überfüllen. Das letztere kann wohl bei selbstthätigem Durchblasventil nicht so leicht und nur dann vorkommen, wenn die Maschine gut Vacuum hält; desto leichter tritt aber eine Erhitzung des Condensators ein, wenn der Schieber oder der Kolben undicht sind. Damit dies nicht erfolge, hat man während der Bereitschaft öfters einzuspritzen, und insbesonders dann, wenn sich der Condensator selbstthätig durch das Ausblaseventil zu entleeren beginnt. Eine vollständige Entleerung des Condensators eintreten zu lassen, ist nicht gut, weil die Kautschukventile durch den heißen Dampf zu sehr leiden würden.

42. Muss die Maschine voraussichtlich längere Zeit in Bereitschaft stehen, oder wurde die Bereitschaft für eine bestimmte Dauer anbefohlen, so sind alle Dochte aus den Schmierröhrchen herauszuziehen und in die Vasen zu legen, das Hauptabsperrventil und das Ausgussventil sind zu schließen, und falls die Injectionsschieber nicht dicht sein sollten, auch deren Kingstonventile. Bei Oberflächen-Condensatoren können die Kühlwasserpumpen im Gange bleiben, und wird man den überflüssigen Dampf in die ersteren leiten, statt ihn durch die Sicherheitsventile abblasen zu lassen, damit kein Speisewasser verloren gehe.

Hätte man jedoch die Wahrnehmung gemacht, dass lecke Kühlrohre vorhanden sind, die das Kühlwasser in großen Mengen in den Condensationsraum gelangen lassen, so wird man die Centrifugalpumpe abstellen und sowohl das Kingston- als auch das Ausgussventil derselben schließen, damit der Condensator nicht überschwemmt werde.

f) Ingangsetzen und Manövriren der Maschine.

43. Wurde eine Bewegung mit der Maschine angeordnet, so ist selbe mit Präcision durchzuführen. Die mittelst des Maschinentelegraphen gegebenen Zeichen sind noch vor deren Ausführung durch den Antworttelegraphen oder die Glocke zu wiederholen, um Miss-

verständnissen vorzubeugen, worauf der bezügliche Befehl vom Wachmaschinisten — unter gleichzeitiger Ausführung des Manövers — den sonstigen Wachorganen deutlich und vernehmbar mitzutheilen ist.

44. Die durch den Telegraphen der Maschine zukommenden Befehle lauten für den Vorwärtsgang: Langsam vorwärts! — Halbe Kraft! — Schneller! — Ganze Kraft!; für den Rückwärtsgang: Langsam zurück! — Halbe Kraft! — Schneller! — Ganze Kraft!; endlich für den Stillstand der Maschine: Halt! Unter «ganzer Kraft» wird stets die Einhaltung der mit den fallweise geheizten Kesseln für den Beharrungszustand der Dampferzeugung erreichbaren höchsten Umdrehungszahl der Maschine verstanden, während unter «halber Kraft» beiläufig zwei Drittel dieser Umdrehungszahl einzuhalten sein wird.

45. Um die Maschine in Gang zu setzen, werden je nach der verlangten Drehungsrichtung die Coulissen entweder gesenkt oder gehoben, dann die Drosselklappe etwas geöffnet, und sobald die Bewegung erfolgt ist, wird der Injectionsschieber entsprechend geöffnet, um den Exhaustdampf zu condensiren. Umgekehrt wird beim Abstellen der Maschine zuerst der Injectionsschieber, dann die Drosselklappe geschlossen und schließlich die Coulisse auf die Mitte gestellt. Bei Oberflächen-Condensation fällt selbstverständlich die Einspritzung, also auch die Manipulation mit dem Injectionsschieber weg.

46. Etwas umständlicher ist die Manipulation des Ansetzens der Maschine, wenn dieselbe nicht mit Coulissensteuerung, sondern mit einem losen Excenter versehen ist. Die Stange des letzteren muss hier von dem Hebel, welcher den Schieber bewegt, ausgelöst sein, um den Schieber von der Hand bewegen zu können. Sodann hat man nach der Kurbelstellung zu ermitteln, auf welcher Seite dem Kolben für die angeordnete Drehungsrichtung Dampf zu geben ist, und hat demgemäß den Schieber von der Hand zu bewegen. Bei der Drehung der Achse wird sich endlich der auf der Achse festsitzende Mitnehmer an die Nase des losen Excenters anlegen, worauf man die Excenterstange auf den Zapfen des Steuerhebels einfallen lässt, damit nun das Excenter die Steuerung des Schiebers übernehme. Selbstverständlich ist auch hier die Dampfzuströmung durch die Drosselklappe zu reguliren und der Injectionsschieber entsprechend für die Einspritzung zu öffnen. Um eine solche Maschine abzustellen, hat man einfach die Injection zu schließen und die Excenterstange vom Steuerhebel auszulösen, und zwar hat unter gewöhnlichen Umständen

die Auslösung bei der Mittelstellung des Schiebers zu erfolgen. Da aber bei Raddampfern die Maschine gewöhnlich durch die Räder mitgenommen wird, also nicht sofort zum Stillstande kommt, wenn die Schieber bei ihrer Mittelstellung ausgelöst wurden, so ist es gebräuchlich, die Auslösung des Schiebers bei einer seiner Endstellungen vorzunehmen, weil dann der Kolben beim nächsten Hub Gegendampf bekommt und die Maschine dadurch zum Stillstand gebracht wird. Man hat jedoch, sobald die Maschine steht, sofort den Schieber auf die Mitte zu stellen, damit sie keine rückgängige Bewegung mache.

47. So lange mit der Maschine manövrirt zu werden hat, muss die Expansionsvorrichtung ausgelöst bleiben. Erst wenn das Commando «Ganze Kraft!» erfolgt ist und diese Bewegungsart durch längere Zeit beibehalten werden soll, wird man die Expansion einlösen, und zwar auf den günstigsten Füllungsgrad stellen.

48. Für den beschleunigteren Gang der Maschine hat auch das Einspritzwasser entsprechend vermehrt, respective der Gang der Kühlwasserpumpe etwas beschleunigt zu werden.

g) Überwachung und Bedienung der Maschine während der Fahrt.

49. Die Überwachung einer im Betriebe befindlichen Maschine hat sich zu erstrecken auf:

- α) die rasche und exacte Ausführung der übermittelten Befehle,
- β) die Beobachtung der normalen Geräusche sowie die Eruirung der Ursache jedes ungewöhnlich auftretenden Geräusches,
- γ) die Wirksamkeit der verschiedenen Pumpen,
- δ) die Kühlhaltung der Lager und Zapfen, Gelenke und Geradführungen,
- ε) die Beobachtung aller beweglichen Theile bezüglich ihres sicheren Verbandes,
- ζ) die Vorsorge, dass keine fremden Körper in die Maschine gerathen,
- η) die regelmäßige Bedienung der Cylinder und Schieber und deren Stopfbüchsen mit Schmiermateriale,
- ϑ) die Instandhaltung aller zur Beleuchtung des Maschinenraumes nothwendigen Lampen,
- ι) die Erhaltung einer angemessenen Reinlichkeit an der Maschine und im Maschinenraum.

50. *α*) Die Ausführung der Befehle hat stets pünktlich und rasch zu erfolgen, weshalb sich der betreffende Umsteuerungs-Unterofficier niemals von seinem Posten entfernen darf, wenn nicht zu seiner Vertretung jemand anderer vorher beordert wurde. Er hat den Dampfdruck, das Vacuum und den Rotationsindicator continuirlich im Auge zu behalten, um die anbefohlene Tourenzahl genau einhalten zu können, und hat zu diesem Behufe den Füllungsgrad, die Drosselklappe und die Injection selbst zu reguliren.

51. *β*) Jede Maschine verursacht im Beharrungszustande ihres Ganges eine regelmäßige Aufeinanderfolge von Geräuschen und Schlägen, welche, wenn das Ohr daran gewöhnt ist, den normalen Gang beurtheilen lassen. Den Grundton einer gut arbeitenden Maschine bildet das zischende Geräusch, welches der in den Condensator überströmende Dampf durch seine rasche Condensation im Ausströmungsrohr hervorruft. An dem gleichförmig taktmäßigen sogenannten Abschneiden des Dampfes erkennt man, ob die innere Steuerung richtig functionirt und ob die Condensation des Dampfes entsprechend erfolgt. Ist das Abschneiden besonders lebhaft und scharf markirt, so wird möglicher Weise zu kalt condensirt, und es ist die Temperatur des Speisewassers zu untersuchen, damit dasselbe nicht mit zu geringer Temperatur in den Kessel befördert werde. Beim Überkochen der Kessel wird dieses Geräusch sofort dumpfer und verschwommener, ebenso wenn mit dem Dampf auch Luft übertritt. In diesen Fällen sinkt auch das Vacuum und die Maschine geht augenblicklich langsamer.

52. Bei jedem Hubwechsel der Kolben auf den todten Punkten entstehen ebenfalls in taktmäßiger Aufeinanderfolge Schläge in den Kurbelzapfenlagern, welche, wenn die Maschine gut arbeitet, stets gleich stark auftreten sollen. Hört man aber diese Schläge auf den todten Punkten bei einer Maschine besonders stark, so ist dies ein Zeichen, dass entweder die Expansion zu weit getrieben ist oder dass das Vacuum dieser Maschine hinter jenem der andern zurückbleibt, oder endlich, dass die Luftpumpe dieser Maschine schwerer arbeitet, weil im Condensator zu viel Wasser eingespritzt oder derselbe vor dem Ingangsetzen nicht gehörig durchgeblasen wurde.

53. Bei Einspritz-Condensations-Maschinen ist fast immer das letztere die Ursache der starken Schläge der Kurbelzapfenlager auf den todten Punkten. Man beseitigt dieselben einfach durch das Abschließen des Injectionsschiebers, bis die Luftpumpe alles Wasser weggeschafft hat und von selbst Vacuum zu bilden beginnt. Spritzt man

dann wieder ein, so wird sich das Vacuum normal herstellen und der Schlag im Kurbelzapfenlager verschwinden. Wäre der Schlag jedoch noch weiter hörbar, so ist sicher die Expansion zu weit getrieben. Die betreffende Maschine wird sozusagen durch die andere bis zum todten Punkt geschleppt, und es erfolgt durch die Voreinströmung des Dampfes ein Stoß auf den Kolben, der nicht durch die Trägheit der bewegten Massen aufgehoben wird. Eine etwas größere Füllung wird in diesem Falle den Schlag verschwinden machen.

54. Ein auffallend hörbares und regelmäßiges Geräusch verursachen auch die Ventile der Speise- und Sodpumpen, wenn sie richtig functioniren. Wird das Spiel der Ventile nicht vernommen, so ist dies ein sicheres Zeichen, dass die Pumpe nicht arbeitet. Wenn die Saugsiebe oder Sodpumpen zum Theil frei liegen, saugen sie Luft und Wasser gleichzeitig an und verursachen dadurch einen eigenthümlichen, gurgelnden Ton; sind aber die Saugsiebe verlegt, so dass das Wasser nur gewaltsam angesaugt werden kann, so wird das oft mehr oder weniger gekrümmte Saugrohr bei jedem Hub mit einem heftigen Schlag erschüttert. Eine ähnliche mit einem Schlag verbundene Erschütterung erleiden auch die Druckrohre der Pumpen an den Krümmungen, wenn die Pumpen viel Wasser befördern. In beiden Fällen sucht man den Schlag dadurch zu beseitigen, indem man durch den am Pumpenventilgehäuse angebrachten Probirhahn etwas Luft ansaugen lässt.

55. Ein regelmäßiges Geräusch verursachen auch die äußeren Theile der Coulissensteuerungen bei jedem Hubwechsel der Schieber, dann auch die Schnuffelventile an den Luftpumpen durch das Ansaugen der Luft. Letztere lässt man mehr oder weniger Luft ansaugen, um die Schläge der Luftpumpen zu vermindern, welche manchmal auftreten, wenn aus den Condensatoren viel Wasser wegzuschaffen ist, respective wenn zu viel eingespritzt wurde.

56. *γ*) Der regelrechten Wirksamkeit der Pumpen ist stets die volle Aufmerksamkeit zu widmen. Wenngleich das regelmäßige Spiel der Ventile vernommen wird, so ist speciell bei den Speisepumpen doch zeitweise zu untersuchen, ob sie Wasser und nicht etwa bloß Luft ziehen. Letzteres kann nämlich bei Oberflächen-Condensations-Maschinen vorkommen, wenn Mangel an Speisewasser eintritt. In diesem Falle wird nämlich von der Pumpe Luft in die Kessel gepumpt, und gelangt selbe mit dem Dampf wieder in die Cylinder und selbstverständlich auch in den Condensator, woselbst dann das

Vacuum zerstört wird. Man hat sich daher zeitweise zu überzeugen, ob durch den Probirhahn Wasser ausgeworfen wird, und wäre dies nicht der Fall, so hat man durch Einspritzung von Seewasser das Speisewasser zu vermehren.

57. Sollte auch bei genügend vorhandenem Speisewasser die Pumpe nicht ziehen oder überhaupt das Spiel der Ventile nicht vernommen werden, so sind dieselben unklar oder schadhaft, und man wird zur Untersuchung und Abhilfe das Ventilgehäuse öffnen müssen. Da die beiden Speisepumpen eine gemeinschaftliche Druckrohrleitung haben, so müssen, um das eine Ventilgehäuse während des Ganges der Maschine öffnen zu können, beide Pumpen abgestellt werden, wenn nicht eigene Abschlusshähne oder Schieber vorhanden sind. Sind die Pumpen nicht zum Aushängen eingerichtet, so wird es auch manchmal nothwendig sein, die Maschine abzustellen, um den Wechsel der Speiseventile vornehmen zu können.

58. Die Wirksamkeit der Sodpumpen ist schon aus dem Grunde öfters zu erproben, weil deren Ventile durch das Ansaugen von fettem Schmutz, Asche und Kohlengries sehr leicht in Unordnung gerathen und deren Saugsiebe oft durch Werg und Schlamm verstopft werden. Man soll die Sodpumpen so wenig als möglich trocken arbeiten lassen und daher (wenn selbe nicht zum Aushängen eingerichtet sind) stets etwas Wasser in den Sodraum laufen lassen. Die Saugsiebe der Sodpumpen sind zeitweise zu untersuchen, und wenn selbe verstopft sein sollten, sofort zu reinigen.

59. Fällt das Vacuum in den Condensatoren bei gleichzeitig schwererem Arbeiten der Maschine, so ist dies ein Zeichen, dass die Luftpumpe nicht functionirt, weil entweder die Luftpumpenventile durchgeschlagen oder bei ungenügender Befestigung sammt ihren Anschlagschalen von ihren Sitzen fortgeschleudert wurden. Bei nach abwärts hängenden Saugventilen der Luftpumpe kommt es vor, dass diese Ventile von ihren Sitzen abgehoben bleiben und die durch den Pumpenkolben angesaugte Luft wieder in den Condensationsraum zurückgedrückt wird, wenn nicht genügend Wasser vorhanden ist, um die Ventile an ihre Sitze anzudrücken.

60. δ) Die Kühlhaltung aller Lager, welche bereits längere Zeit normal arbeiteten, wird nur durch entsprechende Schmierung derselben bewirkt. Man hat darauf zu achten, dass das Öl rein und stets in genügender Menge in den Vasen vorhanden sei. Von Zeit zu Zeit ist jedes Lager wo möglich mit der Hand anzufühlen, und falls

eine ungewöhnliche Temperatur wahrgenommen wird, eine reichlichere Schmierung dadurch vorzunehmen, indem man die Dochte herauszieht und etwas Öl in das betreffende Schmierröhrchen mit der Handölkanne eingießt, sodann den Docht in das Öl eintaucht und wieder einführt. Sind die Dochte nass geworden, so müssen dieselben gewechselt werden, weil ein nasser Docht das Öl nicht anzieht.

61. Läuft ein Lager trotz sorgfältiger Schmierung warm, so kann dies seinen Grund in folgenden Umständen haben:

1.) wenn der Lagerdeckel zu fest angezogen wurde. In diesem Falle lässt man die Maschine etwas langsamer gehen und lässt die Lagerdeckelschrauben etwas nach. Bei Kurbel- und Kreuzkopfzapfen-Lagern müsste selbstverständlich hiezu die Maschine angehalten werden. Hat sich das Lager dann bei reichlichem Schmieren abgekühlt, so kann man die Maschine wieder mit ihrer normalen Geschwindigkeit arbeiten lassen;

2.) wenn Schmutz zwischen die Lagerschalen gefallen ist. Bei geöffneten Maschinenscheilichtern geschieht es leicht, dass Flugasche, welche durch den Kamin ausgeworfen wird, in den Maschinenraum hinabfällt und zwischen die Lagerschalen gelangt. Besonders gefährlich sind Glassplitter, welche, entweder von zerbrochenen Fensterscheiben oder von gesprungenen Lampencylindern stammend, zwischen die Lagerschalen gelangen. Wäre dies zu vermuthen, so ist es angezeigt, die Maschine anzuhalten und das Lager zu öffnen, um es gründlich zu reinigen, bevor ein größerer Schaden durch das Auslaufen des Weißmetalls herbeigeführt wird;

3.) wenn bei vorangegangenem Trockenlaufen das Weißmetall an der Oberfläche bereits zum Schmelzen kam und die Schmiercanäle der Lagerschalen verlegt hat. In diesem Falle ist nur durch das Nachlassen der Lagerdeckelschrauben abzuhelfen, wenn die Maschine nicht für etwas längere Zeit angehalten werden kann, um das Lager ganz zu öffnen und die Schmiercanäle in den Schalen wieder herzustellen;

4.) wenn die Lagerzapfen der Achse bereits rauh oder gar riefig geworden, weil Schmutz, Sand, Metallspäne oder

Glassplitter in das Lager gerathen waren. In diesem Falle setzt man dem Schmieröl häufig etwas Schwefelblüte oder sehr fein gemahlenen Graphit zu und gießt diese Mischung direct durch die Schmierröhrchen in das Lager Diese Zusätze setzen sich in den Riefen fest und gleichen die Unebenheiten aus, wodurch dann auch die Reibung vermindert wird.

62. Nimmt nun die Temperatur eines Lagers aus den vorerwähnten Ursachen trotz reichlichem Schmieren immer mehr zu, und kann die Maschine zum Nachlassen der Lagerdeckelschrauben nicht angehalten werden, so ist das Lager mit Wasser zu kühlen. Reicht die für das betreffende Lager vorgerichtete Wasserleitung nicht aus, so wird noch durch besondere Schläuche das Wasser von den nächstliegenden Leitungen zugeführt. Hat sich das Lager abgekühlt, so wird das Wasser abgestellt und sofort reichlich mit Öl geschmiert; nimmt aber die Temperatur desselben wieder zu, so muss die Kühlung mit Wasser fortgesetzt werden.

63. Eine gleich sorgfältige Beobachtung und Schmierung wie die Hauptlager erheischen auch die Excenter, dann die Geradführungen sammt ihren Schleifklötzen, endlich alle Gelenke der Steuerung sammt dem Coulissenschleifklotz. Alle beweglichen Theile sind wo möglich mit der Hand anzufühlen, ob sie sich nicht erwärmen, und die Gleitflächen der Geradführungen sowie der Coulisse, ob sie genügend gefettet sind. Die Gleitflächen der Geradführungen laufen nämlich selbst bei anscheinend guter Schmierung um so leichter trocken, je genauer und glatter die Flächen der Schleiflager auf denselben aufliegen, weil das Öl in diesem Falle stets bei Seite geschoben wird und nicht zwischen die aufeinander gleitenden Flächen gelangen kann.

64. Bei neuen Maschinen ist in der ersten Zeit dem Verhalten der Lager die größte Aufmerksamkeit zu widmen, weil oft bei der Montirung nicht mit der nöthigen Sorgfalt vorgegangen wird und die Lager möglicher Weise eine schlechte Lage haben, so dass sie, wie man zu sagen pflegt, übers Eck anliegen. Dadurch wird der gesammte Druck auf einen geringen Theil der Lagerfläche ausgeübt, und ist eine Erhitzung an der betreffenden Stelle unvermeidlich, welche sich nach und nach auch dem ganzen Lager mittheilen wird. Dieser Fall kommt am häufigsten bei den Excentern vor, indem die Scheiben beim Befestigen auf der Achse mittelst der Keile in eine schiefe Lage gebracht werden und so die ohnehin schmalen Flächen

der Ringe nur einseitig anzuliegen kommen. Infolge dessen zeigen die Excenterringe fast immer große Neigung zum Warmlaufen, und lässt sich diesem Übelstande nur durch reichliches Schmieren und in vielen Fällen nur durch Wasserkühlung begegnen.

65. *ε*) Während des Betriebes der Maschinen sind alle beweglichen Theile bezüglich ihres sichern Verbandes von Zeit zu Zeit zu controliren, da insbesonders bei rasch laufenden Maschinen die Möglichkeit vorhanden ist, dass sich Schrauben und Keile lockern, trotzdem selbe durch Stellschrauben, Gegenmuttern oder Vorsteckstifte dagegen theilweise gesichert sind. Wenn sich die Deckelschrauben bei feststehenden Lagern gelockert haben, so können dieselben meist während des Ganges der Maschine wieder angezogen und deren Stellschrauben festgestellt werden; geschieht dieses jedoch bei den hin- und hergehenden oder bei rotirenden Maschinentheilen, so ist hiezu die Maschine anzuhalten, wozu rechtzeitig die Erlaubnis einzuholen ist.

66. *ζ*) Wurden zu den Instandsetzungsarbeiten verschiedene Werkzeuge und Utensilien, als: Schraubenschlüssel, Hämmer, Meißel, Flaschenzüge und dergleichen, gebraucht und selbe während der Arbeit einstweilen auf die Plattform oder sonst wohin beiseite gelegt, so hat man besonders bei Rollbewegungen des Schiffes darauf zu achten, dass solche Gegenstände nicht während des Ganges der Maschine in dieselbe gerathen. Es sind solche Gegenstände deshalb nach dem Gebrauche sofort an ihren bestimmten Platz zu bringen und daselbst seefest zu machen.

67. *η*) So wie die Lager und Geradführungen durch entsprechende Schmierung kühl zu halten sind, müssen auch die Cylinder, Schieber und deren Stopfbüchsen vor dem Trockenlaufen geschützt werden. Dies geschieht durch Schmieren mit warmem Unschlitt oder mit Mineralöl, und zwar bei den Cylindern und Schiebern entweder continuirlich mittelst der Lubricatoren oder zeitweise mittelst der Schmiervasen, während die Stopfbüchsen ähnlich wie die Lager continuirlich gefettet werden.

68. *ϑ*) Um die Maschine während des Betriebes überall gut überwachen zu können und das Bedienungspersonale vor Schaden zu bewahren, ist stets für eine angemessene Beleuchtung zu sorgen. Sämmtliche Lampen sind daher in gutem Zustande zu erhalten; sie sollen hell brennen, rechtzeitig mit Öl nachgefüllt und gesprungene Lampengläser sofort durch neue ersetzt werden. Auch eine ent-

sprechende Anzahl Handlampen hat stets in Bereitschaft gehalten zu werden, um sich im Bedarfsfalle derselben sofort bedienen zu können.

69. *i*) Jede Maschine soll auch während des Betriebes thunlichst rein gehalten werden. Es sind daher von Zeit zu Zeit insbesonders alle blanken Theile vom Fett und Aschenstaub zu reinigen, wenn dies ohne Gefahr geschehen kann. Musste zur Kühlung eines Lagers Wasser gebraucht werden, so werden die blanken Eisentheile alsbald Rostflecke bekommen, wenn nicht durch eine entsprechende Einfettung dies zu verhindern gesucht wird. Wenn daher gewisse Lager oder die Excenter eine ausgesprochene Tendenz zum Warmlaufen haben, so pflegt man die blanken Theile schon vor der Inbetriebsetzung der Maschine mit einer Mischung von Unschlitt und Bleiweiß anzustreichen, damit selbe durch das nachher nöthige dauernde Abkühlen mit Wasser nicht rostig werden.

Auch der Reinhaltung des Maschinenraumes ist die thunlichste Aufmerksamkeit zu widmen, und ist insbesonders darauf zu sehen, dass die Maschinenplattform weder durch verschüttetes Öl noch durch Kohlenstaub und Asche beschmutzt sei. Durch das erstere kann das Bedienungspersonale in Gefahr kommen, auszugleiten und in die Maschine zu fallen, während der Kohlenstaub sammt dem Fett sich an die Stiefelsohlen heftet und so auch andere Räumlichkeiten des Schiffes beschmutzt werden.

h) Betriebsänderungen.

70. Betriebsänderungen während des Ganges der Maschine kommen auf den Kriegsschiffen außer beim Ein- und Auslaufen noch bei den taktischen Manövern in der Escadre vor, und bestehen dieselben meist nur in der Veränderung der Gangart der Maschine und im zeitweiligen Abstellen und Wiederingangsetzen derselben. Für die Gangart erfolgen dann entweder die unter 44 angegebenen Commandos mittelst des Telegraphen, oder es wird eine bestimmte Anzahl Rotationen zur Einhaltung vorgeschrieben. Die verlangte Gangart der Maschine wird meist mit der Drosselklappe regulirt, während eine bestimmte Anzahl Rotationen durch Änderung des Füllungsgrades erreicht werden kann, ohne den Dampf zu drosseln.

71. Selbstverständlich muss bei Vermehrung oder Verminderung der Geschwindigkeit auch das Einspritzwasser entsprechend vermehrt oder vermindert werden, während man bei Oberflächen-Condensatoren

den Gang der Centrifugalpumpen entsprechend zu reguliren haben wird. Bei den Kesseln ist auch die Dampferzeugung stets nach der Gangart der Maschine zu reguliren.

72. Bei dem zeitweiligen Abstellen der Maschine hat man sofort darauf bedacht zu sein, dass sich selbe auch gleich wieder in Gang setzen lasse. Es hat daher gleich nach dem Abstellen die Expansion ausgelöst zu werden, und darf keinesfalls vergessen werden, die Injection zu schließen. Verbliebe die Maschine etwas längere Zeit im Stillstand, so hat man die Wasserablasshähne der Cylinder zeitweise zu öffnen und wird im Condensator das Vacuum wieder herstellen, wenn sich dasselbe rasch verlieren sollte. Das Ausgussventil bleibt für gewöhnlich bei kurzem Stillstand der Maschine offen; wenn jedoch die Maschine das Vacuum zu rasch verliert und der Stillstand doch ungewöhnlich lange dauern sollte, so muss dasselbe geschlossen werden, damit der Condensator nicht überflutet werde.

i) Betriebsstörungen.

73. Die Betriebsstörungen, welche am häufigsten vorkommen und deren Behebung sofort angestrebt werden muss, sind:

- α) das Warmlaufen von Lagern und anderen beweglichen Theilen,
- β) das Versagen der verschiedenen Pumpen,
- γ) das Überkochen der Kessel,
- δ) das Trockenlaufen der Cylinder, der Schieber und deren Stopfbüchsen,
- ε) die unvollkommene Condensation des Dampfes,
- ζ) außergewöhnliche Schläge oder Stöße in der Maschine,
- η) das Unklarwerden des Propellers,
- ϑ) kleinere oder größere Havarien an der Maschine.

74. α) Über das Warmlaufen der Lager, Excenter, Gelenke und Geradführungen, über die veranlassenden Ursachen und über die Behandlung solcher Maschinentheile wurde das Nöthige bereits unter 61 bis 64 erwähnt. Es erübrigt daher nur noch anzuführen, dass es besonders bei liegenden Maschinen auch vorkommt, dass sich die Kolbenstangen stark erhitzen, wenn sich der Kolben gesenkt hat und diese Stangen auf der untern Seite in den Stopfbüchsen zu fest aufliegen. Durch die starke Reibung werden die Stangen geradezu glühend, und die Packungen in den Stopfbüchsen verbrennen, was sich sofort durch einen brenzlichen Geruch bemerkbar macht. Eine

so erhitzte Kolbenstange lässt sich nur bei langsamerem Gang der Maschine durch Wasser kühlen, weil das Schmiermaterial entweder sofort verdampft oder auch sich zur hellen Flamme entzündet.

75. Das Verbrennen der Packungen kann auch vorkommen, wenn die Maschine mit zu stark überhitztem Dampf arbeitet. In diesem Falle verdampft ebenfalls das Schmiermaterial, und die Packungen verkohlen, wodurch dann die Reibung vermehrt und die Kolbenstangen erhitzt werden. Man hat, um dies zu verhindern, die Temperatur des überhitzten Dampfes sorgfältig zu beobachten und bei wahrgenommener Zunahme derselben sofort eine größere Zufuhr an gesättigtem Dampf und wo möglich einen theilweisen Abschluss der Heizgase vom Überhitzer zu bewerkstelligen. Nach Abkühlung der Stange ist die Stopfbüchse reichlich mit Mineralöl zu schmieren.

76. *β)* Betreffs Überwachung der Pumpen und der Abhilfe, wenn dieselben nicht functioniren sollten, wurde das Wichtigste bereits unter 56 bis 59 angeführt. Bei Oberflächen-Condensationsmaschinen kommt es zuweilen vor, dass die Kühlwasserpumpen undienstbar werden. In diesem Falle muss sofort die Einspritzcondensation in Anwendung kommen, während man trachten wird, die Kühlwasserpumpe wieder dienstbar zu machen.

77. *γ)* Wenn Kessel überkochen, so zeigt sich dies sofort an der Maschine durch das dumpfere Geräusch beim Abschneiden des Dampfes, wobei gewöhnlich das Vacuum etwas zurückgeht, folglich die Maschine momentan schwerer arbeitet. Wird beim Überkochen viel Wasser mitgerissen, so fangen die Sicherheitsventile der Cylinder zu schlagen an, weil das Wasser von den Kolben gegen die Böden (respective gegen den Deckel) gepresst wird und hiedurch die Sicherheitsventile gehoben werden. Würden die Sicherheitsventile nicht functioniren, so können leicht Brüche am Cylinder oder am Kolben herbeigeführt werden. Sobald daher am Gang der Maschine oder am Schlagen der Ventile erkannt wurde, dass ein Überkochen der Kessel eingetreten ist, hat man sofort die Durchblashähne an den Cylindern und Schieberkästen zu öffnen, und wenn thunlich die Sicherheitsventile am Ende jedes Kolbenhubes zu entlasten. Sammelt sich das Wasser in großen Mengen an, so werden die Drosselklappen etwas geschlossen, um die Maschine langsamer arbeiten zu lassen. Das Überkochen selbst ist auf die im ersten Abschnitt angegebene Weise zu beheben. Hat dasselbe aufgehört, und wurden die Cylinder, Schieberkästen und das Hauptdampfrohr durch die Wasserablasshähne ent-

leert, so kann die Maschine nach und nach wieder auf ihre frühere Gangart eingestellt werden. Die Cylinder und Schieber sind hiernach etwas ausgiebiger zu schmieren, weil durch das Wasser die Wände gewöhnlich entfettet und auch mit Salz belegt wurden.

78. δ) Bei Anwendung von sehr geringem Füllungsgrad sowie bei stark überhitztem Dampf laufen die Dampfkolben, die Schieber und die Stopfbüchsen gerne trocken, und macht sich dies im Cylinder durch das sogenannte Brummen, im Schieberkasten und in den Stopfbüchsen durch ein pfeifendes Geräusch bemerkbar. Sobald daher ein solches Geräusch hörbar wird, hat so lange reichlicher geschmiert zu werden, bis sich dasselbe verliert.

79. Sollte beim Schieber das anfängliche Pfeifen in ein starkes Brummen übergehen und dadurch auch die äußere Steuerung heftig erzittern gemacht werden, so ist Gefahr vorhanden, dass die Schieberstange abgerissen oder der Schieber selbst stark havarirt werden könnte. In diesem Falle ist die Maschine anzuhalten und der Schieberkasten zu öffnen, um über die wahre Ursache ins klare zu kommen. Gewöhnlich ist die Ursache, dass der Entlastungsrahmen zu stark gegen den Deckel angepresst war und bei ungenügender Schmierung sich die Flächen rauh gerieben haben. Man wird, wenn zur Bearbeitung der rauhen Flächen keine Zeit ist, vorläufig den Spannring der Entlastungsrahme etwas nachlassen und den Schieberkastendeckel wieder schließen, worauf die Fahrt bei reichlichem Schmieren des Schiebers fortgesetzt werden kann.

80. ε) Die unvollkommene Condensation des Dampfes, welche sich im Anfange des Betriebs gleich nach der Indienststellung bemerkbar macht, hat ihren Grund meistens in Undichtheiten an den Flantschen oder Mannlochdeckeln des Condensators, welche der Luft den Zutritt in das Innere desselben gestatten, wodurch der Gegendruck erhöht und das schnelle Abströmen des Dampfes von den Cylindern verhindert wird. Dergleichen Undichtheiten findet man durch Ableuchten der Flantschen und Garniturtheile mit einem offenen Licht. Hat man die undichte Stelle entdeckt, so dichtet man dieselbe einstweilen provisorisch durch Eintreiben kleiner Holzkeile, bis man Zeit und Gelegenheit findet, die Dichtung fachgemäß zu bewerkstelligen. Undichte Stopfbüchsen der Cylinder und der Luftpumpen werden nachgezogen und gleichzeitig die Stangen gut geschmiert, damit sich die Packung gut einfette und das Eintreten der Luft thunlichst verhindert werde.

81. Stellt sich eine unvollkommene Condensation erst nach längerem Betriebe ein, so hat dieselbe bei Einspritzcondensation gewöhnlich ihren Grund in nicht genügender Einspritzung, indem entweder das Injectionskingston verstopft ist oder aber sich der Injectionsschieber aus irgend welchem Grunde von selbst geschlossen hat. Bei Oberflächen-Condensation verschmutzen sich im Laufe der Zeit die Kühlrohre durch die aus den Cylindern mitgerissenen Fettstoffe, wodurch ihre Wärmeleitungsfähigkeit stark beeinträchtigt wird, oder aber es wird bei Speisewassermangel durch die Pumpen viel Luft in die Kessel gepumpt, welche dann mit dem Dampf wieder in die Cylinder und von da in die Condensatoren gelangt und den Gegendruck erhöht. Wenn sich das Vacuum daher fast momentan verringert, so ist gewöhnlich der letztere Fall daran schuld, und es ist durch Vermehrung des Speisewassers mittelst der Injection bald abgeholfen. Ist aber das Wärmeleitungsvermögen der Kühlrohre so weit gesunken, dass sich im Condensator schon längere Zeit nur ein mäßiges Vacuum erzielen lässt, so ist es besser, mit Einspritzcondensation zu fahren, bis man Gelegenheit findet, die Fettschichte von den Kühlrohren durch Auswaschen des Condensators mit einer Sodalösung zu beseitigen.

82. ζ) Außergewöhnliche Schläge oder Stöße in der Maschine machen sich, abgesehen von dem Schlagen der Sicherheitsventile beim Überkochen der Kessel und von dem Schlagen der Pumpensaugrohre, noch an den Kolben, Schiebern, Kreuzköpfen und an den Achsenkupplungen bemerkbar. Lässt sich in einem Cylinder bei jedem Hubwechsel ein dumpfer Schlag vernehmen, ohne dass sich Wasser in demselben befindet, so hat sich wahrscheinlich die Kolbenbefestigung gelockert. Ist die Mutter der Kolbenstange gegen das gänzliche Losgehen genügend gesichert, so kann dieser Schlag momentan keine Gefahr bringen, und man sucht denselben nur zu mildern, indem man dem betreffenden Cylinder weniger Füllung gibt. Ist aber Gelegenheit, die Maschine für längere Zeit abstellen und den Cylinder öffnen zu können, so wird man die lose Mutter wieder festziehen und die Versicherung zu verbessern suchen.

83. Findet im Cylinder ein Stoß gegen den Deckel desselben statt, wodurch der ganze Cylinder mehr oder weniger erschüttert wird, so liegt die Vermuthung nahe, dass sich eine Schraube der Kolbendeckelbefestigung gelockert hat oder ein anderer Körper im Cylinder befindet, den der Kolben beim Hubwechsel an den Cylinder-

deckel drückt. In solchem Falle ist die Maschine anzuhalten, das Mannloch des Cylinderdeckels zu öffnen und das Innere zu untersuchen.

Ein schwächerer metallischer Schlag lässt sich bei jedem Hubwechsel vernehmen, wenn der Kolbenliederungsring zwischen dem Kolbenkörper und dessen Deckel zu viel Luft hat, jedoch ist ein solcher Schlag ganz ungefährlich und wird gewöhnlich durch reichliches Schmieren des Cylinders wenigstens auf kurze Zeit behoben. Auch einzelne Spannfedern des Liederungsringes geben, wenn sie nicht genügend gespannt sind, bei jedem Hubwechsel einen schwachen metallischen Schlag, der ebenso ungefährlich ist wie der frühere.

84. Hört man den Schlag im Cylinder ungefähr in der Mitte des Kolbenhubes, so rührt derselbe vom Schieber her und wird nur durch die Resonanz scheinbar nach dem Cylinder verpflanzt. Findet ein Stoß beim Hubwechsel des Schiebers statt, so ist die veranlassende Ursache gewöhnlich eine feste Masse von abgefallenem Rost und den erdigen Bestandtheilen des Schmiermateriales, welche zwischen der Wand und dem Schieber sich zusammengeschoben hat. Man überzeugt sich, ob diese Vermuthung richtig ist, indem man durch Verstellen der Coulisse den Hub des Schiebers verkürzt, weil dann der Stoß sofort verschwinden müsste. Würde der Stoß aber dadurch nicht beseitigt, so kann sich irgend eine Schraube gelockert haben, gegen welche der Schieber anstößt, und es erscheint dann gerathen, lieber die Maschine anzuhalten und das Innere des Schieberkastens zu untersuchen, bevor man es zu einer größeren Havarie kommen lässt.

85. Kommen Stöße im Kreuzkopf vor, so ist nachzusehen, ob sich etwa eine Mutter der Kolbenstangen oder der Lagerdeckelschrauben der Pleuelstange gelockert habe. Ist die gelockerte Mutter durch einen Splint vor dem gänzlichen Losgehen gesichert, so sucht man die Stöße durch Verminderung des Füllungsgrades zu schwächen, bis es die Verhältnisse gestatten, die Maschine anzuhalten und die betreffenden Muttern wieder gehörig fest anzuziehen.

86. Bei schwerem Seegang, wo die Maschine mit stark wechselnder Geschwindigkeit arbeitet, ferner wenn die Expansion zu weit getrieben wurde, kommen oft heftige Stöße in den Achsenkuppelungen und insbesondere im Schneckenrade vor. Diese sucht man zu verhindern oder wenigstens abzuschwächen, indem man der Maschine mehr Füllung gibt und den Gang mit der Drosselklappe regulirt.

87. η) Das Unklarwerden eines Propellers durch das Erfassen und Aufwickeln eines Taues erfolgt gewöhnlich beim Ankermanöver

oder beim Schleppen eines anderen Schiffes. Ist dieses Ereignis eingetreten, so ist die Maschine alsbald abzustellen, um den Bruch eines Flügels oder das Festwürgen des Taues zwischen der Propellernabe und dem Sattel zu verhindern. Um den Propeller zu klaren, muss die Maschine mit der Handdrehvorrichtung in jener Richtung gedreht werden, bei welcher das Abwickeln des Taues erfolgen kann. Dieses Drehen ist aber bei großen Maschinen eine sehr langwierige Arbeit, weil zu einer einzigen Umdrehung oft mehrere Stunden erforderlich sind; deshalb wird man in den meisten Fällen gezwungen sein, das aufgewundene Tau durch den Taucher stückweise herausnehmen zu lassen. In diesem Falle hat man wohl darauf zu achten, dass kein Stück des Taues zwischen der Nabe und dem Sattel eingezwängt verbleibe, weil dasselbe den Zutritt des Wassers in das Stevenrohr hindern würde. Die Folge davon wäre das Warmlaufen der Achse und die Verkohlung der Pockholzstreifen, wodurch eine rasche Abnützung der letzteren und die Havarirung des Metallüberzuges der Achse herbeigeführt werden kann. Man hat sich daher, bevor man die Maschine wieder in Gang setzt, zu überzeugen, ob im Stevenrohr das Wasser entsprechend circulirt, indem man den zu diesem Zwecke am Stevenrohr angebrachten Hahn öffnet und das Wasser durch einige Zeit ablaufen lässt.

88. Verliert eine zweiflügelige Schraube plötzlich einen ihrer Flügel, so wird die Maschine einen sehr ungleichmäßigen Gang annehmen und gleichzeitig eine Abnahme der Schiffsgeschwindigkeit eintreten, jedoch kann der Verlust des Flügels keine weitere Gefahr bringen. Man wird aber der Maschine weniger Füllung geben, um einerseits den einen Flügel nicht zu sehr anzustrengen und andererseits, um mit der Dampferzeugung folgen zu können, da bei dem geringeren Widerstand die Maschine mehr Rotationen machen wird.

89. Machen sich bei einem Raddampfer plötzlich starke Schläge im Radkasten bemerkbar, so lässt sich vermuthen, dass durch irgend welche in das Rad gelangte Hindernisse entweder Schaufelarme, Schaufelträger, Zugstangen oder Radkränze zerbrochen oder verbogen wurden. Um größeren Havarien vorzubeugen, ist die Maschine sofort abzustellen und das Rad zu untersuchen.

Stellt sich hiebei heraus, dass nur einzelne Radschaufeln verloren giengen, so kann die Fahrt gleich wieder fortgesetzt werden; ist jedoch Zeit und Gelegenheit, und sind entsprechende Ersatzgegenstände vorhanden, so wird man die zerbrochenen Theile aus-

wechseln. Bedarf das beschädigte Rad jedoch einer größern Reparatur, so werden die losen Radtheile einstweilen mittelst Tauen an den intact gebliebenen derart befestigt, dass sie während der Umdrehung des Rades keinerlei Hindernisse abgeben.

90. 9) Die empfindlichsten Störungen im Betriebe der Maschine werden durch kleinere oder größere Havarien an einzelnen Theilen derselben hervorgerufen.

Zu den kleineren Havarien sind solche zu zählen, welche die Maschine nur momentan oder für kurze Zeit betriebsunfähig machen, indem man den havarirten Theil so schnell als möglich durch einen vorräthigen Ersatztheil auswechselt.

Derartige Havarien sind z. B.:

1.) das Reißen der Kautschukventile in den verschiedenen Pumpen,
2.) das Brechen der Belastungsfedern an den Sicherheitsventilen der Cylinder,
3.) das Abreißen einer Schieber- oder Excenterstange,
4.) das Abreißen der Zug- oder Kolbenstange einer Pumpe,
5.) das Abreißen der Schrauben an Stopfbüchsen,
6.) das Abreißen von Lagerdeckelschrauben.

91. Zu den größeren Havarien sind jene zu rechnen, welche die Maschine theilweise oder ganz betriebsunfähig machen. Durch den Bruch eines Cylinderdeckels, eines Cylinders, eines Dampfkolbens, eines Schiebers oder des Schiebergehäuses, dann der Kolben- oder Pleuelstange, endlich des Condensators oder der Luftpumpe, wird immer nur die eine Maschine dienstunfähig sein, und es kann möglicherweise die Fahrt mit der andern Maschine allein fortgesetzt werden.

Zu diesem Behufe müssen sowohl die Pleuelstange als auch die Schieberstangen an der havarirten Maschine ausgekuppelt, der Dampfkolben auf irgend eine Weise festgestellt und der Schieber in seine Mittelstellung gebracht werden.

Wäre der Schieber dampfdurchlässig oder das Schiebergehäuse selbst havarirt, so müsste die Flantsche des Hauptdampfrohres am Schieberkasten mit einer Blindflantsche abgeschlossen werden.

92. Ganz betriebsunfähig wird eine Maschine durch den Bruch der Kurbelachse, namentlich wenn die hintere Kurbel beschädigt wäre, während bei dem Bruche der vorderen Kurbel noch immer die hintere Maschine dienstfähig bleiben kann. Beim Bruche der Schraubenwelle ist aber jeder weitere Betrieb der Maschine unmöglich.

k) Wachenwechsel und Wachendienst.

93. Zu welchen Stunden der Wachenwechsel stattzufinden hat, wurde bereits im I. Abschnitt angeführt. Eine Viertelstunde vor dem Zeitpunkte, an welchem die Wache bei der Maschine zu übergeben ist, haben alle Wachorgane die ihrer Aufsicht anvertrauten Objecte nochmals zu revidiren, ob alle Theile der Maschine normal und richtig functioniren. Vor allem sind sämmtliche Lager, Excenter, Gelenke und Geradführungen mit der Hand anzufühlen, ob sie nicht warm gehen, und gleichzeitig ist nachzusehen, ob die Dochte rein sind und gut ziehen. Alle Schmiervasen sind nachzufüllen, und falls in die eine oder die andere Wasser gelangt sein sollte, so ist dieselbe zu entleeren, zu reinigen und frisch mit Öl zu füllen. Die Cylinder, Schieber und deren Stopfbüchsen sind gleichfalls frisch zu schmieren.

Das Schmiermaterial ist für die nächste Wache in genügender Menge herbeizuschaffen und sämmtliche Handschmiergefäße zu füllen. Sämmtliche Lampen sind in guten Zustand zu versetzen, dass sie hell brennen und genügend mit Docht und Öl versehen seien. Alle Theile der Maschine sind, wo thunlich, rein abzuwischen und die Plattformen sind rein zu fegen.

94. Jedes übergebende Wachorgan hat seinen Nachfolger gewissenhaft über das Verhalten der betreffenden Maschinentheile zu informiren und die erhaltenen Befehle pünktlich mitzutheilen. Sollten sich während der Wache irgend welche Anstände oder Betriebsstörungen ergeben haben, so ist der Nachfolger zu informiren, aus welcher Ursache sie enstanden sind und ob und wie dieselben behoben wurden.

95. Es darf sich daher kein Individuum von der Wache entfernen, bevor nicht der Ablöser zur Stelle gekommen und demselben alles ordnungsmäßig übergeben wurde.

Der Übernehmer hat sodann sich neuerdings von dem normalen Zustande der Lager und dem anstandslosen Functioniren aller beweglichen Theile und insbesondere der Pumpen zu überzeugen und nachzusehen, ob auch alle Schmiervasen entsprechend gefüllt und die Dochte rein sind und gut ziehen.

96. Erst wenn sämmtliche Wachorgane ihre gegenseitige ordnungsmäßige Übergabe und Übernahme dem Wachmaschinisten gemeldet haben, kann sich die abkommende Wache entfernen.

97. Die übernommene Wache verpflichtet die einzelnen Organe:

1.) zur steten Anwesenheit auf ihren Dienstesposten,

2.) die Schmierung aller beweglichen Theile regelmäßig und mit Ökonomie zu besorgen und für die Reinlichkeit und Beleuchtung des Maschinenraumes Sorge zu tragen, um die Wache nach denselben Regeln wieder in Ordnung übergeben zu können,

3.) das richtige und anstandslose Functioniren aller Maschinentheile zu überwachen und alle sich zeigenden Mängel dem Wachmaschinisten sofort anzuzeigen, gleichzeitig aber die erforderlichen Maßregeln anzuwenden, um größeren Schäden oder Havarien vorzubeugen,

4.) die erhaltenen Befehle pünktlich auszuführen, die Rotationszahl genau einzuhalten und den Gang der Maschine darnach zu reguliren, sowie die anbefohlenen Manöver prompt durchzuführen,

5.) alle Daten betreffs der Gangart der Maschine und der etwa vorgefallenen Betriebsstörungen, dann über den Materialverbrauch gewissenhaft vorzumerken.

98. An der Gangart der Maschine soll in der Regel und insbesondere bei taktischen Manövern in der Escadre ohne erfolgtes Commando keine Veränderung vorgenommen werden. Tritt bei heftigem Überkochen der Kessel oder bei auftretenden Stößen in den Cylindern die Nothwendigkeit ein, den Gang der Maschine verlangsamen zu müssen, um eine größere Havarie zu verhüten, so hat der Wachofficier sofort mittelst des Telegraphen und eines abgesandten Boten hievon verständigt zu werden.

99. Ein augenblickliches Abstellen der Maschine darf nur erfolgen:

1.) wenn ein Mann in die Maschine gefallen wäre,

2.) wenn fremde Körper in die Maschine gefallen sind, welche das Spiel der beweglichen Theile hindern und dadurch eine größere Havarie herbeiführen können,

3.) wenn bereits eine Havarie erfolgt ist, welche noch andere im Gefolge haben könnte,

4.) wenn bei einem heftigen Stoß des Schiffskörpers vermuthet werden kann, dass ein Zusammenstoß mit einem andern oder ein Auffahren des Schiffes erfolgt wäre.

In den drei ersten Fällen ist dem Wachofficier die Ursache, welche das Abstellen nothwendig machte, sofort bekannt zu geben.

l) Abstellen der Maschine.

100. Wenn das Aviso erfolgt ist, dass die Maschine innerhalb einer bestimmten Zeit außer Betrieb gesetzt werden wird, so sind vor allem jene Pumpenhähne, durch welche zur Erfrischung des Sodraumes Wasser in denselben eingelassen wurde, zu schließen, und ist darauf zu sehen, dass die Sodpumpen gut ziehen, um das noch im Sodraum verbliebene Wasser wegzuschaffen.

101. Bei allen jenen Lagern, welche mit Wasser gekühlt werden mussten, ist die Wasserleitung abzusperren und ausgiebig mit Öl zu schmieren, damit der Zapfen noch vor dem Abstellen mit einer Schichte Öl umgeben werde, weil sonst bei längerem Stillstand der Maschine sich Rost ansetzen würde, wenn der Zapfen noch vom Seewasser benetzt wäre.

102. Unmittelbar vor dem Abstellen der Maschine, also wenn bereits das Commando auf langsamen Gang erfolgt ist, sind die Cylinder und Schieber nochmals zu schmieren, damit sich die gleitenden Flächen mit einer Fettschicht überziehen und während eines längeren Stillstandes vor dem Rosten geschützt werden.

103. Beim Commando «Langsam!» wird die Expansionsvorrichtung ausgelöst und der Gang der Maschine mit der Drosselklappe regulirt. Um die Maschine abzustellen, wird die Drosselklappe ganz geschlossen und die Coulisse auf die Mitte gestellt, sodann der Injectionsschieber geschlossen. Wäre das Commando «Halt!» erfolgt, bevor noch die Expansionsvorrichtung ausgelöst werden konnte, so hat deren Auslösung sofort nach dem Abstellen zu geschehen, damit die Maschine manövrirfähig sei.

m) In Bereitschaft liegen unter Dampf.

104. Soll die Maschine für eine längere Zeit, etwa für eine halbe Stunde, außer Thätigkeit bleiben, dabei aber doch jeden Moment zum Ingangsetzen bereit sein, so öffnet man die Entwässerungshähne an den Cylindern, Dampfmänteln und Schieberkästen, um das condensirte Wasser abzulassen, schließt bei Einspritzcondensatoren das Ausgussventil, damit selbe nicht überflutet werden, und spritzt zeitweise etwas Wasser ein, um eine Erhitzung derselben zu verhindern und das Vacuum zu erneuern. Bei Oberflächen-Condensatoren belässt man die Kühlwasserpumpen im Gang, um das Vacuum möglichst lange zu erhalten. Aus den größeren Lagern werden die Dochte herausgezogen und in die Vasen gelegt, um das Schmiermaterial nicht zu vergeuden.

n) Gänzliche Betriebseinstellung.

105. Ist das Aviso erfolgt, dass die Maschine zu keinem Manöver mehr benöthigt werde, also gänzlich außer Betrieb zu setzen ist, so wird selbe noch mit Dampf in jene Stellung gebracht, welche sie haben muss, um gewisse Instandsetzungsarbeiten, die als nothwendig erkannt worden sind, ausführen zu können. Sodann wird das Hauptabsperrventil an der Maschine und alle Absperrventile an den Kesseln, ferner alle Ausgussventile und die Kingstonventile der Injection und der Kühlwasserpumpen geschlossen.

Aus allen Schmiervasen werden die Dochte ausgezogen und auf die offenen Vasen die zugehörigen Deckel, auf die einzelnen offenen Schmierlöcher aber Holzstöpsel aufgesetzt.

Am Stevenrohr wird der Wassercirculationshahn geschlossen und die gelockerte Stopfbüchse wieder angezogen, damit sie kein Wasser mehr durchlasse.

Die selbstthätigen Schmiervorrichtungen (Lubricatoren) werden abgestellt und sämmtliche Auffangschalen ihres Inhaltes entleert.

Wenn lecke Stopfbüchsen nachzulegen oder frisch zu verpacken wären, so soll dies geschehen, so lange die Cylinder noch warm sind.

Aus den Condensatoren, Pumpen und Rohrleitungen ist das Wasser abzulassen und das im Sodraum angesammelte Wasser mittelst des Ejectors auszublasen, so lange noch Dampf in den Kesseln ist.

o) Oberflächliche Reinigung der Maschine.

106. Sobald bei den Kesseln das Herausziehen und Ablöschen der Feuer beendet ist und keine Verunreinigung der Maschine durch Kohlen- oder Aschenstaub mehr zu erwarten steht, wird dieselbe einer oberflächlichen Reinigung unterzogen. Diese besteht in dem Abwischen des Öles und sonstigen Fettes, und zwar nicht nur von den einzelnen Theilen der Maschine, sondern auch von den Plattformen und den Fußböden sowie von den Lagern und Stuhlungen der Propellerachse im Tunnel. Ebenso sind auch alle Werkzeuge und Utensilien abzuwischen und an ihren Platz zu geben, wenn dieselben nicht bei den vorzunehmenden Instandsetzungsarbeiten gebraucht werden.

107. Sollten sich bei Anwendung der Wasserkühlung von Lagern an einzelnen blanken Maschinentheilen Rostflecke angesetzt haben, so sind dieselben vorläufig mit Putzstein so viel als möglich zu beseitigen, während die auf den angestrichenen Theilen entstandenen Salzflecke mit Süßwasser, Seife und Bürsten abzuwaschen sind.

p) Instandsetzungsarbeiten.

108. Gleichzeitig oder unmittelbar nach der oberflächlichen Reinigung sind die nothwendigen Instandsetzungsarbeiten auszuführen. Solche Instandsetzungsarbeiten, die nach einem längeren Betriebe sich gewöhnlich als nothwendig herausstellen, sind:

1.) das Nachlegen oder frisch Verpacken von Stopfbüchsen,
2.) das Nachziehen und Verpacken der Luftpumpenkolben und das Verstopfen leck gewordener Kühlrohre in Oberflächen-Condensatoren,
3.) die Untersuchung der Kautschukventile der Luftpumpe, der Speise- und Sodpumpen und eventueller Wechsel solcher Ventile,
4.) das Einschleifen undichter Hähne oder Metallventile,
5.) das Abdichten undichter Flantschen an den Rohrleitungen und undichter Mannlochdeckel an den Condensatoren,
6.) das Öffnen und Untersuchen warmgegangener Lager.

109. Bei Hanfpackung in den Stopfbüchsen der Cylinder soll wie schon erwähnt, das Nachziehen und Nachlegen oder das frische Verpacken geschehen, so lange die Cylinder noch warm sind. Lässt sich eine solche Packung selbst in warmem Zustande nicht mehr nachziehen, so muss dieselbe theilweise oder auch ganz erneuert werden. Man wird einige Lagen der Packung herausziehen, um beurtheilen zu können, in welchem Zustande sich dieselbe befindet. Wäre die Packung schon so verbrannt, dass sich die einzelnen Lagen nur stückweise herausziehen lassen, so ist dieselbe ganz zu erneuern.

Besser erhaltene Lagen der Packung können abwechselnd mit neuen Zöpfen wieder zur Verwendung gelangen, indem man sie wendet, so dass sie mit einer unbenützten Seite an die Kolbenstange anzuliegen kommen.

110. Bei Anwendung von Tuck's Patentpackung wird das Anziehen nur dann vorzunehmen sein, wenn die Stopfbüchse sich wirklich undicht gezeigt hat, jedoch ist hiebei mit Vorsicht vorzugehen, dass die Packung nicht zu fest gepresst werde.

111. Beim Verpacken einer Stopfbüchse ist darauf zu achten, dass beim Einlegen der einzelnen Lager der Schluss jedesmal an einer andern Stelle zu liegen komme, sowie auch, dass die Zöpfe auf die richtige Länge geschnitten seien, um einen guten Schluss zu ermöglichen. Zu kurze Tressen werden daher mit dem Hammer etwas

gestreckt, während zu lange selbstverständlich nachgeschnitten werden müssen. Vor dem Einlegen sind die Zöpfe gut in heißem Unschlitt zu tränken. Der Pressring der Stopfbüchse ist genau gleichmäßig anzuziehen, damit er sich nicht an der Kolbenstange reibe.

112. Ist eine Stopfbüchse ganz frisch zu verpacken, so werden die ersten Lagen mit den sogenannten Packhölzern an ihren Platz geschoben und mit Hammerschlägen festgestampft, während die späteren Lagen einzeln mit dem Pressring nachzuziehen sind, um sicher zu gehen, dass die Packung überall gleichmäßig gepresst und die Stopfbüchse nicht hohl verpackt werde.

113. Bei horizontal liegenden Maschinen senken sich gewöhnlich die Kolben, und es liegen die Stangen in den Stopfbüchsen unten auf, während sie oben mehr Luft bekommen. Wenn daher eine solche Stopfbüchse frisch zu verpacken ist, so dreht man die Maschine, bis der Kolben in der Nähe der Stopfbüchsen zu liegen kommt, damit die Kolbenstange möglichst central in der Stopfbüchse liege. Bei stark excentrisch ausgelaufenen Stopfbüchsen müssen die Packungstressen entsprechend angepasst werden, um eine gute Dichtung zu erzielen.

114. Zum Nachziehen, Beilegen oder frisch Verpacken der Luftpumpenkolben muss die Maschine gleichfalls gedreht werden, bis der Kolben an dem dem Deckel zunächstliegenden Ende sich befindet. Das Verpacken der Luftpumpen geschieht gewöhnlich mit Tressen aus Baumwollgarn, welche in Öl gut getränkt werden. Im übrigen sind beim Verpacken die gleichen Regeln wie bei andern Stopfbüchsen zu beobachten, nur soll der Pressring wo möglich auf dem Kolbenkörper aufsitzen, damit bei einer etwaigen Lockerung der Packung nicht auch der Pressring lose werde. Der lose Pressring würde in diesem Falle bei jedem Hubwechsel gegen die Presschrauben anschlagen, wodurch dieselben leicht abgerissen werden. Dass jede dieser Schrauben gegen das Losgehen entsprechend gesichert sein muss, ist selbstverständlich.

115. Nach jeder längeren Fahrt ist an den Oberflächen-Condensatoren ein unteres Mannloch zu öffnen, um sich überzeugen zu können, ob welche Kühlrohre undicht seien. Wären solche undichte Rohre vorhanden, so sind dieselben aufzusuchen und von beiden Seiten mit Holzstöpseln zu verstopfen. Undichte Stopfbüchsen dieser Rohre werden entweder bloß nachgezogen oder eine frische Packung eingelegt.

116. Wenn sich auch während der letzten Fahrt keine Mängel an den Pumpenventilen gezeigt haben sollten, so sind (insbesonders nach einem längeren Betriebe der Maschine) sämmtliche Ventile der Speise-, Sod- und Luftpumpen zu untersuchen, die aufgebogenen zu wenden und schadhafte durch neue zu ersetzen. Gleichzeitig sind die Anschlagschalen zu erproben, ob sie sich nicht gelockert haben. Kautschukventile, bei welchen das Loch sich stark ausgeschlagen hätte, sind mit passenden Büchsen aus Messing- oder Kupferblech zu versehen. Bei hängenden Luftpumpenventilen, welche nur durch Federdruck an ihren Sitzen anliegend gehalten werden können, sind diese Federn zu untersuchen und ihre Federkraft zu erproben.

117. Die Wechsel der verschiedenen Hähne sind zu untersuchen und die undichten einzuschleifen; dasselbe hat auch bei metallenen Pumpenventilen zu geschehen. Stark ausgefressene Wechsel der Hähne können durch Einschleifen nicht mehr dicht gemacht werden, man wird sie daher vorher auf der Drehbank bearbeiten müssen. Ist jedoch auch das Hahngehäuse stark abgenützt, so dass auch dieses auszudrehen sein wird, dann wird der Wechsel zu schwach und muss durch einen neuen ersezt werden.

118. Undicht gewordene Flantschen an den Rohrleitungen sowie alle jene Deckel der Condensatoren, Luftpumpen und der übrigen Pumpengehäuse, welche entweder undicht waren oder behufs der vorzunehmenden Untersuchungen geöffnet werden mussten, sind selbstverständlich wieder gehörig abzudichten. Die Flantschen der Rohrleitungen werden mit einer Bleiflantsche und mit Minium gedichtet, während die häufiger abzunehmenden Deckel der Condensatoren oder der Pumpengehäuse mittelst einer flachen Tresse aus Hanf oder Baumwollgarn, die entweder in heißem Unschlitt oder in Öl gut getränkt wurde, belegt und alle Schrauben gleichmäßig fest angezogen werden.

119. Lager, welche bei der letzten Fahrt warm gegangen oder wenigstens die Tendenz zeigten, warm zu werden, müssen geöffnet und der veranlassenden Ursache nachgeforscht werden. Ehe man das Lager öffnet, markirt man sich die Stellung der Muttern an den Lagerdeckelschrauben, um sie beim Schließen des Lagers genau wieder in die alte Lage anziehen zu können. Nach dem Öffnen wird man an den Flächen der Schalen oder des Zapfens erkennen, an welcher Stelle eine abnorme Reibung stattgefunden hat. Solche

Stellen werden nach Bedarf mit der Feile und dem Schaber bearbeitet, die Schmiercanäle, welche verlegt sind, neu vertieft und gereinigt und schließlich die Auflage der Schale auf dem Zapfen erprobt, indem man vorher den Zapfen mit einer dünnen Schichte Minium bestreicht. Die hiedurch markirten Stellen der Flächen in den Schalen werden sodann wiederholt mit dem Schaber bearbeitet, bis sich eine allseitig gute Auflage der Schalen auf dem Zapfen anzeigen wird. Beim Schließen eines solchen Lagers ist genau darauf zu achten, dass die Beilagen nicht verwechselt und die Muttern der Lagerdeckelschrauben genau bis auf die Marke angezogen werden.

g) Allgemeine Reinigung.

120. Die allgemeine Reinigung besteht nicht allein in der Reinigung der Maschine und deren Zubehör, sondern hat sich auch auf die Reinigung des Sodraumes und der Wände des Maschinenraumes sowie des Tunnels zu erstrecken. Die Sodreinigung hat der Maschinenreinigung voranzugehen und ist gleichzeitig mit jener des Kesselraumes vorzunehmen.

Der Sodraum muss zuerst vom Wasser entleert werden, was hauptsächlich mit der achteren Schiffspumpe geschieht. Der noch zurückbleibende Rest wird entweder mit einer im Tunnel angebrachten kleineren Handpumpe oder mittelst Ausschöpfens beseitigt. Sodann werden die unter der Flurplatte gelegenen Maschinenfundamente und der Schiffsboden vom Schmutz und Fett durch Abschrappen und Abreiben mit bereits gebrauchtem Werg gereinigt.

121. Hölzerne Fundamente werden nach dem Abschrappen mit Kalkmilch angestrichen, desgleichen auch der trockengelegte Boden des Sodraumes, während bei eisernen Schiffen der Anstrich der Fundamente und des Bodens (wo derselbe nicht mit Cement belegt ist) gewaschen und ausgebessert oder erneuert wird.

Die in den Sodraum führenden Saugrohre der Sodpumpen und Nothinjection sind nach der Reinigung mit Miniumfarbe anzustreichen und deren Saugsiebe zu klaren, d. h. die allenfalls verstopften Löcher derselben frei zu machen.

122. Nach vollendeter Sodreinigung werden die mittlerweile auch gereinigten Flurplatten unter der Maschine eingelegt und sodann mit der Reinigung der Maschine begonnen. Die Maschinenreinigung besteht in der Beseitigung aller Rostflecke von den blanken Theilen

und im Auffrischen des Glanzes derselben, dann im Abwaschen des Farbanstriches mit Terpentin und im Ausbessern dieses Anstrichs, endlich im Abschrappen, Schleifen und Einlassen der Cylinderverschalung mit Leinölfirnis.

123. Die Beseitigung der Rostflecken und das Blankputzen der Eisentheile geschieht mit Putzstein und Öl. Runde Stangen werden mit einer Flechte aus Schiemannsgarn umschlungen und die beiden Enden abwechselnd angezogen und nachgelassen, wobei die Stangen wiederholt mit Öl und Putzstein zu bestreichen sind. Dadurch erhält der cylindrische Maschinentheil den gleichmäßigen sogenannten Drehstrich, während man bei ebenen, gehobelten Flächen den Putzstein mittelst eines Holzstückes in der Längs- oder Querrichtung verreibt, um einen schönen Parallelstrich zu erzielen.

124. Damit bei dieser Reinigung kein Putzstein in die Lager und Stopfbüchsen gelange, sind die Anläufe der Achsen sowie die Kolbenstange unmittelbar vor den Stopfbüchsen mit Tressengarn zu umschlingen. Sind auf diese Weise alle blanken Theile abgerieben, so wird das Öl und der Putzstein abgewischt und die einzelnen Theile in gleicher Weise mit trockenem Werg und Putzstein abgerieben, um ihnen den entsprechenden Glanz zu geben.

125. Die blanken Metalltheile werden ebenfalls mit Öl und Putzstein abgerieben, dann aber, um ihnen einen erhöhten Glanz zu geben, mit geschlemmter Kreide, Trippel oder mit Wiener-Kalk geputzt. In gleicher Weise werden auch sämmtliche Hänge-, Wand- und Handlampen, dann der Telegraph, ferner alle Schmiergefäße und deren Untertassen geputzt und glänzend gemacht.

Bei der allgemeinen Reinigung sind auch sämmtliche blanken Werkzeuge, Schraubenschlüssel und Utensilien zu reinigen, die schwarz angestrichenen aber mit Leinöl abzureiben oder deren Anstrich zu erneuern.

126. Ist die Reinigung der Maschine beendet, so werden noch die Wände des Maschinenraumes und des Tunnels mit Seife und Bürste gewaschen und zum Schluss die Plattformen abgekratzt und mit Graphit geputzt.

127. Es ist wohl selbstverständlich, dass gleichzetiig mit der Reinigung der Hauptmaschine auch alle Hilfsmaschinen, welche theils im Maschinenraum, theils in andern Schiffsräumen gelegen sind, der allgemeinen Reinigung in gleicher Weise unterzogen werden.

r) Tägliche Reinigungs- und Conservirungsarbeiten.

128. Bleibt die Maschine tage- oder gar wochenlang außer Betrieb, so ist dieselbe täglich einer oberflächlichen und jede Woche einmal einer allgemeinen gründlichen Reinigung zu unterziehen, weil sich auf derselben nicht nur Staub ablagert, sondern auch die blanken Theile entweder durch die Ausdünstung des Sodraumes oder bei feuchter Witterung durch den Niederschlag aus der Luft mit einer Oxydschichte überzogen werden. Man nennt dieses das Anlaufen der blanken Maschinentheile.

129. Bei trockener Witterung wird bloß der Staub mit reinem Werg abgewischt, während bei feuchter Luft der Niederschlag erst aufgetrocknet und dann die blanken Eisentheile mit fettem, reinem Werg überstrichen werden, um das Ansetzen von Rost zu verhindern. Gewöhnlich jeden Samstag wird dann eine gründliche Reinigung vorgenommen, bei welcher die blanken Theile in gleicher Weise wie bei einer allgemeinen Reinigung zu behandeln sind.

130. Im Falle das Schiff etwas Wasser zieht, also sich der Sodraum täglich mit einer gewissen Menge Wasser füllt, ist dasselbe stets noch vor der täglichen Maschinenreinigung auszupumpen. Zieht das Schiff aber kein Wasser und macht sich die Ausdünstung des Sodraumes durch einen unangenehmen Geruch bemerkbar, so lässt man durch einen Pumpenhahn und das zugehörige Kingston etwas Wasser in den Sodraum ein, welchem zur Desinficirung etwas Chlorzinklösung beigemischt werden kann. Dieses Wasser ist dann ebenfalls jeden Tag auszupumpen und durch frisches zu ersetzen, so lange sich der üble Geruch fühlbar macht.

131. Um die Maschine auch im Innern zu conserviren, d. h. das Ansetzen von Rost in den Cylindern, auf den Schieberflächen, auf den Lagerzapfen und Kolbenstangen zu verhindern, ist die Maschine täglich so viel zu drehen, dass die Kolben wenigstens ihre Stellung wechseln, während man durch mehrmaliges Heben und Senken der Coulissen die Schieber auf ihren Spiegelflächen hin- und herbewegt und durch das Aus- und Einlösen der Expansionsvorrichtung das Einrosten der Schraubengewinde der Expansionsschieberstangen zu verhindern sucht.

132. So wie die große Schiffsmaschine sind auch alle mit Dampf betriebenen Pumpen und sonstigen Hilfsmaschinen täglich zu bewegen, dass die Kolben und Schieber nicht einrosten.

133. Kolbenstangen, welche beim Maschinendrehen sich in die Stopfbüchsen zurückziehen, sind gut einzuölen, damit sich auch die Packung einfette und die Stangen nicht so bald vom Roste angegriffen werden. Jene Theile der Kolbenstangen, welche aus der Stopfbüchse heraustreten und gewöhnlich nach der Außerbetriebsetzung vom Roste angegriffen erscheinen, sind sofort einzuölen und dann zu reinigen.

134. Vor dem Maschinendrehen ist jedesmal genau nachzusehen, ob keine fremden Körper das Spiel der beweglichen Theile hindern, und sind die Wasserablasshähne zu öffnen, damit die vom Kolben verdrängte Luft ausströmen kann.

Dreht sich eine Maschine nach längerem Stillstand bereits schwer, so ist dies ein Zeichen, dass die gleitenden Flächen entweder trocken geworden oder bereits mit Rost überzogen sind. In diesem Falle wird in die Cylinder und Schieber durch eigens zu diesem Zwecke angebrachte Öffnungen Öl eingespritzt, desgleichen durch die Schmierröhrchen der Lager einige Tropfen Öl auf die Zapfen gegossen, dann die Pressringe der Stopfbüchsen gelockert und etwas Öl eingeführt, um die Packungen zu fetten. Nach diesem allseitigen Schmieren wird mit der Maschine eine größere Bewegung als die sonst übliche ausgeführt, damit das angewendete Schmiermaterial auf den gleitenden Flächen entsprechend vertheilt werde.

135. Sowohl das Sodpumpen- als auch das Maschinendrehen ist täglich vor der Maschinenreinigung vorzunehmen, während nach Beendigung der letzteren nur noch die Plattformen und Stiegenstufen zu fegen und die verschiedenen Geländer rein zu machen sind.

Dritter Abschnitt.

Bedienung und Behandlung der Hilfsmaschinen.

1. Sämmtliche auf einem Kriegsschiffe installirten Hilfsmaschinen dienen theils zum Betriebe der Schiffsmaschinen und Kessel, theils zu besonderen Schiffszwecken.

Zu den ersteren zählen:

a) die Dampfspeisepumpen,
b) die Kühlwasserpumpen für Oberflächen-Condensatoren,
c) die Umsteuerungsmaschinen,
d) die Dampf-Aschenwinden und
e) die Ventilatoren.

Zu speciellen Schiffszwecken dienen:

f) die fixen und tragbaren Schiffspumpen,
g) die Dampffeuerspritze,
h) das Dampfgangspill,
i) der Dampfsteuerapparat,
k) die Luftcompressionspumpe,
l) die Maschine zur elektrischen Beleuchtung,
m) die Dampfbarkassmaschinen,
n) der Destillirapparat,
o) der Sodejector.

2. Mit Ausnahme der gewöhnlich nur für Handbetrieb eingerichteten Schiffspumpen werden alle diese Hilfsmaschinen mit Dampf betrieben. Sie sind also größtentheils und der Hauptsache nach eigentliche Dampfmaschinen, welche den Dampf zu ihrem Betriebe entweder von den Schiffskesseln beziehen oder auch, wie z. B. die elektrische Beleuchtungsmaschine und die Dampfbarkassmaschine, mit ihrem

separaten Dampfkessel versehen sind. Alle diese Hilfsmaschinen sind daher durch das Maschinenpersonale in gleicher Weise zu bedienen, zu überwachen und zu conserviren, wie dies bei der großen Schiffsmaschine zu geschehen hat.

3. *a)* Die Dampfspeisepumpe dient zum Aufspeisen der Kessel; wenn die von der Schiffsmaschine betriebenen Speisepumpen undienstbar geworden oder wenn die Maschine selbst stille steht. Sie muss daher stets zur Ingangsetzung bereit sein, so lange die Kessel im Betriebe sind, wenn sie auch nur zeitweise zum Aufspeisen derselben benöthigt wird. Das Kingstonventil dieser Pumpe hat daher offen und die Hähne am Saug- und Druckrohr entsprechend für die Kesselspeisung gestellt zu sein.

Da diese Pumpe gewöhnlich auch zum Feuerspritzen, dann zum Sodpumpen und zum Auspumpen der Kessel dient, so muss jeder Maschinen-Unterofficier mit den verschiedenen Hahnstellungen vertraut sein, damit keine Fehlgriffe gemacht werden.

4. *b)* Die Kühlwasserpumpen sind bestimmt, das Wasser durch die Oberflächen-Condensatoren zu treiben, müssen daher während des Betriebes der Schiffsmaschine continuirlich in Gang erhalten werden. Vor deren Ingangsetzung ist das Einströmungs-Kingston und das Ausgussventil zu öffnen. Während des Ganges sind die Cylinder, Schieber und sämmtliche Lager regelmäßig zu schmieren, wie bei der großen Maschine.

5. *c)* Die Umsteuerungsmaschinen sind meistens zweicylindrig und selbst wieder zum Umsteuern eingerichtet, also deren Handhabung sehr einfach. Da dieselben nur zeitweise zum Manövriren der Maschine gebraucht werden, aber doch jeden Moment zur Ausführung eines Manövers bereit sein müssen, so hat man bei diesen Hilfsmaschinen besonders darauf zu achten, dass sich bei längerem Stillstand derselben die Cylinder nicht mit Condensationswasser füllen, weil dadurch die momentane Ausführung des anbefohlenen Manövers verhindert werden könnte. Bei voraussichtlich längerem Nichtgebrauch der Umsteuerungsmaschine schließt man deshalb deren Dampfeinströmungshahn ab und lässt auch das etwa im Dampfrohr angesammelte Condensationswasser öfters ab.

6. *d)* Die Dampf-Aschenwinde ist ebenfalls zweicylindrig und zum Umsteuern eingerichtet. Da ihr Betrieb nur ein periodischer ist, so wird sie nur vor jeder Ingebrauchnahme geschmiert. Bei ihrer Handhabung zum Aschenhissen ist darauf zu achten, dass man sie

nicht übermäßig schnell laufen lasse, und wenn der Aschenkübel oben angelangt ist, rechtzeitig zum Stillstand bringe, weil bei allfälligen Hindernissen die Kette reißen und der Aschenkübel in den Heizraum zurückfallen würde, wodurch nicht nur große Schäden entstehen, sondern auch Menschenleben in Gefahr kommen können.

7. *e)* Die Ventilatoren dienen auf den Torpedoschiffen und Torpedobooten zur Erzeugung eines künstlichen Luftzuges für die Kesselfeuer, indem durch dieselben in den hermetisch abgeschlossenen Heizraum so viel Luft zugepumpt wird, bis daselbst ein erhöhter Luftdruck stattfindet. Es sind dies gewöhnlich Centrifugal-Ventilatoren, welche direct von einer kleinen Dampfmaschine betrieben werden. Zum ungestörten Kesselbetrieb müssen dieselben continuirlich in Gang erhalten werden, daher sind sie regelmäßig zu bedienen und zu überwachen. Der durch den Ventilator erzeugte Luftdruck wird durch eine kleine Wassersäule gemessen, und ist darnach der Gang desselben mit dem Dampfhahn zu reguliren.

8. *f)* Bei den Schiffspumpen obliegt dem Maschinenpersonale deren Bereitstellung zum Gebrauch für die verschiedenen Zwecke. Die fixen Schiffspumpen dienen nämlich einerseits dazu, um reines Seewasser auf die verschiedenen Decks zum Waschen derselben oder zum Waschen der Wäsche und Hängematten zu pumpen, andererseits zum Auspumpen des Sodwassers, dann zum Auspumpen des Wassers aus den Zellen, endlich auch zum Feuerspritzen. Die tragbaren Handpumpen dienen ebenfalls als Feuerspritzen, werden aber auch als Spritze zum Waschen des Schiffskörpers an der Außenseite und endlich zum Süßwassermachen gebraucht.

9. Dem mit der Aufsicht einer Pumpe betrauten Maschinen-Unterofficier obliegt es daher, das Kingstonventil zu öffnen, das Saugventil entweder auf See oder Sod zu stellen, eventuell die Saugleitung mit den Zellen in Verbindung zu setzen, dann die Hähne der Druckrohrleitung richtig zu stellen und die nothwendigen Ausflussröhren, respective die Schläuche und Spritzenmundstücke entsprechend anzubringen und abzudichten.

10. Sobald eine Pumpe schlecht oder gar nicht functionirt, hat er dieselbe zu öffnen, zu untersuchen und wieder instandzusetzen. Zur Anbringung und Abdichtung der Saug- und Druckschläuche, dann der Verschlussdeckel und der Spritzenmundstücke hat er die nöthigen Schlüssel und Lederringe stets bei der Hand zu haben.

11. Bei Feueralarm hat er den Spritzenschlauch selbst zu dirigiren und hiebei wohl darauf zu achten, dass der Druckschlauch klar abgerollt sei, weil, wenn derselbe einen Schlag oder einen scharfen Bug hätte, die Pumpe den Schlauch zersprengen würde.

Nach dem Gebrauche hat er die Schläuche wieder loszunehmen und dafür zu sorgen, dass die nass gewordenen gehörig getrocknet und hierauf wieder ordentlich auf ihre Trommeln aufgerollt werden.

12. *g)* Die Dampffeuerspritze dient außer zu diesem Zwecke noch zum Sodpumpen, wenn bei einem Leck des Schiffes große Massen Wassers zu bewältigen wären, — dann auf den Zellenschiffen auch zum Auspumpen der Zellen. Die Maschinen-Unterofficiere müssen daher mit den verschiedenen Ventilstellungen gehörig vertraut sein, damit bei dem Gebrauche dieser Pumpe kein Fehlgriff gemacht werde.

13. Beim Ingangsetzen dieser Pumpe ist darauf zu sehen, dass im Anfange, so lange der Pumpenkolben nur Luft wegzuschaffen hat, der Gang nicht übermäßig beschleuniget werde, weil beim Eindringen des Wassers in den Pumpencylinder dann der Gang plötzlich gehemmt wird und durch das große Trägheitsmoment der Schwungmasse leicht die Kurbelachse abgedreht oder durch die heftige Pressung des Wassers auch das Pumpengehäuse gesprengt werden könnte.

14. Der mit der Handhabung der Dampffeuerspritze betraute Unterofficier darf sich bei Feueralarm keinen Augenblick von derselben entfernen, und obliegt die Anbringung und Führung der Druckschläuche sowie das Stellen sämmtlicher Hähne an der Druckrohrleitung einem anderen verlässlichen Individuum, welches die unter 11 erwähnten Vorsichtsmaßregeln besonders zu beobachten haben wird.

15. *h)* Das Dampfgangspill dient zum Einwinden der Kette beim Ankerlichten. Die Maschine ist zweicylindrig und zum Umsteuern eingerichtet, um die Kette nicht nur einholen, sondern auch nach außen abfieren zu können, oder um dieselbe aus dem Kettendepôt heraufzuholen, wenn sie gereinigt, getheert oder sonst untersucht werden soll.

16. Die Verbindung zwischen der Dampfmaschine und dem Spill ist immer so eingerichtet, dass sie nöthigenfalls leicht gelöst werden kann, wenn die erstere undienstbar geworden oder das Spill als gewöhnliches, von der Mannschaft zu betreibendes Gangspill gebraucht werden soll. Wenn daher die Maschine in Bereitschaft zu

setzen ist, so muss zum Anwärmen und Erproben derselben vorher diese Verbindung gelöst werden, im Falle die Kette bereits um das Spill gelegt wäre.

17. Da der Gebrauch des Dampfgangspills nur kurz andauernd ist, so werden die Cylinder, Schieber und die Lager nur unmittelbar vor dessen Ingangsetzung zu schmieren sein. Damit die Maschine während eines längeren Stillstandes nicht einroste, ist dieselbe täglich von der Hand zu drehen. Die tägliche und allgemeine Reinigung derselben ist gleichzeitig mit jener der großen Schiffsmaschine vorzunehmen.

18. *i)* Der Dampfsteuerapparat besitzt ebenfalls eine zweicylindrige Dampfmaschine, welche den zu ihrem Betriebe nöthigen Dampf von den Schiffskesseln erhält. Ihre Steuerung ist derartig eingerichtet, dass sie vom Steuermann durch ein dem gewöhnlichen Steuerrade ähnliches, jedoch kleineres Handrad in Bewegung gesetzt wird, wenn er letzteres dreht, und ebenso zum Stillstand gebracht wird, wenn er dasselbe festhält. Es obliegt daher dem Maschinenpersonale nur die Inbereitschaftsetzung und das zeitweilige Schmieren der Maschine während des Betriebes, während bei vor Anker liegendem Schiffe ihm die Instandhaltung, Reinigung und Conservirung derselben zufällt.

19. *k)* Die Luftcompressionspumpe hat den Zweck, die als Betriebskraft der Torpedos dienende atmosphärische Luft für die Füllung ihrer Kessel bis zu einer Spannung von circa 75 bis 100 Atmosphären zusammenzupressen. Auch die für das Lanciren der Torpedos über Wasser erforderliche Luft von 4 bis 5 Atmosphären Spannung wird mit der Luftcompressionspumpe erzeugt.

20. Die Luftcompressionspumpe besitzt gewöhnlich 4 Pumpenkolben, deren Durchmesser nacheinander kleiner werden, und werden diese durch zwei Dampfcylinder, deren Kurbeln unter 90 Grad auf der Kurbelachse der Pumpen angebracht sind, betrieben. Die Schieber werden nur durch ein Excenter bei jedem Cylinder bewegt, deshalb hat die Kurbelachse nur eine Bewegungsrichtung. Während des Ganges ist diese Maschine wie jede andere Dampfmaschine zu bedienen und zu überwachen, und ebenso außer Betrieb deren Reinigung, Instandhaltung und Conservirung vom Maschinenpersonale zu besorgen.

21. Da sich bei der Compression die Luft sehr stark erwärmt, so sind die Pumpencylinder in einem gusseisernen Kasten montirt,

in welchen fortwährend kaltes Wasser gepumpt wird, um dieselben zu kühlen. Der mit der Aufsicht und Wartung betraute Unterofficier hat daher auch darauf zu sehen, dass das Kühlwasser in genügender Menge zugepumpt und das erwärmte in gleichem Maße abgeführt werde.

22. *l)* Die Maschine zur elektrischen Beleuchtung besteht auf unseren Kriegsschiffen immer aus zwei Dynamomaschinen, welche direct durch eine zwischen ihnen liegende Brotherhood-Dampfmaschine gemeinschaftlich betrieben werden.

Der zum Betriebe erforderliche Dampf wird in einem separaten Dampfkessel erzeugt.

Die Überwachung dieser Maschine sammt ihrem Kessel erfordert insoferne große Aufmerksamkeit, als die Maschine mit einer bestimmten gleichförmigen Geschwindigkeit betrieben werden soll. Es ist daher vor allem der Dampfdruck im Kessel möglichst in gleicher Höhe zu erhalten und beim Eintritt einer größeren Differenz im Dampfdruck der Gang der Maschine mittelst des Dampfhahnes entsprechend zu reguliren. Sonst ist die Wartung der Brotherhood-Maschine, welche nur eine Bewegungsrichtung hat, sehr einfach und beschränkt sich hauptsächlich auf die regelmäßige Bedienung mit Schmiermaterial und auf die Regulirung der Dampfeinströmung.

Die Regeln für den Betrieb der Dynamomaschinen wurden bereits im I. Bande Seite 405 angegeben.

23. *m)* Die Dampfbarkassmaschinen sind gewöhnlich eincylindrige, nach dem Dampfhammersystem gebaute Maschinen, welche ihren Dampf aus einem eigenen cylindrischen Röhrenkessel beziehen.

In neuerer Zeit werden für größere Barkassen auch zweicylindrige Compoundmaschinen angewendet.

Auf Seite 196 wurde eine einfache Barkassmaschine sammt ihrem Kessel sowie deren Installirung im Boote ausführlich beschrieben.

Für den Betrieb der Maschinen und Kessel der Dampfbarkassen wurde mit Normal-Verordnung vom 12. Jänner 1882, P.K./M.S. Nr. 2126, nachstehende Instruction herausgegeben:

24. Vor der Inbetriebsetzung der Maschine ist nachzusehen, ob sämmtliche Hähne und Ventile sich bewegen lassen und alle Schmiervorrichtungen mit den nöthigen Dochten versehen sind, damit das bezügliche Schmiermateriale an die betreffende Stelle gelange.

Die Handpumpen und der Injector sind bezüglich ihres richtigen Functionirens zu erproben.

25. Die Füllung des Kessels bis an die am Wasserstandsglase angebrachte Marke sowie die Speisung desselben erfolgt ausschließlich mit Süßwasser; nur im Nothfalle darf die Speisung des Kessels durch Seewasser geschehen.

26. Das Anheizen des Kessels und die Dampferzeugung soll — Dringlichkeitsfälle ausgenommen — sehr stufenweise vorsichgehen, da es von großer Wichtigkeit für die Conservirung des Kessels ist, dass dieser nur nach und nach einer gesteigerten Temperatur und einem erhöhten Drucke ausgesetzt werde.

27. Der Rost soll während der Dampferzeugung sowohl als während der Fahrt an allen Stellen in gleicher Höhe mit Kohle bedeckt sein, und es ist große Sorgfalt auf ein recht gleichmäßiges Feuer zu verwenden, um die Dampferzeugung möglichst gleichförmig zu gestalten.

28. Bei beginnender Dampfbildung ist das Dampfabsperrventil ein wenig zu lüften, und sind auf diese Weise die Dampfcylinder langsam anzuwärmen.

Die Wasserablasshähne an dem Schieberkasten und dem Dampfcylinder sind dabei offen zu halten.

29. Das Ansetzen der Maschine soll bei sehr wenig geöffnetem Absperrventil erfolgen.

30. Die Maschine soll nur im Nothfalle von vorwärts auf volle Kraft zurück umgesteuert werden.

Beim Anlegen der Barkasse ist die Maschine schon bei Zeiten zu halten, da ein Umsteuern namentlich bei eincylindrigen Maschinen insolange nicht verlässlich ist, als die Barkasse Fahrt besitzt.

31. Wenn während der Fahrt der Kessel überkocht, hat die Maschine so lange «Halbe Kraft» zu arbeiten, bis das Überkochen behoben ist.

Die Cylinder- und Schieber-Durchblashähne haben während der Zeit offen zu sein.

32. Die Betriebs-Dampfspannung eines jeden Kessels ist auf einem am Kessel angebrachten Täfelchen ersichtlich gemacht. Sie darf unter keinen Umständen überschritten werden. Steigt die Dampfspannung so rasch, dass das Abblasen der Sicherheitsventile b.

ihrer normalen Belastung nicht hinreicht, die Dampfspannung auf ihrer erlaubten Höhe zu erhalten, so sind die Sicherheitsventile zu lüften und die Aschenthüren des Kessels zu schließen.

Eine zu hohe Dampfspannung kann auch durch das Inbetriebsetzen des Sodejectors oder durch Aufspeisen des Kessels, falls dies zulässig ist, behoben werden.

33. Der Kessel ist während des Betriebes stets bis an die am Wasserstande angebrachte Marke mit Wasser gefüllt zu erhalten.

Das Wasserstandsglas ist zeitweise durchzublasen, um ein Verlegen desselben durch Unreinigkeiten hintanzuhalten.

34. Sinkt aus irgend einem Grunde der Wasserspiegel im Kessel derart, dass die Höhe desselben weder am Wasserstandsglase ersichtlich ist, noch durch die Probirhähne ermittelt werden kann, so ist das Feuer aus dem Kessel ohne vieles Aufrühren herauszureißen und der Dampf durch vorsichtiges Lüften der Sicherheitsventile abzulassen.

Die Maschine kann hiebei mit voller Kraft weiter arbeiten, da es sich darum handelt, die Dampfspannung im Kessel so rasch als thunlich zu vermindern.

35. Wird ein Kessel mit Seewasser gespeist, so ist der Salzgehalt des Kesselwassers wiederholt mit dem Salinometer von Howe zu prüfen und durch öfteres Abschäumen und Durchpressen auf $^2/_{32}$ zu erhalten.

Nach beendeter Fahrt ist der Kessel durch wiederholtes Aufspeisen mit Süßwasser und Auspressen zu reinigen.

Es soll überhaupt die Vorsorge getroffen werden, das Kesselwasser so oft als möglich zu wechseln und durch frisches zu ersetzen.

36. Die Speisung des Kessels aus den Wasserkästen soll stets derart erfolgen, dass die Höhe des Wasserstandes in den backbord und steuerbord angebrachten Wasserkästen gleich hoch sei. Es ist daher die Communication der auf beiden Bordseiten befindlichen Kästen — wenn die betreffende Vorrichtung vorhanden ist — während der Fahrt herzustellen.

Diese Communication ist jedoch zu beheben, wenn die Barkasse während der Fahrt auf eine Seite gekrängt liegen sollte.

37. Die Speise- und Sicherheitsvorrichtungen sind mindestens wöchentlich einmal bezüglich ihres Zustandes und Funtionirens zu untersuchen.

38. Die Wasserkästen sind häufig zu reinigen, um ein Versagen der Speisevorrichtungen zu verhindern.

39. Wenn die Beendigung der Fahrt in Aussicht steht, ist das Aufwerfen der Kohle thunlichst einzustellen, damit das Feuer fast abgebrannt sei, sobald der Kessel außer Betrieb gesetzt wird.

Wenn Zeit und Umstände es erlauben, ist bei Außerbetriebsetzung das Feuer ganz abbrennen zu lassen, statt selbes herauszuziehen und zu löschen, da dies für die Conservirung des Kessels am vortheilhaftesten ist.

40. Bei Außerbetriebsetzung des Kessels für kurze Zeit ist das Wasser im Kessel zu belassen; wird der Kessel jedoch für mehr als 48 Stunden außer Betrieb gesetzt, so ist das Kesselwasser bei einem Dampfdrucke von nicht über $^3/_4$ Atmosphären auszupressen.

Hiebei ist zu beachten, dass der Auspresshahn nicht zu lange geöffnet bleibe, da sonst — je nach der Lage der Ausmündung des Rohres — das Wasser in den Kessel zurückströmen könnte.

Nach jedesmaligem Auspressen ist der Kessel erstlich mittelst eines Schwammes, sodann durch gelindes Holzkohlenfeuer zu trocknen und kann mit frischem Wasser erst gefüllt werden, wenn er völlig abgekühlt ist.

Wird die Maschine außer Betrieb gesetzt, so sind die Dampfcylinder mit Unschlitt zu schmieren und alle Theile der Maschine gründlich zu reinigen, die Maschine aber jeden Tag zu drehen.

41. Bei Außerbetriebsetzung für längere Zeit ist der betreffenden Barkasse durch Ballast eine solche Neigung gegen vorne oder achter zu geben, dass das Schlammloch beim Auswaschen des Kessels mit Süßwasser am tiefsten liege und so das Zurückbleiben von Schmutz am Boden des Kessels verhindert werde.

Nachdem das Innere des Kessels genau untersucht und von allen Fett- oder Schmutzschichten befreit wurde, ist derselbe durch gelindes Holzkohlenfeuer vorsichtig zu trocknen und durch Chlorcalcium trocken zu erhalten.

Selbstverständlich ist in diesem Falle auf den dichten Verschluss der Mann- und Schlammlöcher sowie der mit dem Innern des Kessels communicirenden Garnituren zu sehen.

42. Nach jeder längeren Fahrt ist der Rauchcanal von den sich ansammelnden Aschen- und Kohlentheilen zu reinigen,

und sind nach Bedarf und Thunlichkeit, jedenfalls aber bei länger dauernder Außerbetriebsetzung des Kessels auch die Siederohre zu kehren. Desgleichen ist der Aschenfall und die Umkehrkammer zu reinigen.

43. Die in Verwendung stehenden Manometer sind zeitweilig auf die Richtigkeit ihrer Anzeigen zu prüfen.

Im Winter ist darauf zu achten, dass beim Anheizen des Kessels das von demselben zum Manometer führende Röhrchen nicht durch Eis verlegt sei.

Das am Wassersacke des Manometers angebrachte Hähnchen ist zu dem Zwecke vorhanden, sich von dem richtigen Functioniren des Manometers zeitweise die Überzeugung verschaffen zu können.

Dieses Hähnchen ist weder ruckweise noch zu häufig zu öffnen und zu schließen, da die plötzliche Einwirkung des Luftdruckes oder die rasche Befreiung von demselben einer Stoßwirkung auf den Mechanismus des Werkes gleichkommt.

Das im Wassersacke befindliche Wasser vermindert die Einwirkung der Hitze des directen Dampfes auf die inneren Theile des Werkes und conservirt das Manometer.

44. Über die Stundenzahl, während welcher jeden Tag Dampf in dem Kessel gehalten wurde, sowie über alle die Instandhaltung und Reinigung betreffenden Arbeiten sind genaue Vormerkungen zu führen.

45. Zu dieser im Vorhergehenden angeführten amtlichen Instruction wird noch hinzugefügt, dass die Maschine während des Ganges ebenso zu bedienen und zu überwachen ist — ob die Lager nicht warm gehen, ob Cylinder und Schieber nicht trocken arbeiten und ob sich bei den beweglichen Theilen keine Schrauben und Keile lockern —, wie dies bei großen Maschinen zu geschehen hat.

46. Da, wie schon erwähnt, die Dampfbarkassmaschinen meist eincylindrig sind, so hat man vor jedesmaligem Ingangsetzen darauf zu sehen, dass sich die Kurbel nicht im todten Punkt befinde und der Kolben für die betreffende Bewegungsrichtung der Kurbelaxe wenigstens noch vor der Mitte seines Hubes stehe. Sollte z. B. die Maschine voraussichtlich nach «rückwärts» angesetzt werden und befände sich der Kolben für diese Drehungsrichtung bereits nahe am Ende des Hubes, so wird man die Kurbel mit der Handdrehvorrichtung über den todten Punkt zurückdrehen, oder man setzt die Maschine erst für den Vorwärtsgang an und steuert dann momentan

um. Wäre aber die Kurbel zufällig im todten Punkt stehen geblieben, so muss dieselbe ohne Verzug mit der Hand etwas darüber weggedreht werden, damit die Bewegung erfolgen könne.

47. Bei den zweicylindrigen Compoundmaschinen, bei welchen bekanntlich nur der Hochdruckcylinder direct Kesseldampf erhält, ist für den Fall, als dessen Kurbel im todten Punkt stehen würde, der am Receiver angebrachte Dampfhahn zu öffnen, um dem Niederdruckcylinder direct Kesseldampf zuzuführen. Nach erfolgter Bewegung ist jedoch dieser Hahn sofort wieder zu schließen.

48. *n)* Der Destillirapparat dient zur Erzeugung des zum Trinken und Kochen erforderlichen Süßwassers, wenn Schiffe auf längeren Reisen nicht Gelegenheit haben, sich von einer am Lande befindlichen Quelle mit solchem zu versorgen.

Die bis jetzt auf unseren Kriegsschiffen gebräuchlichen Destillirapparate wurden bereits auf Seite 190 beschrieben und auch der Vorgang bei der Ingangsetzung derselben angegeben.

49. Zum Destilliren werden gewöhnlich nur die für diesen Zweck bestimmten und mit dem Apparate in directer Verbindung stehenden Kessel verwendet, welche auch direct aus der See gespeist werden. Die Erfahrung hat nämlich gelehrt, dass der Dampf aus Kesseln, welche das Speisewasser aus den Condensatoren (besonders aus Oberflächen-Condensatoren) beziehen, immer eine gewisse Menge Unschlitt mit sich führt und dadurch das erzeugte Süßwasser einen garstigen Unschlittgeschmack erhält.

Müsste daher aus irgend welchem Grunde ein Kessel, welcher früher aus dem Oberflächen-Condensator gespeist wurde, zum Destilliren verwendet werden, so muss derselbe vorher einer gründlichen Reinigung unterzogen, und darf er während des Destillirens dann auch nur mit Seewasser gespeist werden.

50. Die zum Destilliren günstigste Dampfspannung ist bei jedem Apparate durch Versuche zu ermitteln, und wird dieselbe bei den altartigen Apparaten circa 0·8 kg und bei den Perroy'schen Apparaten circa 1 kg betragen. Wird bei den letzteren das Kühlwasser durch die Dampfpumpe zugepumpt, so kann die Dampfspannung etwas höher gehalten werden; es ist jedoch zu beobachten, dass die Temperatur des erzeugten Süßwassers 35°C nicht übersteige, weil sonst die durch den Aërator zugeführte Luft wieder unbenützt entweichen und das destillirte Wasser einen faden Geschmack besitzen würde.

51. Hätte das erzeugte Süßwasser den oben erwähnten Unschlittgeschmack, so ist dies ein Zeichen, dass der Filter bereits stark mit Unschlitt verunreinigt ist. Es muss daher das Filtermateriale gewechselt oder in Ermanglung eines frischen Materiales das gebrauchte durch sorgfältiges Waschen mit Süßwasser gereinigt werden.

52. Bei einer unaufmerksamen Behandlung des Kessels bezüglich des Aufspeisens und der Bedienung der Feuer kommt es manchmal vor, dass ein Überkochen des Kessels stattfindet.

Dabei kommt der Dampf mit feinen Wassertheilchen geschwängert in den Destillirapparat, und das erzeugte Wasser erhält einen salzigen Beigeschmack. Dies gibt oft Anlass zur Vermuthung, dass der Destillirapparat undicht wäre. Man hat sich deshalb, bevor man die zur Untersuchung des Apparates nothwendigen Arbeiten unternimmt, vorher genau zu überzeugen, ob der Salzgehalt des Süßwassers nicht durch Überkochen des Kessels herbeigeführt wurde.

Zu diesem Behufe wird man die Dampferzeugung im Kessel sorgfältig überwachen und beobachten, ob sich der Geschmack des destillirten Wassers nicht nach und nach bessert. Eine plötzliche Besserung des Geschmacks kann aus dem Grunde nicht erfolgen, weil eben das Filtermateriale mit Salz verunreinigt ist.

53. Der mit der Beaufsichtigung des Destillirens betraute Unteroffizier hat sich also zeitweise von dem Functioniren des Apparates zu überzeugen, die Dampfzuströmung, den Aërator und bei zugepumptem Kühlwasser den Gang der Pumpe entsprechend zu reguliren, dann den Geschmack des erzeugten Wasser öfters zu erproben und über die in bestimmten Zeiten erzeugte Quantität genaue Vormerkung zu führen.

54. Bei dem Kessel ist auf eine gleichmäßige Haltung der Dampfspannung und der Feuer zu sehen und das Aufspeisen und Abschäumen des Kesselwassers in regelmäßigen Zeitintervallen vorzunehmen, wenn es nicht continuirlich vorgenommen werden kann. Der Salzgehalt des Kesselwassers darf $^{2}/_{32}$ nicht überschreiten und ist auf jeder Wache wenigstens zweimal zu messen.

55. Ist das Destilliren einzustellen, so wird zuerst der Dampfhahn am Kessel, dann jener am Destillirapparat geschlossen und die Dampfpumpe abgestellt, respective die Wassercirculation durch den Apparat mit Abschluss der betreffenden Hähne aufgehoben. Sodann wird der Apparat sowohl von dem noch darin befindlichen Kühlwasser als auch vom Süßwasser entleert.

56. *o)* Die Sodejectoren dienen zur Wegschaffung des im Sodraum angesammelten Wassers, insbesonders zur Bewältigung von großen, durch einen etwaigen Leck des Schiffes eindringenden Mengen desselben. Da aber der Sodejector verhältnismäßig sehr viel Dampf verbraucht, so kann er, wenn gleichzeitig auch die Maschine in Betrieb erhalten werden soll, nicht mit Vortheil verwendet werden und ist daher nur im Nothfalle oder zum Verbrauche des überflüssigen Dampfes bei außer Betrieb gesetzter Maschine in Gang zu setzen.

Die Construction des Sodejectors sowie dessen Behandlung zum Betrieb desselben wurde bereits Seite 192 des Näheren beschrieben.

Vierter Abschnitt.

Über die zum Betriebe und zur Instandhaltung einer Schiffsmaschine nothwendigen Materialien.

1. Sämmtliche zum Betriebe und zur Instandhaltung einer Schiffsmaschine nothwendigen Consummaterialien lassen sich nach den verschiedenen Zwecken, zu welchen sie dienen, in die nachfolgenden Gruppen zusammenfassen:

a) Brennmateriale, als:

Steinkohle zum Betriebe der Schiffskessel,
Holzkohle für die Feldschmiede zum Schmieden und Härten der Werkzeuge, dann zum Löthen bei Kupferschmied- und Klempnerarbeiten,
Brennholz zum Anzünden der Feuer,
Öl und Dochte für die Lampen;

b) Schmiermateriale, als:

Olivenöl zum Schmieren der Lager, Excenter, Gelenkzapfen und Geradführungen,
Mineralöl zum Schmieren der Cylinder, Schieber und aller vom Dampf erwärmten Stopfbüchsen,
Unschlitt wird statt des Mineralöles angewendet,
Schafwollgarn für die Dochte der Schmiervasen;

c) Reinigungs- und Putzmateriale, als:

Werg (Hanfabfälle) zum Abwischen der Fettstoffe und des Schmutzes an den Maschinentheilen bei der oberflächlichen und und allgemeinen Reinigung,

Hanfgarn, grob gesponnen und zur flachen Tresse geflochten, wird bei der Reinigung der cylindrischen Maschinentheile angewendet,

Baumwollabfälle, dienen als Ersatz des Wergs, wenn letzteres nicht zu haben ist oder theurer zu stehen kommt als jenes,

Putzfetzen, dienen zum Putzen und Glänzendmachen der feineren Metallbestandtheile,

Putzstein, wird (mit Öl angemacht) zur Reinigung aller blanken Eisen- und Metalltheile verwendet,

Trippel, dient mit Spiritus angemacht dazu, den Metalltheilen und blanken Kupferrohren den feineren Glanz zu geben,

Schmirgel, in Pulver oder auf Leinwand, wird zum Reinmachen rostig gewordener Eisentheile verwendet,

Seife, Schwämme, Bürsten, werden zum Waschen des Anstrichs an der Maschine und an den Wänden des Maschinenraumes verwendet,

Besen zum Kehren der Flurplatten,

Graphit, dient zum Putzen der eisernen geriffelten Platten der Maschinenplattform und der Heizflur;

d) Packungsmateriale, als:

Hanfgarn (grob gesponnenes), wird, zu vierkantigen oder zu flachen Zöpfen geflochten, als Packung der Stopfbüchsen an den Cylindern, Schieberkästen und der Dampfrohrleitung verwendet,

Baumwollgarn, wird ebenfalls in Zöpfe geflochten als Packung der Luftpumpenkolben und deren Stangenstopfbüchsen, dann für die Stopfbüchsen der Speise- und Sodpumpenkolben, überhaupt bei allen Stopfbüchsen, welche gegen Wasser zu dichten sind, angewendet.

Tuckspackung, wird in neuerer Zeit zum Abdichten der Kolben- und Schieberstangen an den Dampfcylindern statt der Hanfpackung angewendet,

Gummiringe, dienen als Packung für die Wasserstandglas-Stopfbüchsen,

Spagat, dient zum Abbinden der geflochtenen Hanf- oder Baumwollzöpfe, bevor sie auf die entsprechende Länge geschnitten werden.

e) Dichtungsmateriale, als:

Minium in Pulver } zur Bereitung des Kittes für Flantschendichtung,
Bleiweiß in Öl }

Segelleinwand }
Bleiblech } als Flantschen-Beilagen bei Deckeln, Rohrleitungen und Pumpengehäusen,
Kautschuk (dünn) }

Kautschukdichtung mit Leinwandeinlage für die Mann- und Schlammlochdeckel der Kessel,

Hanfgarntressen (flache, geflochten und in heißem Unschlitt getränkt) zum Abdichten der Cylinderdeckel und deren Mannlochdeckel,

Baumwolltressen (flache, geflochten und in Öl getränkt) zum Abdichten der Luftpumpen-Cylinderdeckel;

f) Anstrichmateriale, als:

Zinkweiß in Öl zum Anstrich der Wände des Maschinenraumes, des Decks, dann der ober der Maschinenplattform gelegenen Condensatortheile und der Scheilichter,

Zinkgrau in Öl zum Anstrich der obern Theile der Kessel und der Dampfrohrleitung sowie der Kesselluken und des im Ventilationskasten gelegenen Kaminmantels,

Miniumfarbe zum Anstrich der Rohrleitungen, der eisernen Spanten und Bodenbleche, dann der Flurplatten auf der Unterseite und der Ventilationsrohre im Innern,

Grüne Ölfarbe zum Anstrich aller nicht blank zu haltenden Maschinentheile, die unter der Plattform liegen,

Rothbraune Ölfarbe zum Anstrich eines Streifens der Wände des Maschinenraumes oberhalb der Plattform,

Schwarze Ölfarbe zum Anstrich der vordern Kesselwände bis oberhalb der Rauchkammerthüren, dann der im Kesselraum gelegenen Schott- und Kohlenmagazinswände bis zur gleichen Höhe des Kesselanstrichs, endlich zum Anstrich aller Grätinge ober den Kesselluken,

Bleiweiß (als Leimfarbe) zum Anstrich der Wände des Tunnels und der Wände unter der Plattform sowie der untern Seite der Plattform selbst,

Ockergelb (als Leimfarbe) zum Anstrich der fixen Kamine,

Kalkmilch zum Anstrich des Sodraumes bei Holzschiffen,

Leinölfirnis, Terpentin, Lack, Siccatif } zur Bereitung der Ölfarben,
Leim zur Bereitung der Wasserfarben,
Pinsel (assortirte) zum Anstreichen;

g) Reparatursmateriale, als:

Schmiedeisen, Stahl, Messing, Kupfer, Zink } wird in Stangen-, Blech- und Drahtform von verschiedenen Stärken und Querschnitten bei den vorkommenden Reparatursarbeiten an Maschine und Kessel gebraucht und verwendet,
Zinn, Salmiak, Salzsäure } wird zum Löthen von Blechgefäßen, Schmiervasen und deren Röhrchen, dann zum Verzinnen der mit
Weißmetall auszugießenden Lagerschalen verwendet,
Schlagloth, Borax } dient zum Hartlöthen von kupfernen oder messingenen Röhren und deren Flantschen,
Blausaures Kali wird beim Härten der Werkzeuge, Schraubenschlüssel, Zapfenbolzen etc. verwendet,
Kesselnieten, Blechnieten } kommen bei Reparaturen an den Kesseln, Kohlenmagazinen und Öfen in Anwendung,
Chamottesteine (feuerfeste Ziegel), Chamotte-Erde (feuerfester Thon), } dienen zur Ausbesserung der beschädigten Feuermauern in den Feuerungen der Kessel,
Filz, Bleiblech } wird zur Reparatur der Kesselverkleidung angewendet;

h) Ersatzmateriale, als:

Knochenkohle, Kalksteine, Kiessand } als Füllungs-Materiale der Filter bei den Destillir-Apparaten,
Wasserstandgläser für die Schiffs-, Dampfbarkass-Kessel und für die Kessel der elektrischen Beleuchtungsmaschine,
Lampengläser für Hänge-, Wand- und Wasserstandlampen,
Laternengläser für Kohlendepôt- und Wasserstandlaternen,
Hammerstiele für Schmiede-, Hand- und Kohlenhämmer,
Feilenhefte für assortirte Feilen.

2. Von den vorbenannten Cousummaterialien sind jene, welche für den eigentlichen Betrieb der Kessel und Maschine dienen, die wichtigsten; nämlich die Steinkohlen, das Olivenöl, das Mineralöl, das Unschlitt und das Werg, und werden dieselben auch gewöhnlich als Betriebsmaterialien bezeichnet.

Da der mehr oder weniger günstige Betrieb einer Schiffsmaschine hauptsächlich von der Qualität dieser Materialien abhängt, so werden die Eigenschaften, welche von denselben gefordert werden, und die Merkmale, woran die Güte dieser Materialien erkannt werden kann, im Nachstehenden näher beschrieben.

3. Man unterscheidet drei Arten fossiler Kohlen, welche als Brennmateriale bei den Schiffskesseln zur Verwendung gelangen: die Braunkohle, die Schwarzkohle und die Anthracitkohle.

In unserer Marine wird jedoch größtentheils nur die schwarze Steinkohle und die künstlich erzeugte Formkohle (Briquettes) gebrannt.

4. Die Eigenschaften, welche von einer guten Steinkohle gefordert werden, sind: 1.) Sie soll die größtmöglichste Heizkraft besitzen und dabei einen thunlichst kleinen Raum einnehmen; 2.) sie soll schnell entzündbar sein; 3.) wenig Rauch bilden; 4.) nicht viel Verbrennungsrückstände zurücklassen; 5.) beim Transport nicht leicht zerbröckeln und 6.) nicht schwefelhaltig sein.

5. Nach dem Ansehen können die Eigenschaften einer Kohlengattung nur nach der Farbe und der relativen Schwere beurtheilt werden. Dunkel gefärbte und specifisch schwerere Kohle (Schwarzkohle) besitzt erfahrungsgemäß einen höheren Heizwert, als die weniger dunklen und leichteren Gattungen (Braunkohle).

Der Heizwert wird nach dem Gewichte des Wassers, welches mit 1 kg Kohle verdampft werden kann, beurtheilt, und beträgt diese sogenannte Verdampfungskraft bei verschiedenen Kohlengattungen von 6 bis 9 kg.

6. Die Schwarzkohle ist entweder pechschwarz und glänzend mit muscheligem Bruch, oder sie ist grauschwarz, ins Braune spielend, mit schiefrigem Bruch und mattglänzend.

Die erstere Sorte ist die bessere, wenn sie nicht stark schwefelhaltig ist. Je mehr eine Kohle ein braunes oder graues Ansehen hat, je leichter sie zerbröckelt und einen erdigen Staub bildet, um so geringer ist ihre Qualität.

7. Schwefelhaltige Kohle ist den Kesselblechen schädlich und unterliegt leicht der Selbstentzündung. Dass eine Kohle schwefelhaltig

ist, erkennt man an den gelben glänzenden Blättchen, welche beim Zerschlagen eines größeren Stückes oft an den frischen Bruchflächen beobachtet werden.

8. Kohle, welche im Freien gelagert ist, hat mehr oder weniger durch die Witterungseinflüsse gelitten und einen Theil ihres Heizwertes verloren. Der Grad der Verwitterung lässt sich nicht immer nach dem Aussehen beurtheilen, obwohl eine verwitterte Kohle gewöhnlich ein matteres Aussehen hat und leichter zerbröckelt. Es bleibt daher kein anderes Mittel zur Beurtheilung einer im Freien gelagerten Kohle, als sich über die Zeit, welche sie im Freien liegt, sichere Kenntnis zu verschaffen.

9. Die Formkohle (Briquettes) wird aus Kohlengries und aus Steinkohlentheer hergestellt. Je nach der Kohlengattung, von welcher der Gries stammt, besitzt die Briquetteskohle auch eine größere oder geringere Heizkraft. Sie eignet sich aber gut zur Stauung, zerfällt nicht leicht und besitzt eine erhöhte Entzündbarkeit. Sie gibt eine günstige Verdampfung, insolange die Roste nicht durch Schlacken verlegt sind. Dies tritt aber bei dieser Kohle gewöhnlich früher ein, als bei der gewöhnlichen Schwarzkohle.

10. Um einer Selbstentzündung der Kohle in den Depôts vorzubeugen, ist dafür zu sorgen, dass dieselbe stets trocken in das Magazin gelange. Es soll daher womöglich bei Regenwetter keine Kohle eingeschifft werden, und hat man überdies darauf zu sehen, dass nicht beim Deckwaschen durch die etwa undicht schließenden Kohlenlukendeckel Wasser in die Depôts gelange.

11. Wurde grubenfeuchte oder schwefelhaltige Kohle nass oder bei feuchter Witterung eingeschifft, so ist die Bildung von explosiven Gasen zu befürchten, welche sich bei Berührung mit einer Flamme entzünden würden. Um die Ansammlung solcher Gase hintanzuhalten, sind die Kohlenlukendeckel täglich durch einige Stunden abzuheben und dafür die Grätinge einzusetzen, damit die Magazine ventilirt werden und die Gase freien Abzug haben. Wurden frische Kohlen eingeschifft, so dürfen die erste Zeit die Depôts nie mit der gewöhnlichen Laterne, noch weniger mit einem offenen Lichte betreten werden, sondern man hat sich stets vorerst der Davy'schen Sicherheitslampe zu bedienen.

12. Die Temperatur in den Kohlenmagazinen ist unter Dampf jede Wache, sonst aber täglich früh und abends einmal zu messen,

um die etwaige Entstehung eines Kohlenbrandes in den Depôts rechtzeitig gewahr zu werden.

13. Um entzündete Kohle in den Depôts während der Fahrt unter Dampf zu löschen, sind von der Hauptdampfrohrleitung Zweigrohre in die Magazine geführt, durch welche beim Öffnen des Hahnes Dampf in die letzteren geleitet wird. Durch den Dampf wird die Luft vertrieben und so dem Feuer die Nahrung entzogen, also dasselbe erstickt. Hat man aber keinen Dampf oder gelingt die Erstickung des Feuers mittelst desselben nicht, so muss die entzündete Kohle mit Wasser gelöscht werden.

14. Das Olivenöl wird durch Auspressen der Oliven gewonnen. Es bildet im reinen Zustande eine krystallklare, hellgelbe Flüssigkeit von reinem, mildem, süßlichem Geschmack. Jedes Olivenöl besitzt mehr oder weniger Fettsäure, und wird die Güte des Öles nach dem Gehalte von freier Fettsäure beurtheilt. Stark säurehaltiges Öl erweist sich schon durch den Geruch und Geschmack als ranzig, und soll ein derartiges Öl nicht mehr zum Schmieren von Bronzelagern verwendet werden.

15. Das Schmieröl darf nicht zu dickflüssig sein, damit es von den Dochten leicht angesaugt und leicht wieder abgegeben werde; es darf aber andererseits auch nicht so dünnflüssig sein, wie etwa das Petroleum, weil es sonst zu rasch abfließt und die aufeinander laufenden Flächen sich bald trocken reiben würden.

16. Das Olivenöl, welches im reinen, säurefreien Zustande den günstigsten Flüssigkeitsgrad hat, ist das geeignetste Schmiermaterial für Lager und Zapfen. Es ist aber vielfachen Verfälschungen ausgesetzt, welche dessen Schmiereigenschaften beeinträchtigen. Es werden demselben nämlich häufig andere Öle, als: Rüböl, Mohnöl und Baumwollsamenöl beigemengt, wovon besonders das letztere stark harzt, d. h. an der Luft rasch trocknet und klebrig wird. Es überziehen sich die mit solchem Öle geschmierten Flächen mit einer leim- oder gummi-artigen Haut, welche die Reibung stark vergrößert, und werden überdies auch die Schmiercanäle bald gänzlich mit dieser Masse verstopft. Bleibt eine mit solchem Öle geschmierte Maschine durch längere Zeit außer Betrieb, so wird deren Bewegung von der Hand nach und nach immer schwieriger und endlich unmöglich, wenn nicht beizeiten alle Lager geöffnet und diese sowie deren Zapfen gründlich gereinigt werden.

17. Der Säuregehalt in einem Öle wird am einfachsten durch Eintauchen eines Streifens Lackmuspapier in dasselbe nachgewiesen. Je stärker das Lackmuspapier roth gefärbt wird, desto säurehaltiger ist das Öl.

18. Eine genaue Bestimmung des Säuregehaltes in Procenten seines Gewichtes oder in Säuregraden kann mittelst des Burstyn-schen Ölsäuremessers vorgenommen werden.

Derselbe beruht auf der Thatsache, dass Alkohol, welcher mit dem zu untersuchenden Öle gemischt wird, die in demselben enthaltenen freien Säuren aufnimmt und dadurch specifisch schwerer wird; mischt man daher bestimmte Raummengen Olivenöl und Alkohol zusammen und schüttelt dieses Gemenge gut durch, lässt dann dasselbe so lange ruhig stehen, bis sich der Alkohol wieder klar von dem Öle abgeschieden hat, so kann man mittelst des eigens zu diesem Zwecke construirten Aräometers die nunmehr erhöhte Dichte des Alkohols ermitteln, welche, der ursprünglichen Dichte desselben gegenübergehalten, genau den im Öle gewesenen Säuregehalt ergibt.

Jedem solchen Ölsäuremesser ist eine genaue Gebrauchsanweisung und eine Tabelle beigegeben, welche den Säuregehalt in Graden angibt. Diese Zahlen mit 0·28 multiplicirt geben den Säuregehalt nach Gewichtsprocenten, da beiläufig 7 Säuregrade 2 Gewichtsprocenten freier Säure entsprechen.

19. Die im Handel vorkommenden Olivenöle weisen gewöhnlich einen Säuregehalt von 0·4 bis 12 Grad (und auch darüber) auf; die mit dem niedrigsten Säuregehalte sind sehr feine Speiseöle, während die mit dem höchsten Säuregehalte sich schon durch Geruch und Geschmack als ranzige Öle erweisen.

Nach vielseitigen Erfahrungen können Öle mit 4 bis 6 Grad Säuregehalt sehr gut noch als Maschinenöl benützt werden.

20. Um die Gegenwart von Baumwollsamenöl im Olivenöle zu constatiren, überstreiche man eine reine und blanke Eisenplatte mit dem zu prüfenden Öle und lasse sie 4 bis 6 Tage an der Luft liegen; erscheint selbe nach dieser Zeit rostbraun und mit einer zähen, klebrigen Masse überzogen, so kann mit Sicherheit geschlossen werden, dass zur Verfälschung des erprobten Öles Baumwollsamenöl beigemengt wurde.

21. Hat man die Auswahl zwischen verschiedenen Ölen zu treffen, so gießt man von jeder Sorte einige Tropfen auf eine etwas geneigt stehende glatte Eisenblechtafel. Dasjenige Öl, welches beim

Herablaufen den längsten Streifen bildet und am längsten flüssig bleibt, ist das zweckmäßigste Schmiermaterial, vorausgesetzt, dass von allen Ölen die gleiche Quantität auf die Blechtafel gegossen wurde.

22. Die mit dem Dampf in unmittelbarer Berührung befindlichen Maschinentheile müssen mit Mineralöl oder mit Unschlitt geschmiert werden, weil das Olivenöl bei der Dampftemperatur zu rasch verflüchtigt. Da das Unschlitt gewöhnlich 1 bis 5 Procent freie Fettsäure enthält, welche bei Oberflächen-Condensatoren mit dem Speisewasser in den Kessel gelangt und hier eine rasche Zerstörung der Kesselbleche verursacht, so wendet man heutzutage bei Oberflächen-Condensationsmaschinen ausschließlich Mineralöle zum Schmieren der Cylinder und Schieber an.

23. Die in unserer Marine angewendeten mineralischen Schmiermittel sind das Star-Öl (Möhring'sches Öl) und der Mineraltalg (Patent Matscheko).

Das Star-Öl ist eine braune, dicke Flüssigkeit, aus den höchst siedenden Kohlenwasserstoffen des Petroleums bestehend. Es entwickelt unter 180° *C* noch keine Dämpfe, und sein Flüssigkeitsgrad ist bei 100° *C* etwas größer als der des geschmolzenen Unschlittes; über 100° bis 180° *C* ist dessen Flüssigkeitsgrad fast jenem des Unschlittes gleich.

Der Mineraltalg besteht aus festen Kohlenwasserstoffen (Erdwachs), hat eine honiggelbe Farbe, schmilzt erst bei 52° bis 55° *C* und entwickelt bei 185° *C* bemerkbare Dämpfe. Sein Flüssigkeitsgrad ist bei Temperaturen von 100° bis 180° *C* gleich jenem des Unschlittes derselben Temperatur.

24. Das Unschlitt oder Talg, welches als Schmiermittel verwendet wird, soll aus dem Fette der Rinder hergestellt sein. Dasselbe ist eine gelblichweiße, ziemlich harte Masse, welche bei etwa 40° *C* schmilzt. Gutes Unschlitt muss fest und körnig sein, durchschnitten muss es eine vollkommen gleiche Farbe zeigen. Es hat einen eigenthümlichen schwachen Geruch und muss einen reinen, guten Geschmack haben. Geschmolzener Talg muss klar sein und darf keinen unangenehmen ranzigen Geruch haben.

Das Unschlitt wird häufig mit Hammeltalg und verdorbenem Schweinefett gefälscht. Die Anwesenheit von Hammeltalg macht sich sofort beim Schmelzen durch den unangenehmen Geruch bemerkbar. Der Hammeltalg ist gelblicher als der Rindertalg, kann aber in Ermanglung eines guten Rindertalges auch als Schmiermaterial verwendet

werden. Unschlitt, welches mit Schmalzabfällen gefälscht ist, riecht ranzig und soll unter normalen Verhältnissen nicht zum Schmieren verwendet werden, da es gewöhnlich auch Kochsalz enthält.

25. Man prüft das Unschlitt auf seine Reinheit, indem man es mit destillirtem oder Regenwasser kocht und dieses Gemisch dann ruhig abkühlen lässt. Enthält das Unschlitt viel Fettzellen, so haften dieselben an dem erstarrten Unschlittkuchen wie Wurzeln nach abwärts. Erdige Bestandtheile bilden einen Bodensatz, während die beigemischten Salze das Wasser sauer reagiren machen oder durch den Geschmack des Wassers erkannt werden.

26. Das Werg, welches beim Maschinenbetrieb zur Reinigung und zum Abwischen der Fettstoffe von den Maschinentheilen gebraucht wird, soll keine Verunreinigungen, Wurzeln, ungehechelte Stengel, Sand und Staub enthalten. Je feiner und weicher die Hanffaser des Werges ist, desto leichter saugt dasselbe das Fett auf und eignet sich daher desto besser zu dem bestimmten Zwecke der Reinigung.

Werg, welches sich struppig anfühlt und ungebrochene Fasern enthält, ist von minderer Qualität, weil es das Öl nicht aufsaugt. Ist das Werg einmal nass geworden, so eignet es sich nicht mehr gut, das Öl aufzusaugen.

Unreines Werg soll vor dem Gebrauch in kleinen Partien geklopft werden, damit die Unreinigkeiten herausfallen. Das gebrauchte, mit Öl getränkte Werg, welches zum Anzünden der Feuer aufbewahrt werden soll, muss in einer eisernen Kiste gehalten werden, weil dasselbe leicht zu gähren anfängt und zur Selbstentzündung geeignet ist.

27. Ein vorzügliches Reinigungsmaterial sind die Baumwollabfälle, weil sie die Eigenschaft, das Fett aufzusaugen, in hohem Maße besitzen. Obwohl dieselben gewöhnlich im Preise höher stehen, so würde durch einen ökonomischen Verbrauch die Mehrauslage leicht gedeckt werden können. In der Handelsmarine wäscht man die gebrauchte Wischbaumwolle häufig wieder aus, indem man sie in einen Eimer gibt, heißes Wasser aus den Kesseln auf selbe strömen lässt und diesem Wasser einen Zusatz von Potasche oder Soda gibt. Dieses Auswaschen kann mehreremale wiederholt werden, bis die Fäden endlich mürbe und brüchig geworden sind.

Fünfter Abschnitt.

Die zum Betriebe einer Schiffsmaschine nöthigen Werkzeuge und Utensilien.

Zur Bedienung der Maschine und Kessel, sowie zur Ausführung der vorkommenden Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten muss jedes Schiff mit den nöthigen Werkzeugen und Utensilien ausgerüstet sein.

I. Die Werkzeuge bestehen für die verschiedenen auszuübenden Handwerke in:

a) Schmiedewerkzeugen, als:

eine transportable Feldschmiede mit Löschspieß,
ein Amboss mit Horn und Abschrot,
assortirte Gesenke,
einige Schmiede- und Vorschlaghämmer, Setzhämmer, Schrotmeißel und Durchschläge,
verschiedene Schmiedezangen mit Spannringen;

b) Schlosserwerkzeugen, als:

eine transportable Feilbank mit Schraubstock und Bohrsäule, zum Schraubstock die nöthigen Blei- und Kupferbacken, zur Bohrmaschine eine Bohrkurbel und eine Bohrratsche sammt den nöthigen Bohrern,
einige Handhämmer, dann Flach- und Kreuzmeißel,
eine Auswahl Feilen, und zwar: Arm-, Stroh-, Vor-, Bastard- und Schlichtfeilen mit rechteckigem, halbrundem, rundem, quadratischem und dreieckigem Querschnitt, eine Bogenfeile, Feilkloben und Feilenbürste,
eine Brustleier, verschiedene Durchschläge und Reibahlen,
einige Winkel und Lineale aus Stahl, Körner und Reißnadel,

Spitzzirkel, Greif- und Lochzirkel,
einige Kupferhämmer, verschiedene Schaber, ein Schleifstein,
eine kleine Richtplatte mit Parallelreißer,
ein completes Gewinde-Schneidzeug im Etui, enthaltend: alle Gewindbohrer, Kluppenbacken, Kluppen- und Wendeisen für Whitworth-Gewinde von $^1/_4$ Zoll bis $1^1/_4$ Zoll,
englische Schraubenschlüssel und einige Schraubenzieher,
ein Satz blanker und ein Satz schwarzer Schraubenschlüssel für alle an der Maschine vorkommenden Muttern,
ein Schlagschlüssel und die nöthigen Steckschlüssel;

c) Dreherwerkzeugen, als:

eine kleine Egalisir-Drehbank mit Tritt, ausgerüstet mit Spindel- und Reitstock, Support, Planscheibe, Bohrkopf und Klemmfutter, dann mit Leitspindel und den nöthigen Zahnrädern zum Gewindeschneiden, endlich mit verschiedenen Herzen, Mitnehmern und einer Auswahl verschiedener Drehstähle für Eisen und Holz;

d) Kupferschmied- und Spengler-Werkzeugen, als:

ein Handblasebalg, einige Löthkolben, eine größere und eine kleinere Blechscheere, eine flache und eine spitze Drahtzange, eine Beißzange, ein Amboss oder Polirstock, ein Sperrhorn, ein Treib-, ein Niet- und ein Polirhammer;

e) Kesselschmied-Werkzeugen, als:

Niethämmer, Nietensetzer, Nietenzieher, Nietenzange, Gegenhalter für Nieten, Verstemmeißel, Rohreinziehapparat, Gegenhalter für Rohre, Rohrtreiber, Rohrdichtapparat, Bohrwinkel und Bohrratsche mit verschiedenen Bohrern;

f) Holzbearbeitungs-Werkzeugen, als:

eine Holzsäge, eine Holzhacke, flache und halbrunde Stemmeisen, Schropp-, Schlicht- und Falzhobel, Holzraspel und verschiedene Holzbohrer.

II. Die Utensilien lassen sich nach dem Zwecke, für welchen sie dienen, eintheilen in:

a) Reinlichkeits-Geschirr, als:

Aschenеimer, Wassereimer, Ösfässer, Putzschachteln, verschiedene Farbvasen, Fußmatten, Persenninge für Luken, Rasketten, Schwabber, Farb- und Kalkpinsel und Besen;

b) Kessel- und Heizrequisiten, als:

Kohlensäcke, Kohlenschaufeln, Kohlenhämmer, Feuerkrücken, Feuermeißel, Schürhaken, Rohrbürsten und Rohrrasketten sammt Stiel, Salzhämmer, Salzmeißel und Rasketten;

c) Beleuchtungsgeschirr, als:

Hängelampen, Wandlampen und Handlampen,
Laternen für Wasserstände und Manometer,
Kohlendepôt-Laternen und eine Sicherheitslaterne;

d) Schmiergeschirr, als:

Ein großes Ölcasson, ein kleineres Hand-Ölcasson, ein großes Unschlittcasson, ein Unschlittvorwärmer,
Gefäße für Leinöl und Terpentin,
verschiedene Schmierkannen für Öl und Unschlitt,
eine Ölspritze, ein Öltrichter und ein Unschlittkessel,
eine Untertasse für die Handschmiervasen und verschiedene Tropfgeschirre bei den Lagern,
Kautschukschläuche für die Kühlwasserleitung;

e) Packungsgeschirr, als:

Tressenzieher, Tressenmesser, Packungshölzer,
eine Blechplatte zum Schlagen des Miniumkittes und ein Gefäß zur Aufbewahrung desselben unter Wasser,
ein Bleilöffel;

f) Hebwerkzeuge, als:

Patent-Flaschenzüge und verschiedene gewöhnliche Flaschenzüge,
eine englische Wagenwinde und hydraulische Winden,
einige Hebschrauben, verschiedene Press- und Augschrauben,
einige Brechstangen,
ein Schweinsfuß und einige hölzerne Handspaken;

g) Instrumente und Messapparate, als:

Thermometer für gewöhnliche Temperaturmessungen,
Thermometer für Salinometer,
Thermometer für überhitzten Dampf,
Control-Manometer, Salinometer sammt Becher,
ein Indicator, ein Olsäuremesser, ein Touren-Zählapparat,
eine Brückenwage zum Abwiegen der Kohlen etc. sammt Gewichten,
eine Balkenwage (Schnellwage),

eine Krämerwage für kleinere Gewichte,
eiserne und hölzerne Maßstäbe,
ein Blechdicken-Messapparat,
verschiedene Flüssigkeitsmaße;

h) Pumpen- und Feuerspritzen-Ausrüstungsgegenstände, als:

Saugschläuche von Kautschuk oder Leder mit Drahtspirale, mit den Verschraubungen und Fußventil,
Druckschläuche von Hanf oder Kautschuk mit den Verschraubungen,
Spritzenrohr und Mundstücke,
zu den Verschraubungen die nöthigen Schlüssel und Dichtungsringe,
zur Aufbewahrung der Kautschukventile unter Wasser eine mit Zinkblech wasserdicht gefütterte und mit Deckel verschließbare Holzkiste,
einige Extincteure sammt einer Anzahl Füllungen.

B. Die Instandhaltung und Conservirung des Maschinencomplexes auf nicht ausgerüsteten Schiffen.

Die verschiedenen Kategorien außer Dienst stehender Schiffe.

1. Die Behandlung der Kessel und Maschine sowie sämmtlicher Hilfsmaschinen auf einem außer Dienst gestellten Schiffe richtet sich nach dem Grade des Bereitschaftszustandes, in welchem sich das Schiff befinden soll.

2. In unserer Marine werden die abgerüsteten Schiffe in nachfolgende Kategorien eingetheilt:

a) Schiffe in Yachtreserve,
b) Schiffe in erster Reserve,
c) Schiffe in zweiter Reserve,
d) Schiffe in Reparatur und
e) Schiffe in Zurüstung.

3. Die Schiffe der Yachtreserve, welche die Bestimmung haben, bei Reisen hoher und höchster Personen als Yachten verwendet zu werden, müssen sich in einem solchen Bereitschaftszustande befinden, dass sie im Bedarfsfalle nach Ergänzung und Einschiffung der Bemannung, des Kohlenvorrathes, der Lebensmittel und der Munition sofort in See gehen können.

4. Die Schiffe der ersten Reserve müssen je nach ihrer Größe innerhalb drei bis fünf Tagen zur Vornahme der Schiffsprobefahrt bereit und klar sein, in See zu gehen.

5. Die Schiffe der zweiten Reserve müssen in einem derartigen Zustande sich befinden und erhalten werden, dass jedes derselben innerhalb eines Zeitraumes von einundzwanzig Arbeitstagen in die erste Reserve versetzt werden kann.

6. In die Kategorie der Schiffe in Reparatur werden alle jene eingetheilt, bei welchen größere Reparaturen am Maschinencomplexe oder am Schiffskörper vorzunehmen sind, deren Ausführung einen größeren Zeitaufwand erfordert, als für die Bereitstellung eines Schiffes der zweiten Reserve festgesetzt ist.

7. In Zurüstung befinden sich die neu- oder umgebauten Schiffe, welche bereits die Maschinenprobefahrt gemacht haben, deren innerer Ausbau oder Zurüstung aber noch nicht so weit fortgeschritten ist, um sie in eine der Reserven versetzen zu können.

I. Behandlung der Kessel abgerüsteter Schiffe.

8. Die Conservirung der Kessel im Innern ist für alle außer Dienst gestellten Schiffe die gleiche.

Wird ein Schiff außer Dienst gestellt und in eine der Reserven versetzt, oder wurde auf einem außer Dienst stehenden Schiffe die Maschine behufs Vornahme einer Stehprobe oder Probefahrt in Betrieb gesetzt, so ist die äußere und innere Reinigung, dann die Instandsetzung der Kesselgarnituren und die Trockenlegung der Kessel in gleicher Weise durchzuführen, wie im ersten Abschnitte für die im Dienste stehenden Schiffe angegeben wurde.

9. Nach vollendeter Reinigung und Trockenlegung mit kleinen Feuern auf herabgesetzten Rosten hat zur dauernden Trockenhaltung der Kessel in dieselben Chlorcalcium eingesetzt zu werden.

Das Chlorcalium hat nämlich die Eigenschaft, die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit begierig anzuziehen. Die an den inneren Kesselwänden durch den Rost noch gebundene Feuchtigkeit verdunstet nach und nach und wird von der trockenen Luft aufgenommen, um sie wieder an das Chlorcalicum abzugeben. Wenn daher ein Kessel hermetisch abgeschlossen bleibt, so dass von außen weder Wasser noch feuchte Luft eindringen kann, so wird das Chlorcalium mit der Zeit alle noch im Kessel zurückgebliebene Feuchtigkeit aufnehmen und der Kessel vollkomen trocken werden.

10. Das zur Trockenhaltung zu verwendende Chlorcalcium wird in eigens zu diesem Zwecke hergestellten Kistchen aus verzinktem Eisenblech durch die Mannlöcher oberhalb den Feuerbüchsen und durch jenes an der Kesseldecke eingeführt. Die Kistchen für die ersteren sind von länglicher Form und rechteckigem oder trapezförmigem Querschnitt, während jene durch das Mannloch an der Kessel-

decke einzuführenden Kistchen am besten der Form und Größe desselben angepasst werden. Die ersteren werden unmittelbar auf die Feuerbüchsen aufgelegt, die letzteren dagegen auf die obersten Verankerungen aufgehängt. Auch in die Überhitzer sind passende Kistchen einzuführen, wenn Mannlöcher vorhanden sind.

11. Die Kistchen müssen wasserdicht gelöthet sein, damit das durch die angezogene Feuchtigkeit flüssig gewordene Chlorcalcium nicht abrinnen kann. Bevor sie mit Chlorcalcium gefüllt werden, ist das Gewicht der Kistchen zu bestimmen, dasselbe an ihrer Außenseite aufzuschreiben, und sind die Kistchen mit Nummern zu versehen. Sodann wird das trockene Chlorcalcium in etwa eigroße Stücke zerkleinert, damit der feuchten Luft eine möglichst große Berührungsfläche geboten werde.

12. Die bis zur halben Tiefe gefüllten Kistchen sind vor dem Einführen in die Kessel abzuwiegen und nach Abschlag des Eigengewichtes das Gewicht des darin enthaltenen Chlorcalciums vorzumerken. Nach Einbringung der Kistchen sind die Kessel möglichst dicht abzuschließen, damit das Eindringen von Luft und Feuchtigkeit von außen verhindert werde. Zu diesem Behufe sind nicht nur alle Mann- und Schlammlöcher gut abzudichten, sondern auch alle an den Kesseln angebrachte Ventile und Hähne bezüglich ihres vollkommen guten Abschlusses zu untersuchen und wenn nöthig noch vor dem Einsetzen des Chlorcalciums frisch einzuschleifen.

13. Einen Monat nach dem erstmaligen Einsetzen des Chlorcalciums sind die Kessel — jedoch nur bei trockenem Wetter — zu öffnen und die Kistchen sammt ihrem Inhalt zu besichtigen, dann mit Vorsicht herauszunehmen und abzuwiegen, um zu constatiren, wie viel Feuchtigkeit das Chlorcalicum in diesem Zeitraume aufgenommen hat, und ist dieses Gewicht gleichfalls vorzumerken. Hätte das Chlorcalcium so viel Wasser aufgenommen, dass sich ein großer Theil im flüssigen Zustande aufgelöst in den Kistchen befände, so ist diese Lösung sorgfältig abzugießen, das noch fest gebliebene Chlorcalcium aufzulockern und der Inhalt eines jeden Kistchens durch Zugabe von trockenem Chlorcalcium auf das ursprüngliche Gewicht zu ergänzen.

Nach Wiedereinführung aller Kistchen ist der betreffende Kessel wieder hermetisch abzuschließen.

14. Im zweiten und dritten Monat hat diese Untersuchung des Chlorcaliums bei günstiger Witterung in gleicher Weise wiederholt

zu werden; zeigt sich nach Verlauf dieser Zeit, dass das Chlorcalcium seit der letzten Untersuchung nur wenig oder fast gar keine Feuchtigkeit mehr aufgenommen habe, so soll das Öffnen der Kessel und die angegebene Untersuchung nur mehr von drei zu drei Monaten erfolgen.

15. Die gleiche Conservirungsmethode ist auch bei Kesseln der Schiffe in Reparatur anzuwenden, wenn an denselben nicht gerade Arbeiten vorzunehmen sind, welche das Geschlossenhalten verhindern. In gleicher Weise sind auch alle Hilfskessel, die Barkasskesseln und die in den Magazinen aufbewahrten Ersatzkessel zu conserviren.

16. Dass bei vollkommener Trockenhaltung in hermetisch abgeschlossenen Kesseln fast kein Rosten mehr stattfindet, wird durch die Thatsache bewiesen, dass die im Kessel enthaltene Luft ihren Sauerstoff später nicht mehr in dem Grade verliert, wie dies noch im Anfange der Fall ist. Wenn man nämlich nach dem ersten Monat dieser Conservirung ein Mannloch öffnet und ein offenes Licht einführt, so wird dasselbe wegen Mangel an Sauerstoff sofort erlöschen, während nach einer mehrmonatlichen Conservirung des Kessels das eingeführte Licht hell fortbrennen wird.

17. Ein zweiter Beweis für die gute Conservirung, respective für die fast vollständige Einstellung der Rostbildung ist die Thatsache, dass sich schon nach einer zwei- bis dreimonatlichen Anwendung dieser Conservirungsmethode die Rostschichten von den Kesselwänden von selbst ablösen, so dass sie durch bloßes Abkehren oder durch ganz leichtes Klopfen entfernt werden können.

18. Die äußere Instandhaltung und Conservirung der Kessel auf Schiffen der Yacht- und der übrigen Reserven hat genau so wie auf den in Dienst stehenden Schiffen zu erfolgen. Es ist nämlich nach vorgenommener gründlicher äußerer Reinigung und nach Instandsetzung der Kesselgarnituren der Anstrich an der Stirnfront entweder auszubessern oder zu erneuern, wenn das Schiff außer Dienest gestellt und in die Reserve versetzt wird.

19. Auf allen abgerüsteten Schiffen hat auf den Kamin der Deckel oder die Kappe aufgesetzt zu werden, damit das Regenwasser abgehalten werde.

20. Die Feuer-, Aschenfall- und Rauchkammerthüren, dann die Rauchregister sind öfter zu bewegen und deren Drehbolzen zeitweise einzuöle.., damit sie nicht festrosten. Die blanken Garniturtheile der Kessel sind rein und blank zu erhalten, jedoch dürfen

die Ventile und Hähne nicht bewegt werden, damit keine Luft oder Feuchtigkeit in das Kesselinnere von außen eindringe.

21. Zur Abhaltung aller Feuchtigkeit aus den Feuerungen, Rauchkammern und Rauchcanälen ist der Sodraum thunlichst trocken zu halten und bei trockener Witterung eine gute Ventilation einzuleiten, indem man die Kaminkappe lüftet und die Feuer-, Aschenfall- und Rauchkammerthüren öffnet, während man die Windfänge gegen die Windrichtung stellt, damit ein Luftstrom in den Kesselraum geführt werde.

22. Hat sich bei nasskalter Witterung ein Niederschlag an den Kesselwänden gebildet und sich in den Feuerungen und Rauchkammern Wasser angesammelt, so ist dasselbe öfters zu entfernen und die Wände abzutrocknen.

23. Die vom Feuer bestrichenen Flächen der Feuerungen der Rauchkammern, der Rauchcanäle und des Kamins sind mit einem Leinölanstrich vor dem Rosten zu schützen.

24. Von dem Kamine und dessen Mantel ist die Leimfarbe gut abzukratzen, sodann die gereinigten Flächen mit Minium-Ölfarbe anzustreichen.

25. Die Spannschrauben der Kaminstage sind von den Ketten loszunehmen, das Gewinde zu reinigen und gangbar zu machen, sodann diese Schrauben im Magazin aufzuheben, während an ihrer Stelle die Ketten mittelst Schiemannsgarn an den Bordwänden befestigt werden.

26. Die Ventilationsöffnungen im Kaminmantel ober Deck sind bei schönem Wetter täglich zu öffnen, sonst aber geschlossen zu halten, damit bei Regenwetter durch dieselben kein Wasser eindringe.

II. Behandlung der Maschinen sammt Zubehör.

a) Auf Schiffen in Yacht- und erster Reserve.

27. Die Maschinen der Schiffe in der Yacht- oder ersten Reserve sind in analoger Weise zu conserviren, wie jene der im Dienst stehenden Schiffe. Die blanken Theile sind sorgfältig rein zu halten. Damit bei andauernd feuchtem Wetter durch den Niederschlag der Feuchtigkeit die blanken Eisentheile nicht rostig werden, sind dieselben mit reinem Öl einzufetten.

28. Um die Maschine auch im Innern gut zu conserviren, hat — nach dem Übertritt von der Ausrüstung in die erste Reserve

oder nach der vorgeschriebenen Probefahrt beim Übertritt aus der zweiten in die erste Reserve — zuerst eine gründliche innere Reinigung der Cylinder, der Schieberkästen, der Condensatoren und der Luftpumpen vorgenommen zu werden.

29. Zu diesem Behufe sind die Cylinderdeckel oder deren Mannlochdeckel abzunehmen und die Dampfkolben zu öffnen. Sodann werden die Spannfedern des Liderungsringes herausgenommen, gereinigt, eingeölt, und nachdem auch der Liderungsring gereinigt und eingefettet wurde, werden die Spannfedern wieder eingeschoben und der Kolbendeckel aufgeschraubt und versichert. Nachdem auch die inneren Cylinderflächen gereinigt und eingeölt worden sind, werden die Cylinder wieder dicht geschlossen.

30. Man nimmt sodann den Schieberkastendeckel ab, um die Reinigung und Einölung der Spiegelflächen am Vertheilungsschieber und an den Expansionsschiebern vorzunehmen. Findet man, dass diese Spiegelflächen stark verrostet oder verrieben sind, so sind die Schieber ganz herauszunehmen, um sie ordentlich reinigen und reguliren zu können; sind aber die Spiegelflächen rein und glatt, so wird bloß der Entlastungsdeckel des Schiebers losgenommen, um die Expansionsschieberstangen in ihren Gewindegängen reinigen und um durch die Einströmungscanäle zu den Spiegelflächen am Cylinder behufs Einölens gelangen zu können. Ist dieses geschehen, so wird der Entlastungsdeckel wieder aufgeschraubt, die Entlastung selbst revidirt, ob die Rahme gleichmäßig anliege oder ob sie nicht festgerostet sei, und nachdem man die Gleitfläche desselben sowie jene am Schieberkastendeckel entsprechend eingefettet hat, wird der letztere aufgesetzt und gehörig abgedichtet.

31. An den Condensatoren werden die Mannlöcher geöffnet, das Innere sorgfältig gereinigt und getrocknet, sodann mit Miniumfarbe angestrichen. Gleichzeitig werden die Luftpumpendeckel abgehoben, die Packungen der Luftpumpenkolben erneuert und die Kautschukventile untersucht, welche, wenn nöthig, zu wenden oder durch neue zu ersetzen sind. Die Kühlrohre bei Oberflächen-Condensatoren sind zu revidiren, ob sie dicht sind; undichte Rohre sind frisch zu verpacken, die gesprungenen aber mit Holzstöpseln zu verstopfen oder (wenn solche in großer Zahl vorhanden wären) durch neue Rohre zu ersetzen. Nach Beendigung dieser Arbeiten sind die Condensatoren und Luftpumpen wieder zu schließen.

32. Aus sämmtlichen Stopfbüchsen sind die Packungen herauszunehmen und zu erneuern, wobei die brauchbaren Tressen wieder zu verwenden, die unbrauchbaren aber durch frische zu ersetzen sind.

33. In gleicher Weise wie die Schiffsmaschinen sind auch alle Hilfsmaschinen zu conserviren, und sind nach vollendeten Instandsetzungsarbeiten sowohl die erstern als auch die letztern täglich zu drehen.

34. Jene Lager, welche während der Ausrüstung oder bei der Probefahrt einmal warm gelaufen waren, sind zu öffnen und die vorgefundenen Mängel zu beheben, sodann die Zapfen gut zu reinigen und einzuölen, worauf die Lager wieder zu schließen und die Deckelschrauben gehörig zu versichern sind.

b) Auf Schiffen in zweiter Reserve, in Reparatur und in Zurüstung.

35. Auf den Schiffen dieser drei Kategorien sind die Reinigungs- und Instandhaltungs-Arbeiten an der Maschine genau so vorzunehmen wie bei den erstern, nur haben (zur leichteren Controle der Conservirung der einzelnen Theile) die Cylinder, die Schiebergehäuse, die Condensatoren und die Luftpumpen offen gehalten zu werden. Es werden nämlich die betreffenden Deckel zwar angesetzt, aber nicht abgedichtet und nicht festgeschraubt. Ferner werden die herausgenommenen Packungen nicht wieder eingesetzt, sondern im Magazine aufbewahrt, wenn sie überhaupt noch brauchbar erscheinen.

36. Die Kautschukventile der Luft-, Speise- und Sodpumpen werden herausgenommen und die brauchbaren in einem geeigneten Gefäße unter Wasser aufbewahrt.

37. Sind die Kühlröhren der Oberflächen-Condensatoren nach einer längeren Ausrüstung stark schmutzig, so sind dieselben herauszunehmen, gründlich zu reinigen, die Innenwände mit Minium anzustreichen, sodann die Röhren wieder einzusetzen und frisch zu verpacken.

38. Alle leicht abnehmbaren und der Verschleppung ausgesetzten Metalltheile, als: Schmiervasendeckel und kleinere Schmiervasen, dann die kleinen Hähne und Röhrchen der Kühlwasserleitung sind abzunehmen und in reinem Zustande unter Verschluss aufzubewahren.

39. Die Ersatzgegenstände, welche im Schiffe nicht stabil befestigt sind, sind auszuschiffen und dem Depôt zur Aufbewahrung zu übergeben.

40. Sämmtliche Lager sind zu öffnen, die Zapfen zu untersuchen und sammt den Schalen zu reinigen, etwaige Instandsetzungs-Arbeiten daran auszuführen, dann einzuölen und wieder zu schließen.

41. Sämmtliche Kuppelungs- und Mitnehmerbolzen, dann der Kuppelungskeil der Propellerachse sind herauszunehmen und nach einer gründlichen Reinigung und Einölung wieder an ihrem Platze anzubringen.

42. Behufs Lüftung des Sodraumes sind einzelne Flurplatten und die zugehörigen Flurhölzer aufzuheben, jedoch ist Vorsorge zu treffen, dass das Hineinfallen von Personen verhütet werde.

43. Zur Vermeidung von Feuersgefahr ist der Gebarung mit Feuer und Licht während der Arbeiten im Maschinen- und Kesselraum ein aufmerksames Auge zuzuwenden, und sind nach beendigter Arbeitszeit sämmtliche Räume durch eine zuverlässige Persönlichkeit zu revidiren, ob alle Feuer und Lichter ausgelöscht seien.

44. Damit dem Schiffe keine Wassergefahr begegne, sind die Außenöffnungen der Ausgussventile durch Holzstöpsel abzuschließen, und ist der sichere Schluss dieser Ventile durch Stützen, Schrauben oder Keile zu bewerkstelligen. Selbstverständlich darf bei der Indienststellung des Schiffes oder bei einer Maschinenprobe nicht auf die Beseitigung dieser Verschlüsse vergessen werden.

45. Wird ein Schiff gedockt (was bei eisernen Schiffen behufs Reinigung des Schiffskörpers und Erneuerung des Anstrichs jedes Jahr einmal zu geschehen hat), so sind sämmtliche Unterwassertheile zu untersuchen und in Stand zu setzen. Undichte Kingstonventile sind einzuschleifen und deren Stopfbüchsen frisch zu verpacken; desgleichen hat auch die Packung der Stevenrohr-Stopfbüchse erneuert zu werden.

Hat das Schiff früher eine längere Ausrüstung durchgemacht, so ist die Stevenrohrachse nach außen zu schieben, um den Zustand der Pockholzstreifen im Rohre und des Metallüberzuges der Achse untersuchen zu können.

Bei einem hissbaren Propeller ist die Hebevorrichtung in allen Theilen genau zu untersuchen und die Lager des Heberahmens zu öffnen und zu reinigen.

Bei Propellern mit verstellbaren Flügeln ist die Steigung zu controliren und die Befestigung der Flügel nachzusehen, ob selbe intact geblieben, eventuell die Schrauben festzuziehen und zu versichern.

III. Behandlung der Hilfsmaschinen auf abgerüsteten Schiffen.

46. Bei allen mit Dampf betriebenen Hilfsmaschinen sind die Cylinder und Schiebergehäuse zu öffnen, die Kolben und Schieber herauszunehmen, selbe gründlich zu reinigen und einzuölen, die Liderungsringe der Kolben gangbar zu machen und auf ihre Federkraft zu erproben, sodann alles wieder gehörig zu montiren und abzudichten. Auch die Lager der Kurbelachsen sind zu öffnen, zu reinigen, gut einzuölen, sodann wieder zu schließen. Bei der Dampfpumpe und Dampffeuerspritze sind außerdem auch die Pumpengehäuse zu reinigen, die Ventile zu untersuchen, die Kolben frisch zu verpacken, sodann die Gehäuse wieder dicht abzuschließen. Alle diese Hilfsmaschinen sind auch täglich zu drehen.

47. Die Schiffspumpen sind auf den Schiffen der Yacht- und der ersten Reserve so zu behandeln wie auf ausgerüsteten Schiffen. Sie müssen immer gut functioniren, da sie fast täglich in Gebrauch kommen, und sind daher die nothwendigen Instandsetzungs-Arbeiten fallweise sofort zur Ausführung zu bringen.

Auf den Schiffen in zweiter Reserve und in Reparatur wird gewöhnlich nur die achtere Schiffspumpe theils zum Sodpumpen, theils zur Förderung von Seewasser auf Deck benützt. Alle übrigen Schiffspumpen werden gereinigt und in Stand gesetzt. Die Lederstulpen der Kolben werden gut eingeölt, dass sie nicht eintrocknen und hart werden. Die Fußventile werden geöffnet, um das im Saugrohr befindliche Wasser abzulassen, wornach sie wieder zu schließen sind. Die Saugventile werden auf See gestellt, jedoch bleiben die Kingstonventile geschlossen, und kommen diese Pumpen nur bei Feuersgefahr in Gebrauch.

48. Die tragbare Schiffspumpe wird auf den Schiffen der zweiten Reserve zum Feuerspritzen bereit gestellt, indem deren Saugschlauch angeschraubt und die Pumpe so aufgestellt wird, dass dessen Fußventil in die See eingesenkt werden kann. Der Druckschlauch mit dem Mundstück wird ebenfalls angeschraubt, jedoch bleibt der Schlauch aufgerollt. Diese Pumpe ist zeitweise zu erproben, damit die Kolbenliederungen nicht eintrocknen und die Pumpe jederzeit richtig functionirt.

49. Die Destillatoren haben auf allen außer Dienst stehenden Schiffen gereinigt und vollkommen trocken gehalten zu werden;

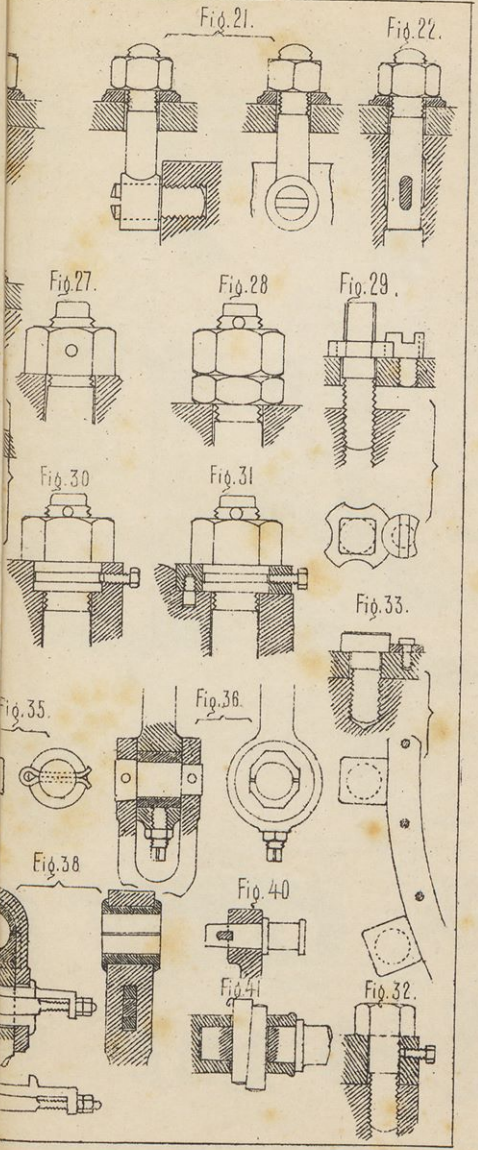
die zugehörigen Filtrirapparate sind (mit Ausnahme jener der Schiffe in erster Reserve) von der Filtrirmasse zu entleeren und dann offen und trocken zu halten.

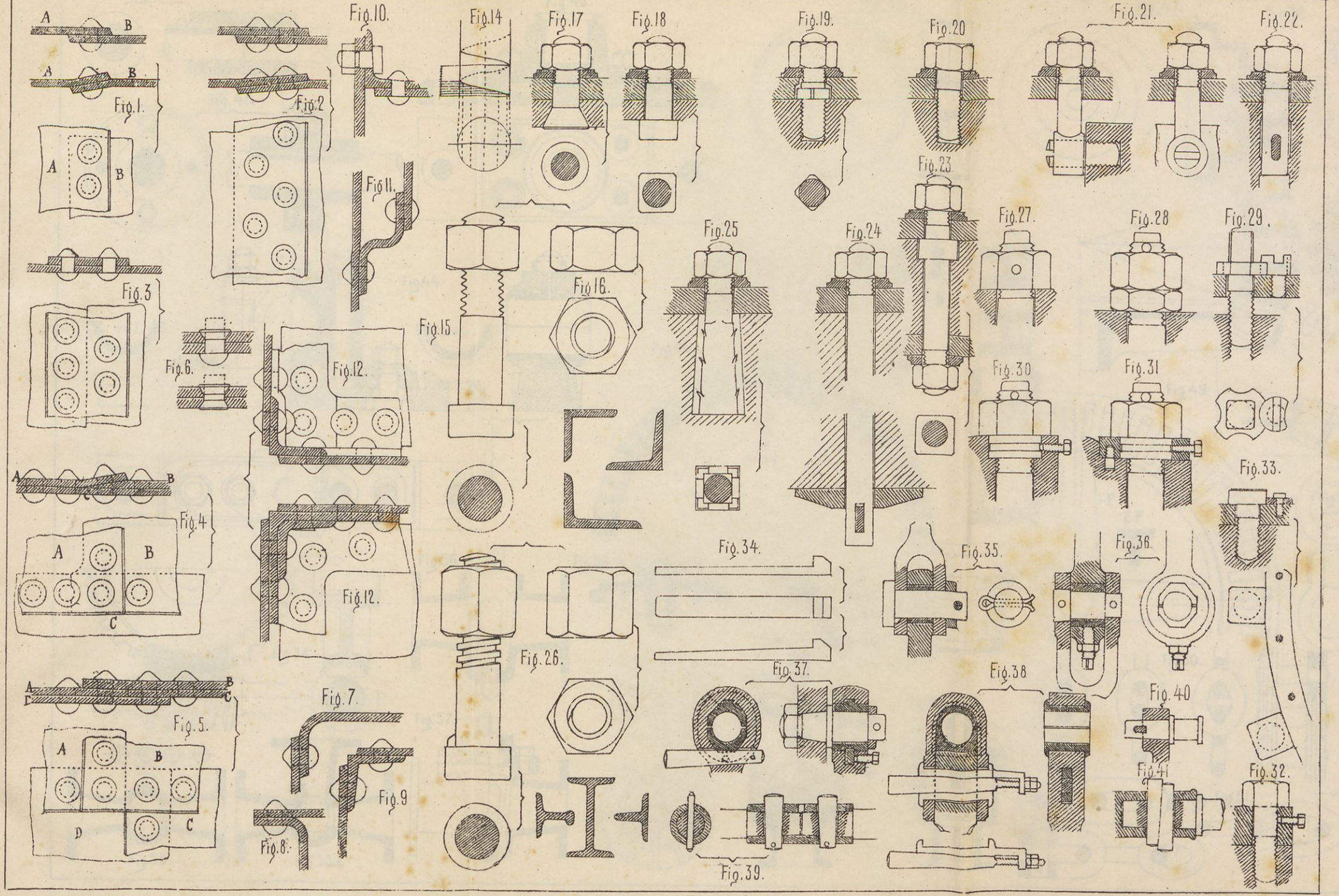
Die Destillirapparate der außer Dienst gestellten Schiffe, welche eine längere Ausrüstung durchgemacht haben, sind zu öffnen, zu untersuchen und wenn nöthig zu repariren, sodann wieder zu schließen und auf ihre Dichtigkeit zu erproben.

Von Schiffen in Reparatur sind die Destillir- und Filtrirapparate auszuschiffen, zu untersuchen und in Stand zu setzen, dieselben sind erst dann wieder am Bord zu installiren, wenn die Schiffe in die zweite Reserve versetzt werden, wogegen die Filtrirmasse erst bei Versetzung in die erste Reserve einzulegen ist.

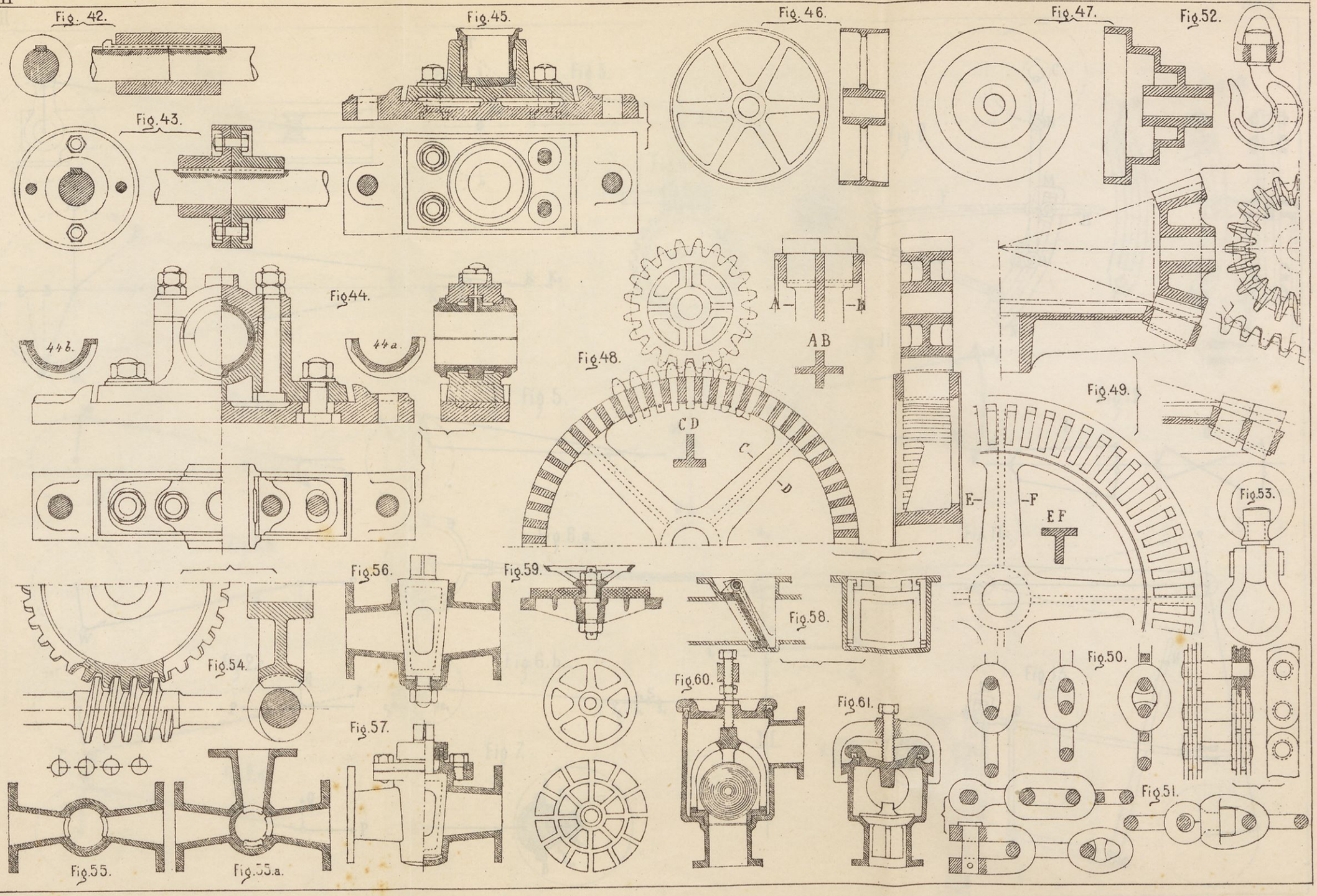
50. Die Sodejectoren sind zu öffnen und deren Saugdüsen sowie die Saugsiebe gut zu reinigen, sodann wieder einzusetzen und die Flantschen und Deckel gehörig abzudichten. Die Klappe des Ausgussrohres des Ejectors ist geschlossen zu halten, jedoch von Zeit zu Zeit auf ihre Beweglichkeit zu erproben.

Das Dampfventil ist zu untersuchen und wenn nöthig einzuschleifen.


Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 27.
Fig. 28
Fig. 29.
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 33.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 38
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 32.



Pr. Lit. Linassi, Trieste.



PR. LIT. LINASSI. TRIESTE.

Fig. 1.

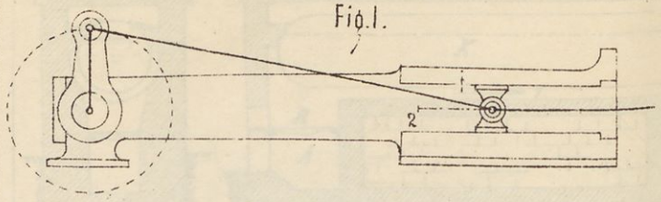


Fig. 3.

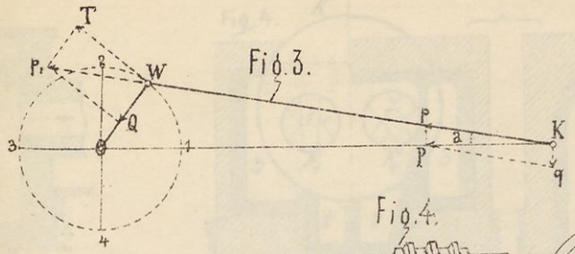


Fig. 2.

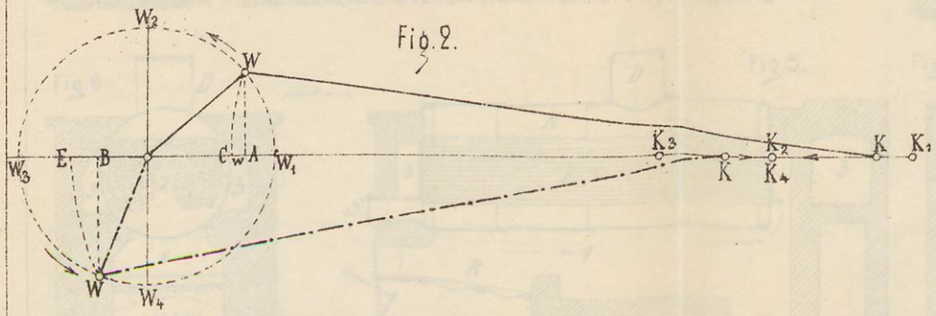


Fig. 4.

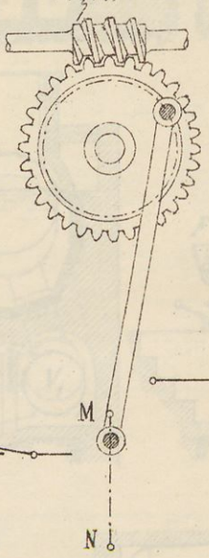


Fig. 8.

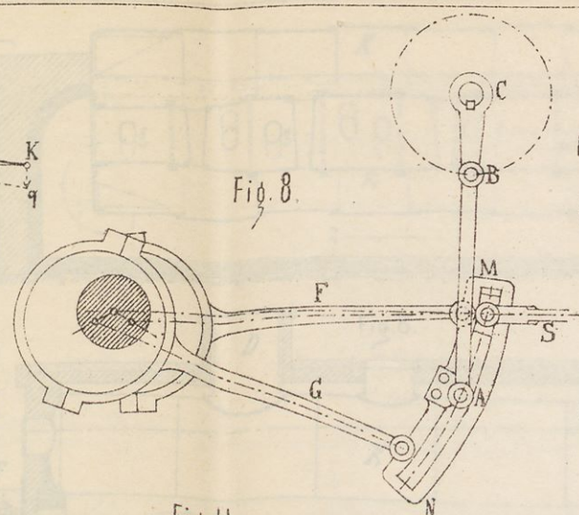


Fig. 9.

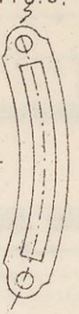


Fig. 10.

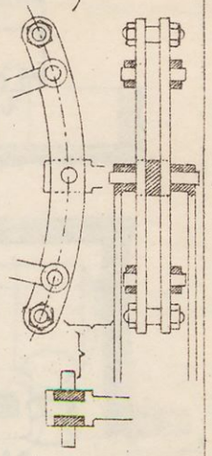


Fig. 2, a.

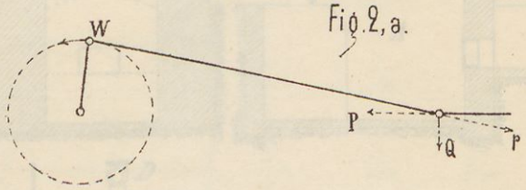


Fig. 5.

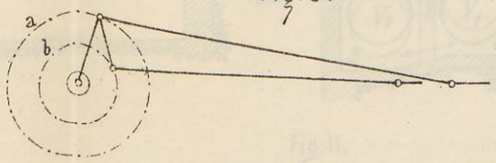


Fig. 11.

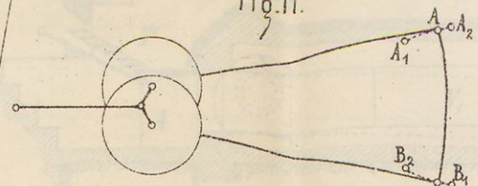


Fig. 12.

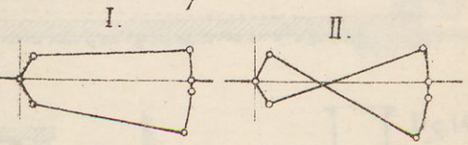


Fig. 2, b.

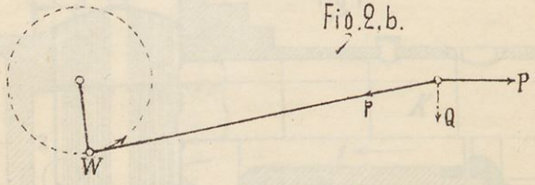


Fig. 6, a.

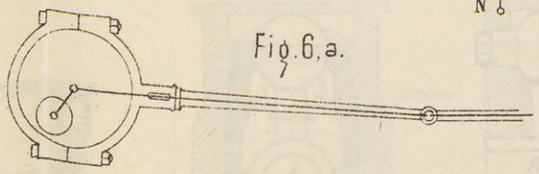


Fig. 2, c.

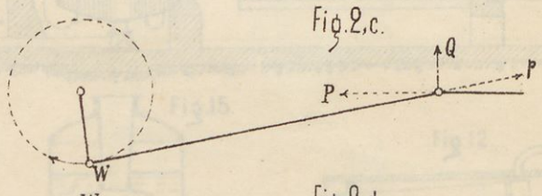


Fig. 6, b.

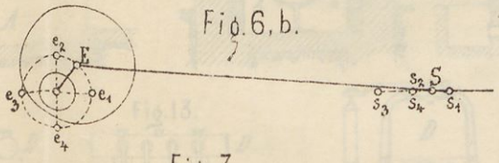


Fig. 2, d.

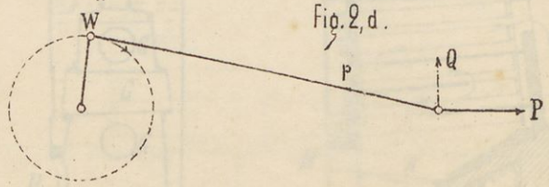


Fig. 7.

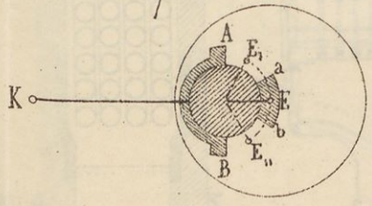


Fig. 14.

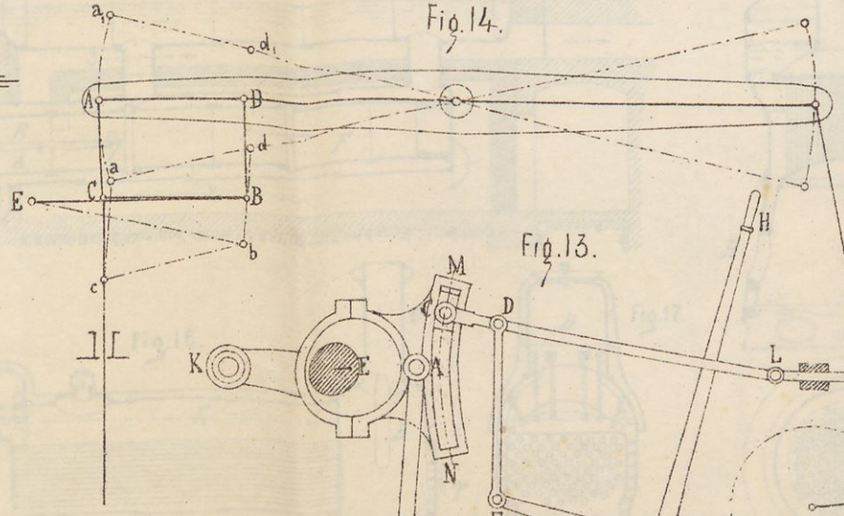
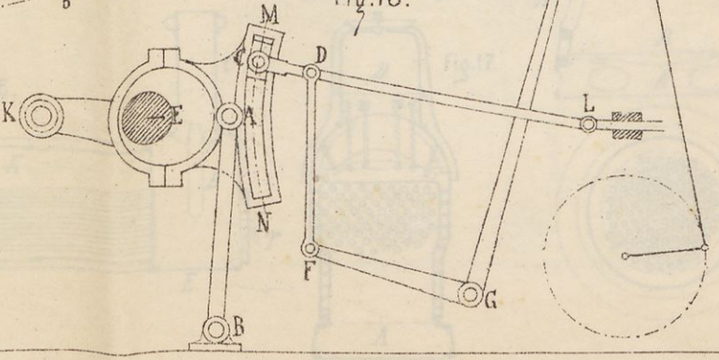
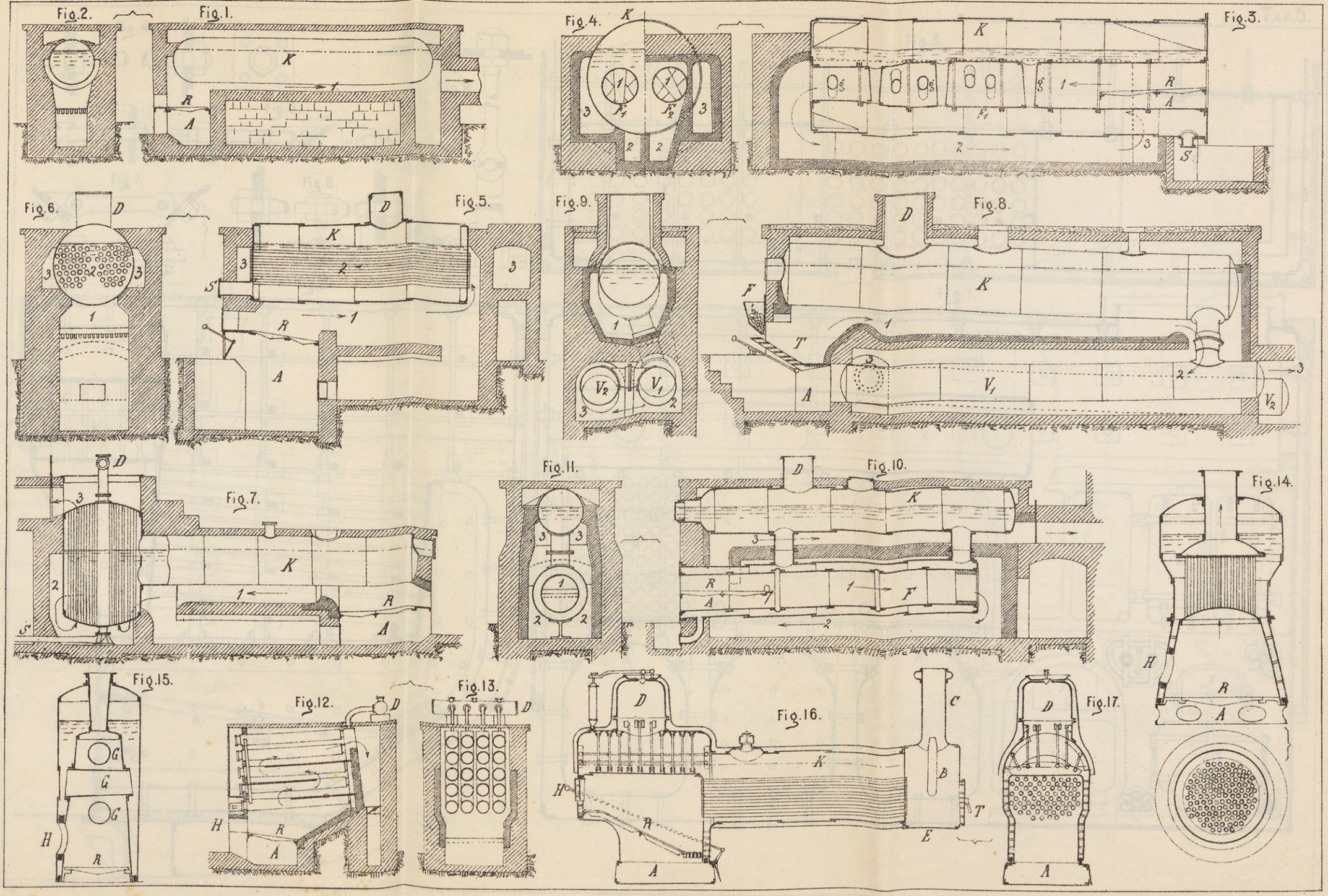


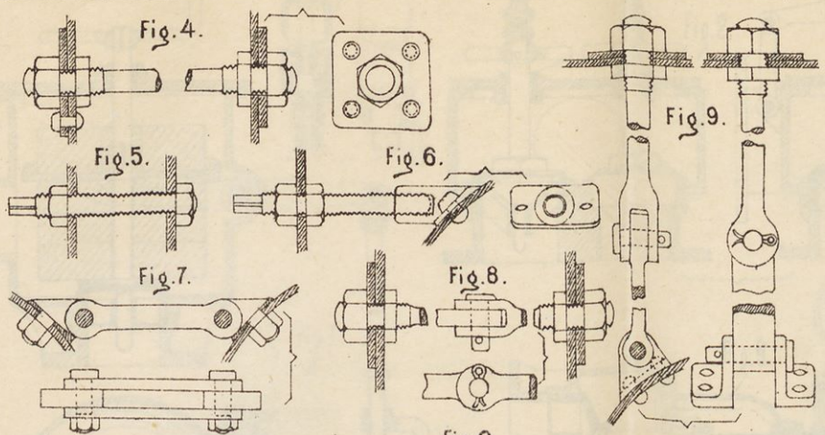
Fig. 13.

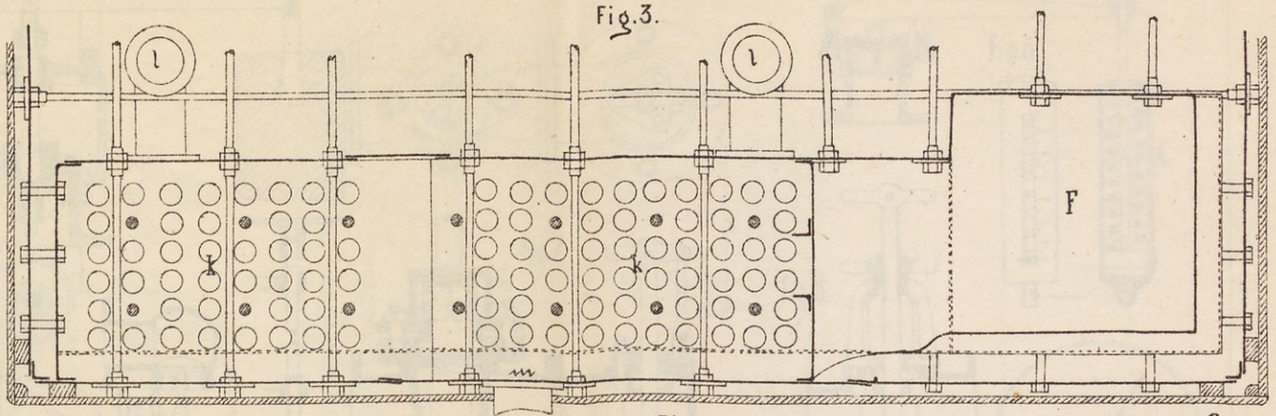


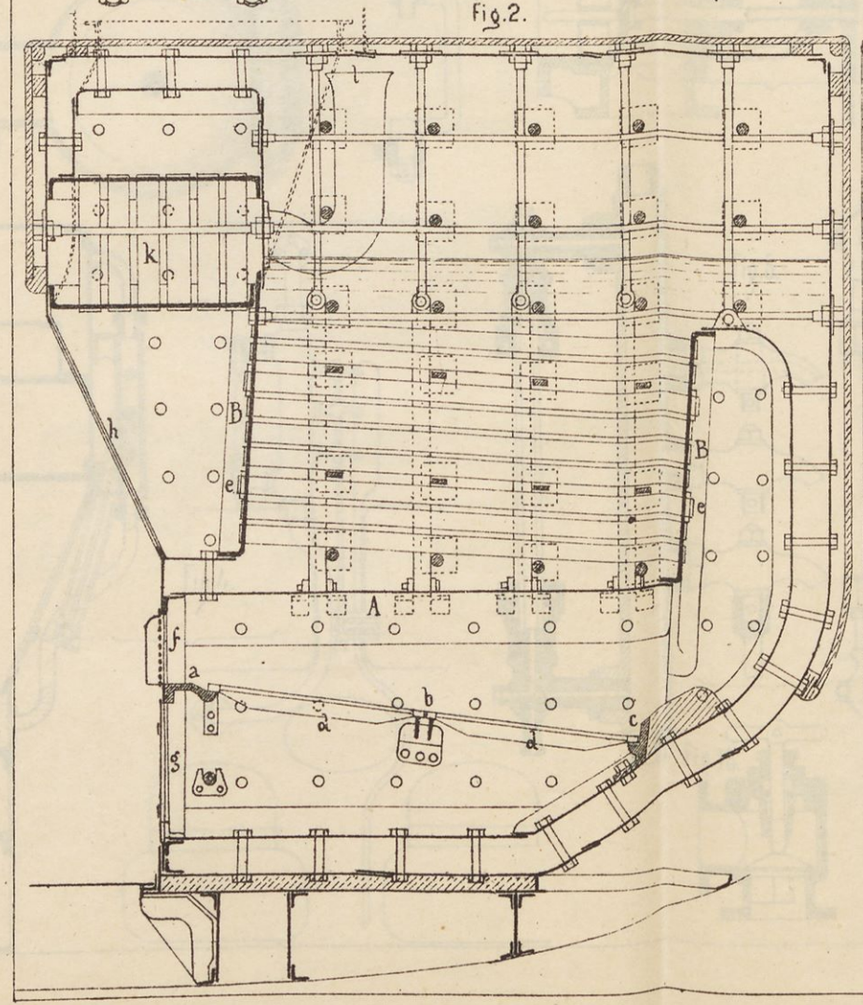
LIT. B. LINASSI-TRIESTE.

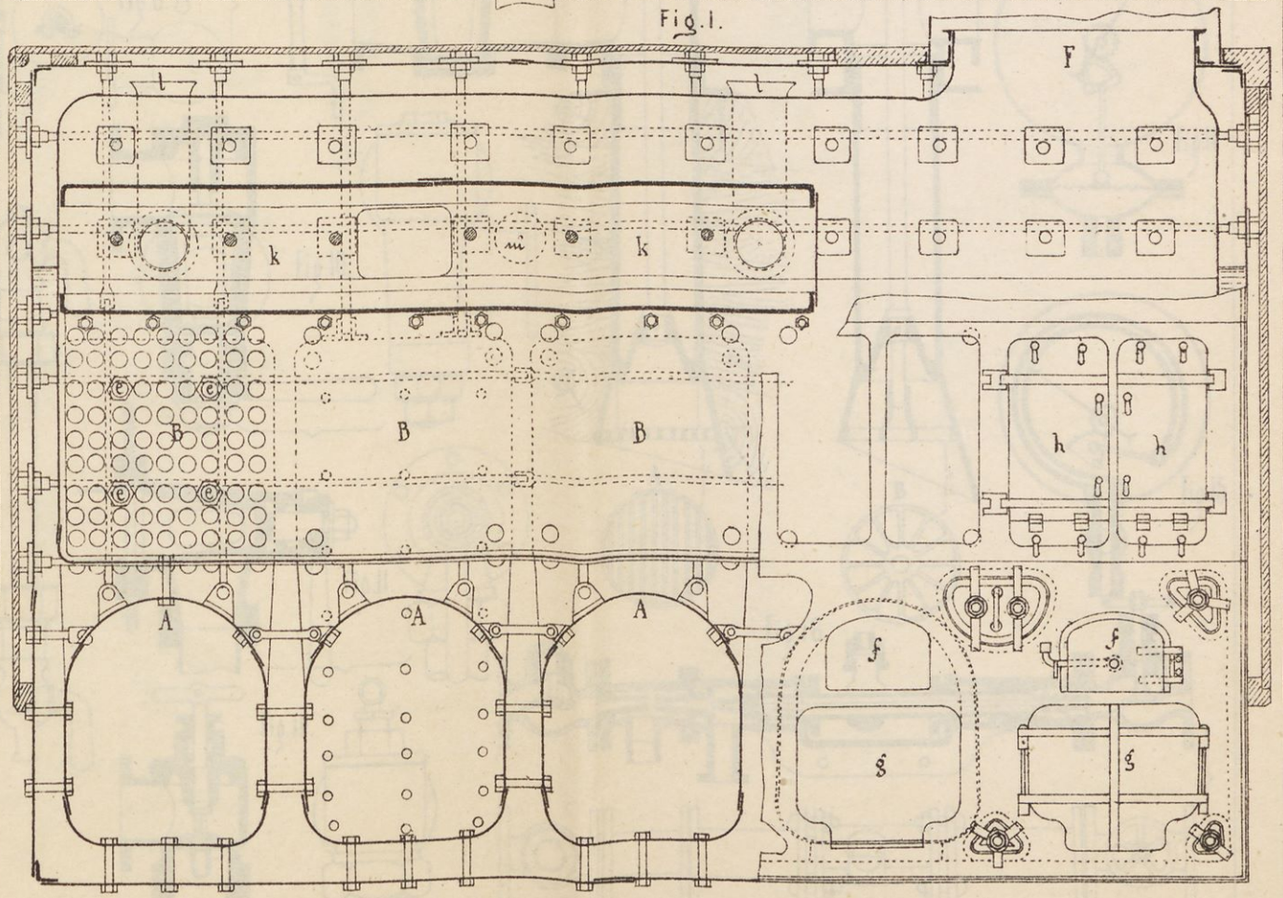


Pr. Lit. Linassi. Trieste.

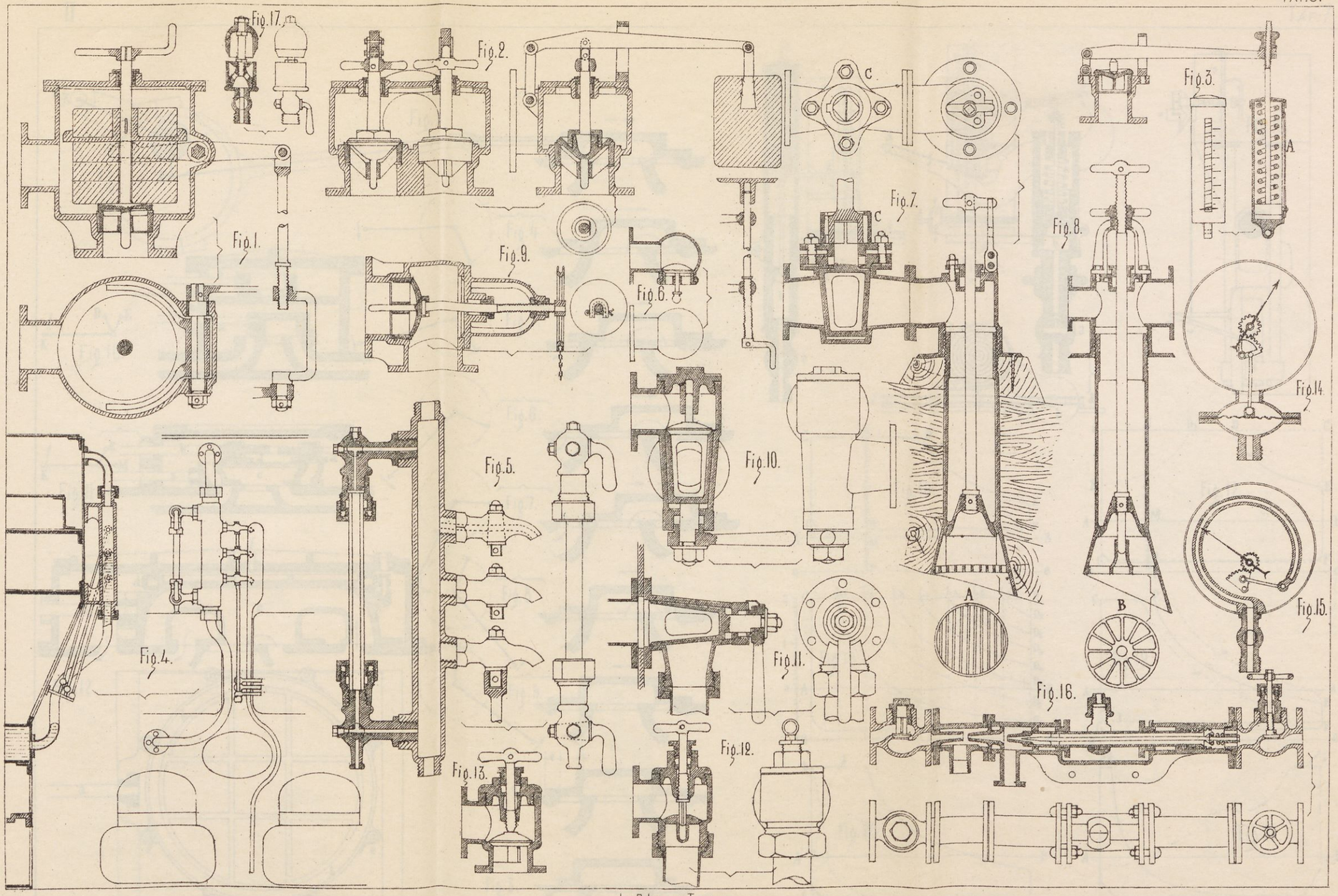




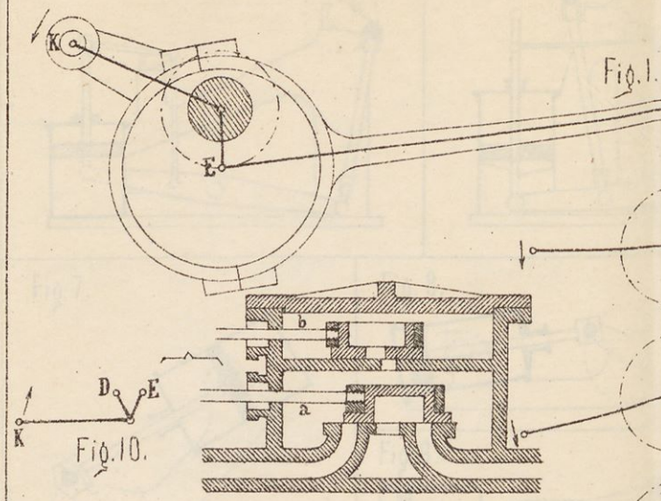


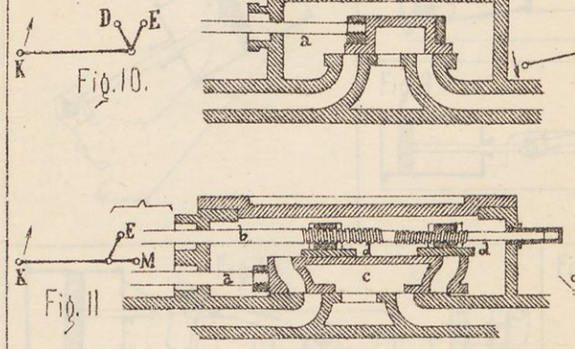


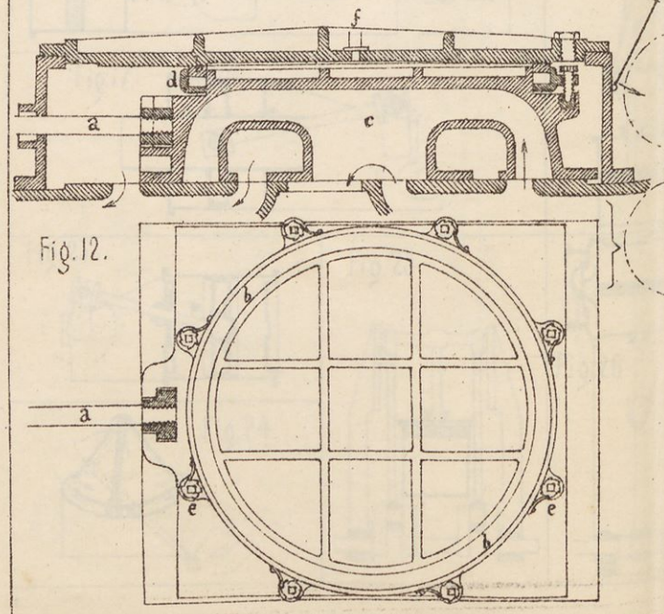
PR.LIT. LINASSI. TRIESTE.

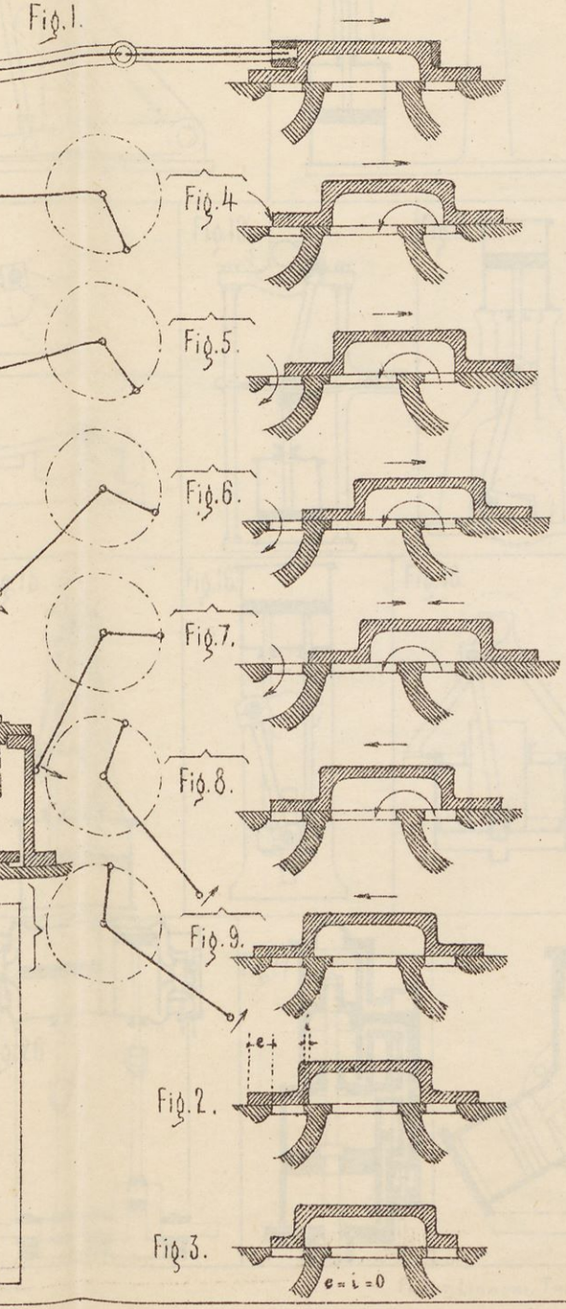


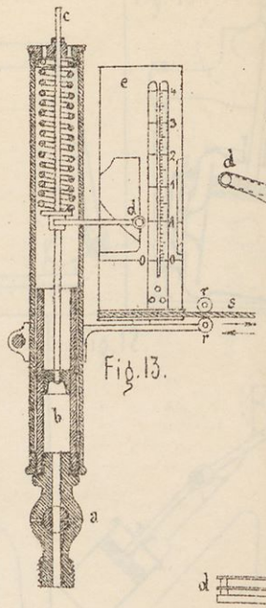
Lit. B. Linassi-Trieste.

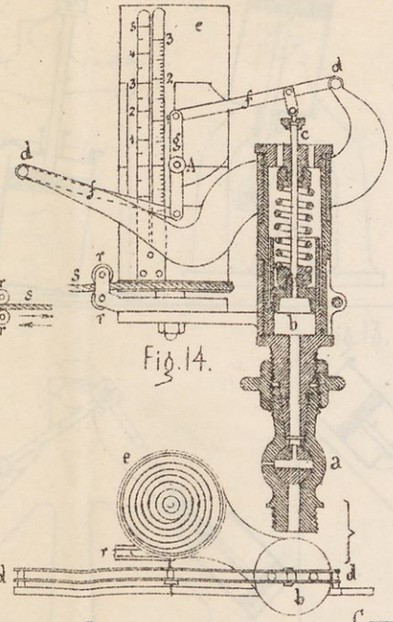


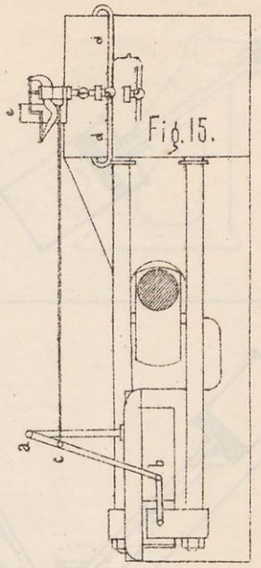


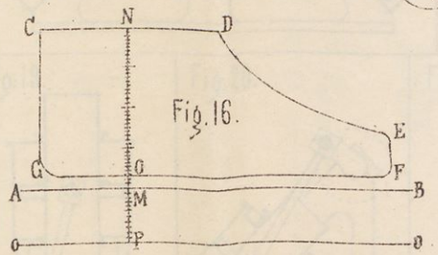


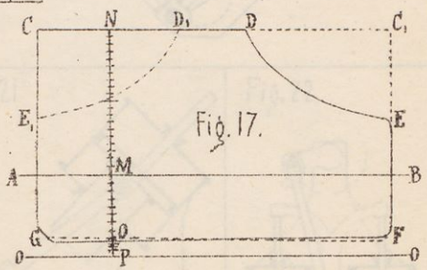


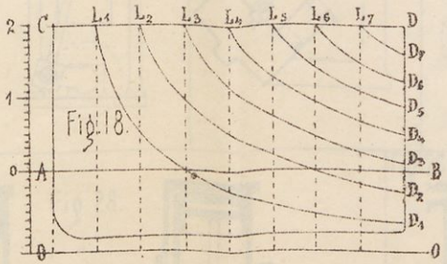


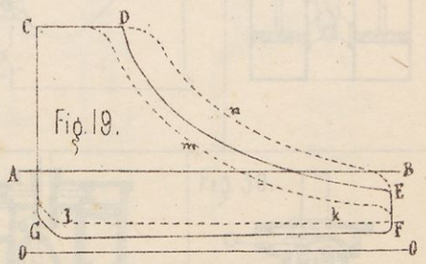


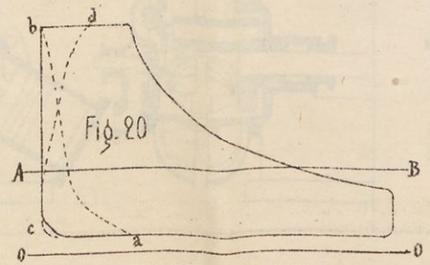


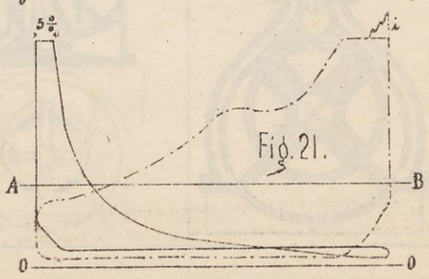












PR. LIT. LINASSI. TRIESTE.

Fig. 1.

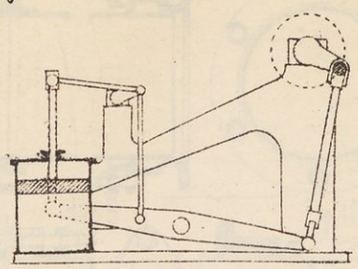


Fig. 2.

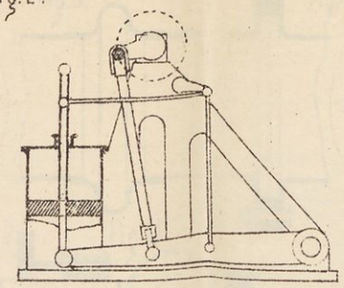


Fig. 3.

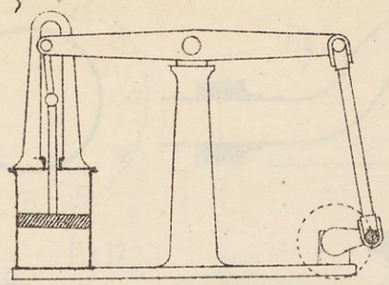


Fig. 4.

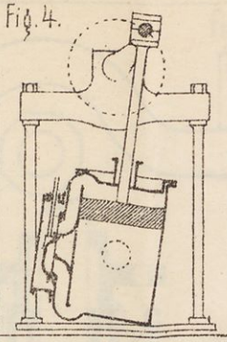


Fig. 5.

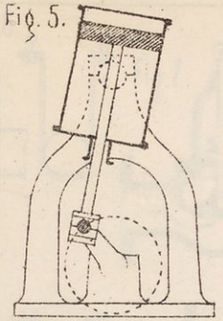


Fig. 6.

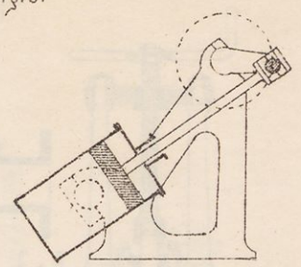


Fig. 7.

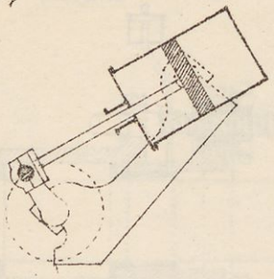


Fig. 8.

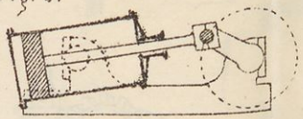


Fig. 9.

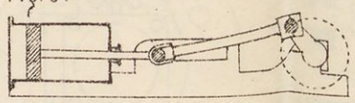


Fig. 10.

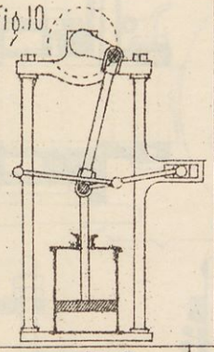


Fig. 11.

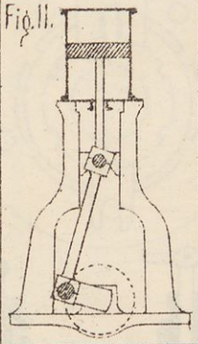


Fig. 12.

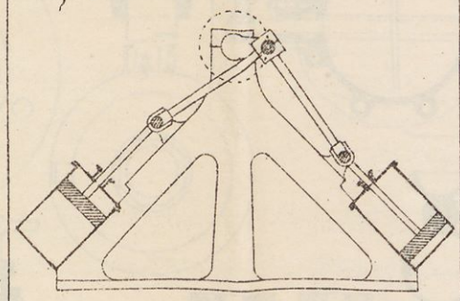


Fig. 13.

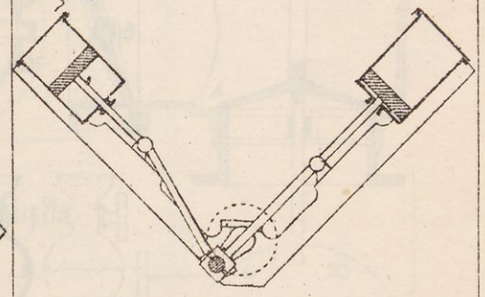


Fig. 14.

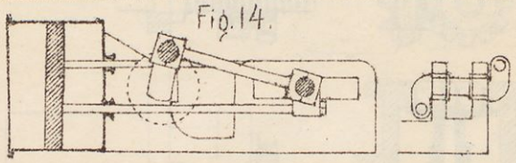


Fig. 15.

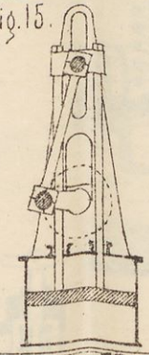


Fig. 16.

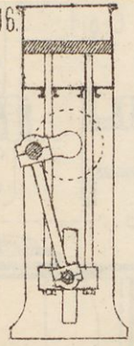


Fig. 17.

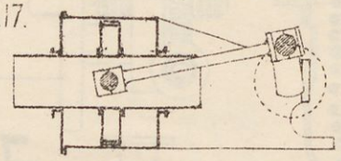


Fig. 18.

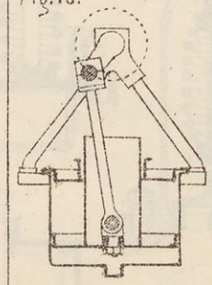


Fig. 19.

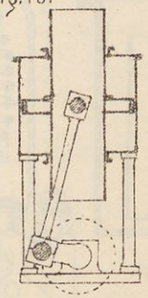


Fig. 20.

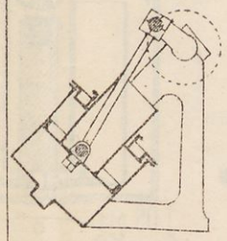


Fig. 21

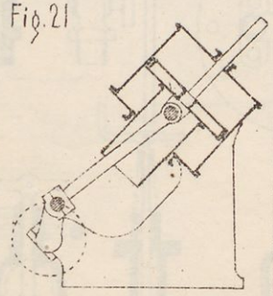


Fig. 22.

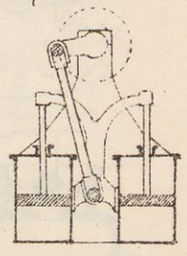


Fig. 23.

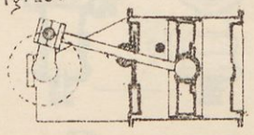


Fig. 24.

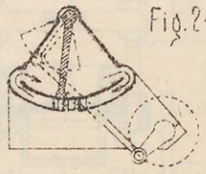


Fig. 25

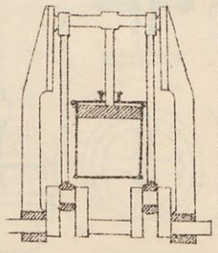


Fig. 26

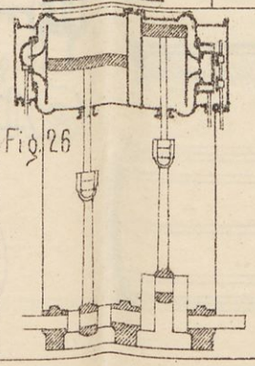


Fig. 27

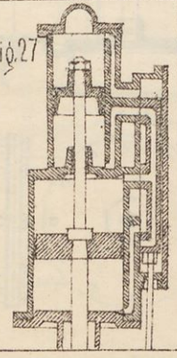


Fig. 28.

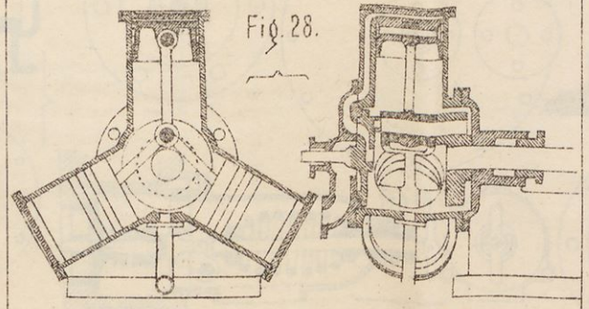


Fig. 29.

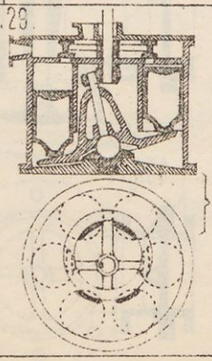
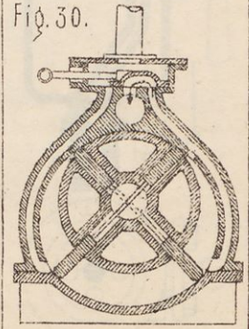
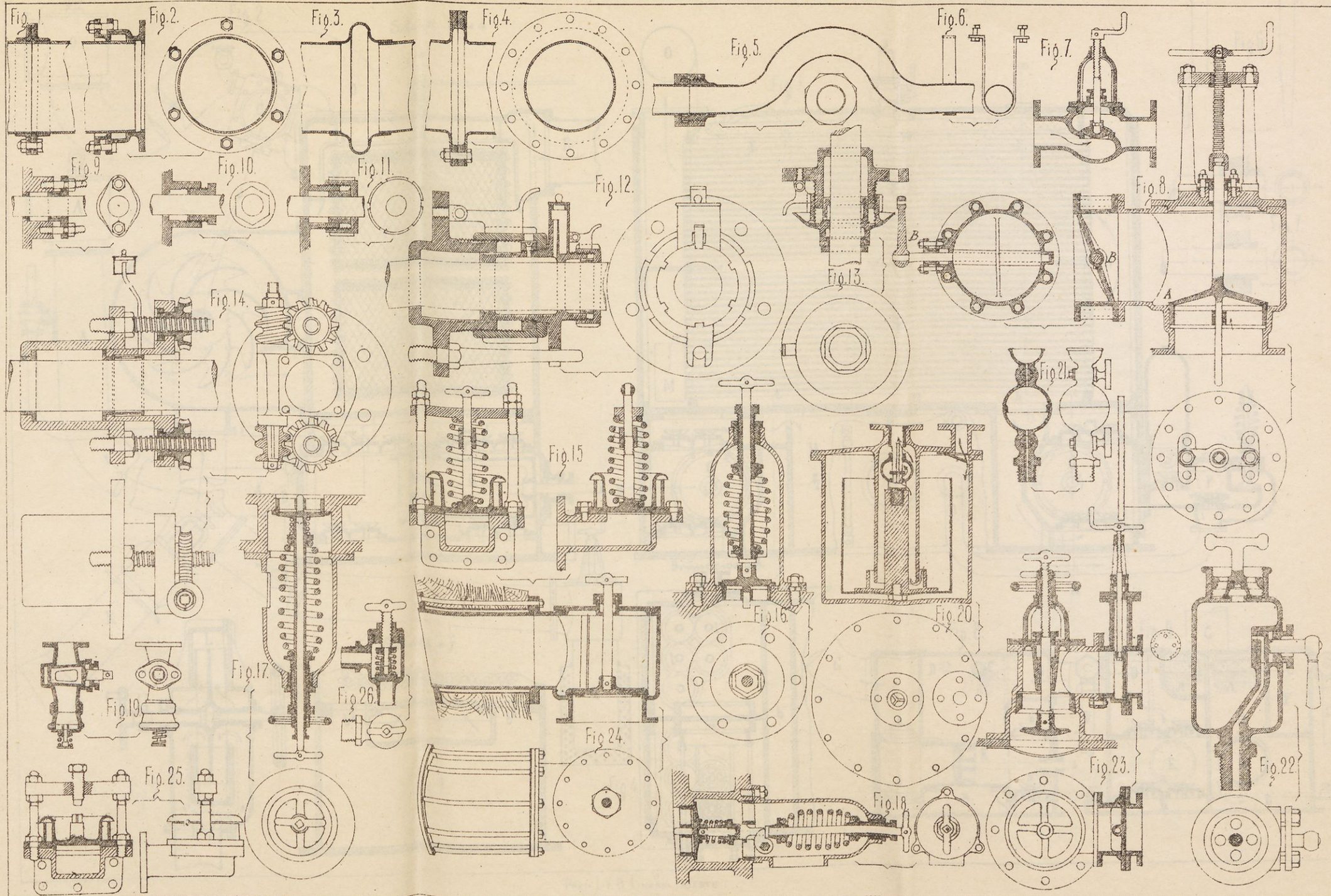


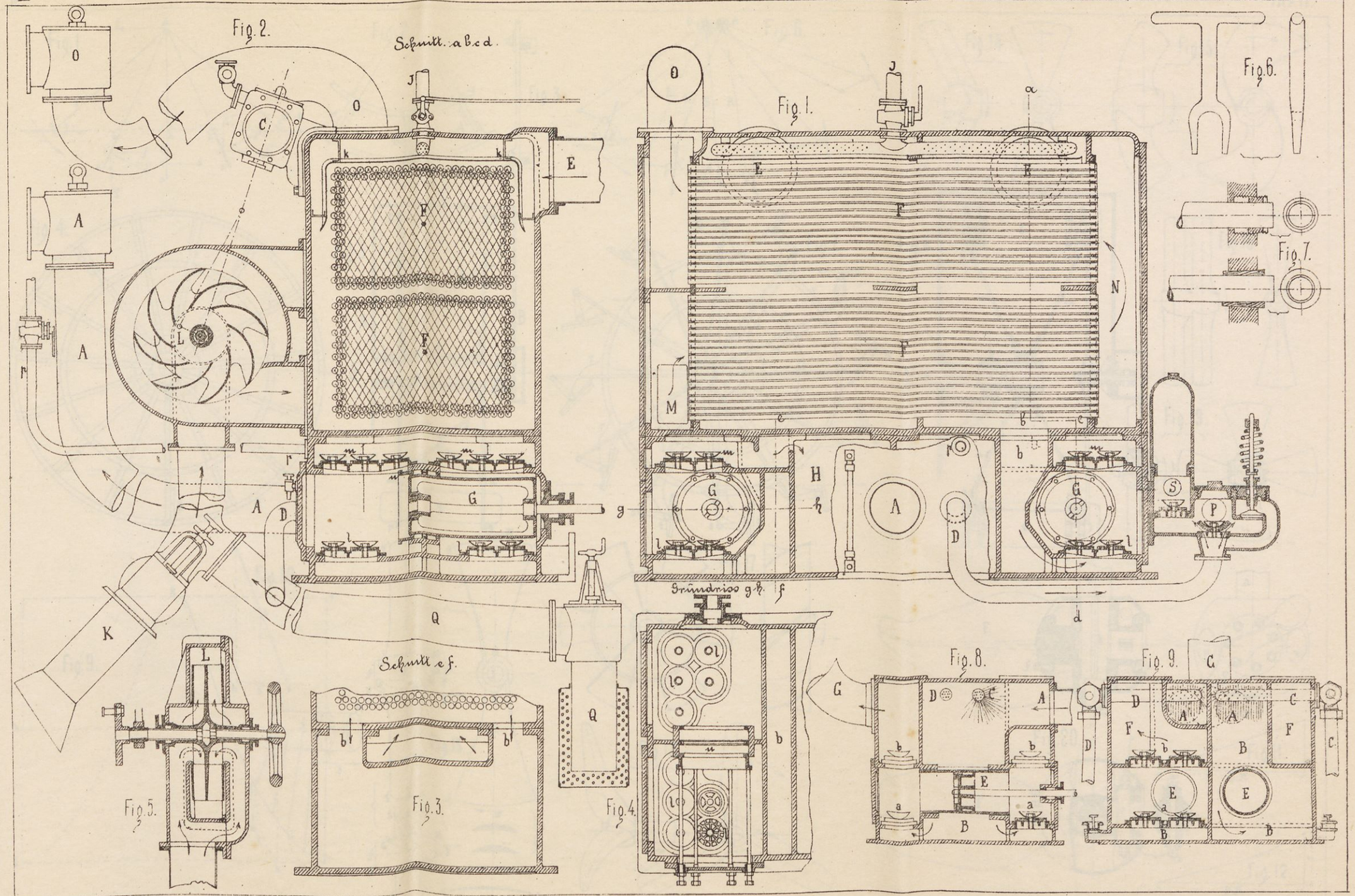
Fig. 30.



Pr. Lit. Linassi, Trieste.



Prem. Lit. B. Lnassi Trieste.



Prem. Lit. B. Linassi Trieste.

Fig. 1

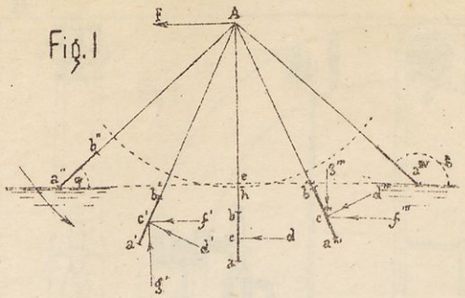


Fig. 2.

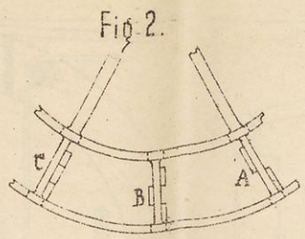


Fig. 3.

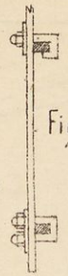


Fig. 6.

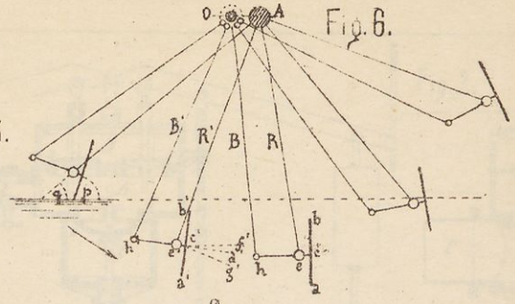


Fig. 14.

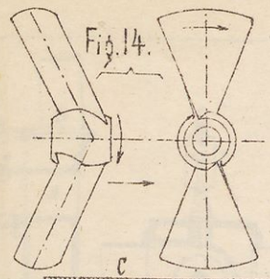


Fig. 15.

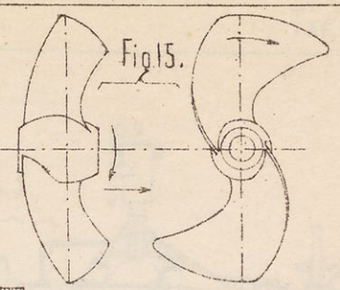


Fig. 4.

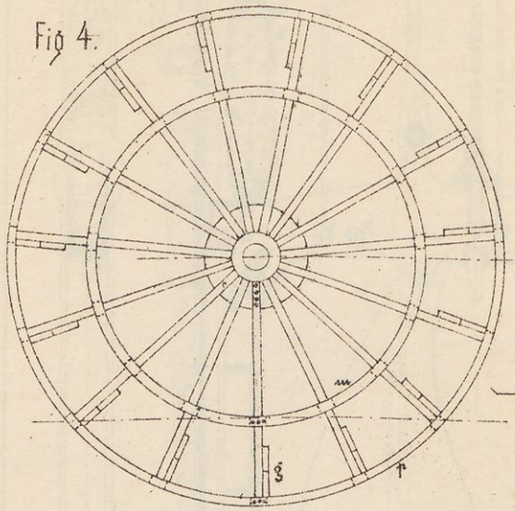


Fig. 5.

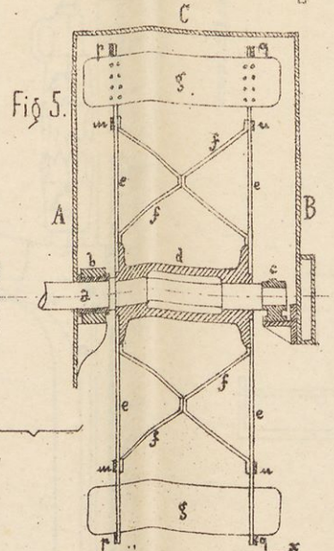


Fig. 7.

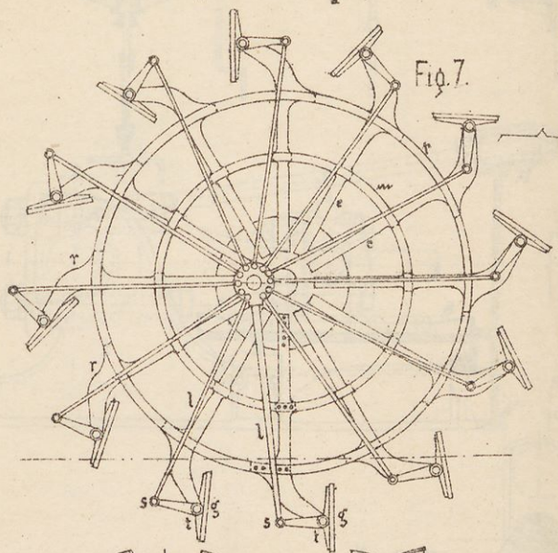


Fig. 8.

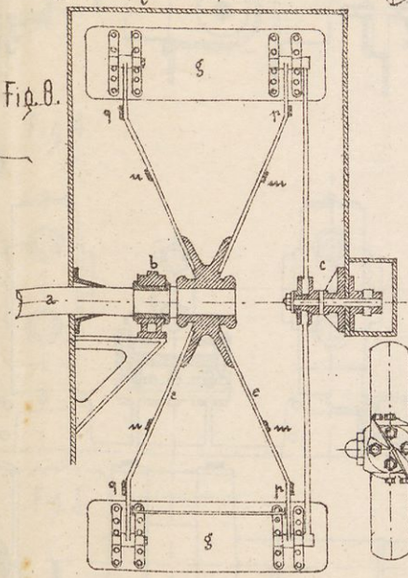


Fig. 16

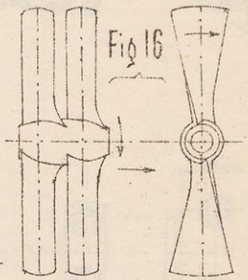


Fig. 19.

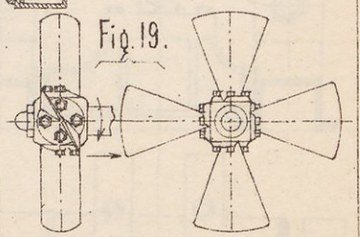


Fig. 10.

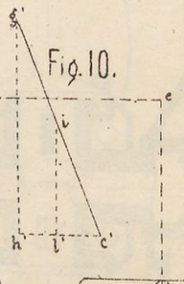


Fig. 9.

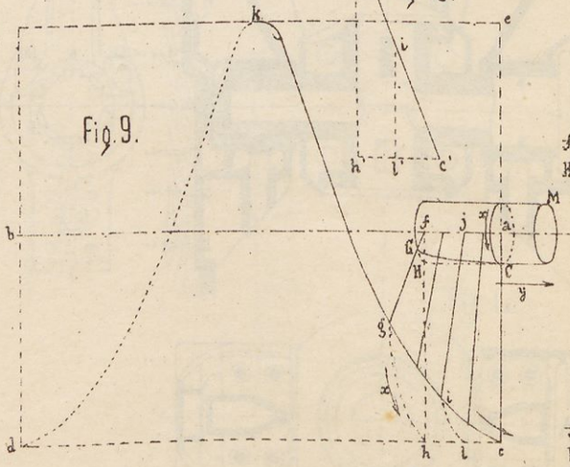


Fig. 13.

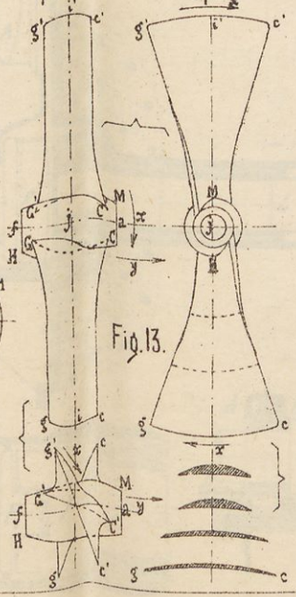


Fig. 17.

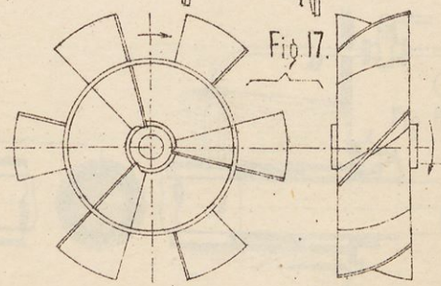
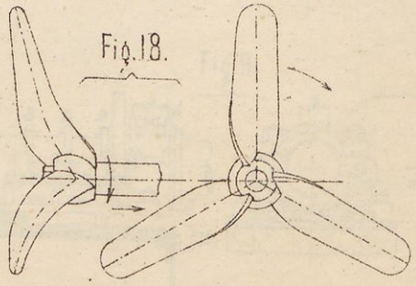
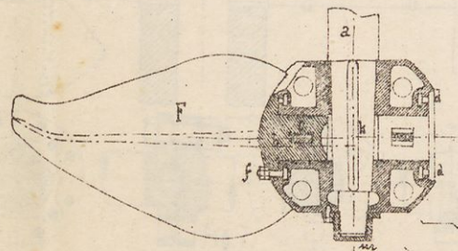


Fig. 18.





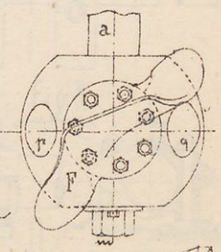


Fig. 20.

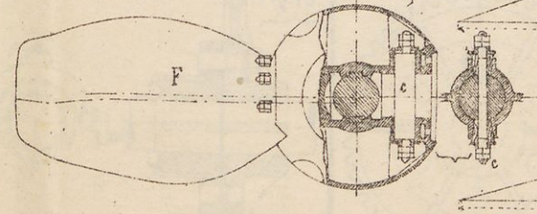


Fig. 11.

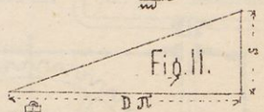
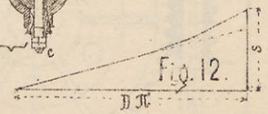


Fig. 12.



Pr. Lit. Linassi. Trieste.

Fig. 1

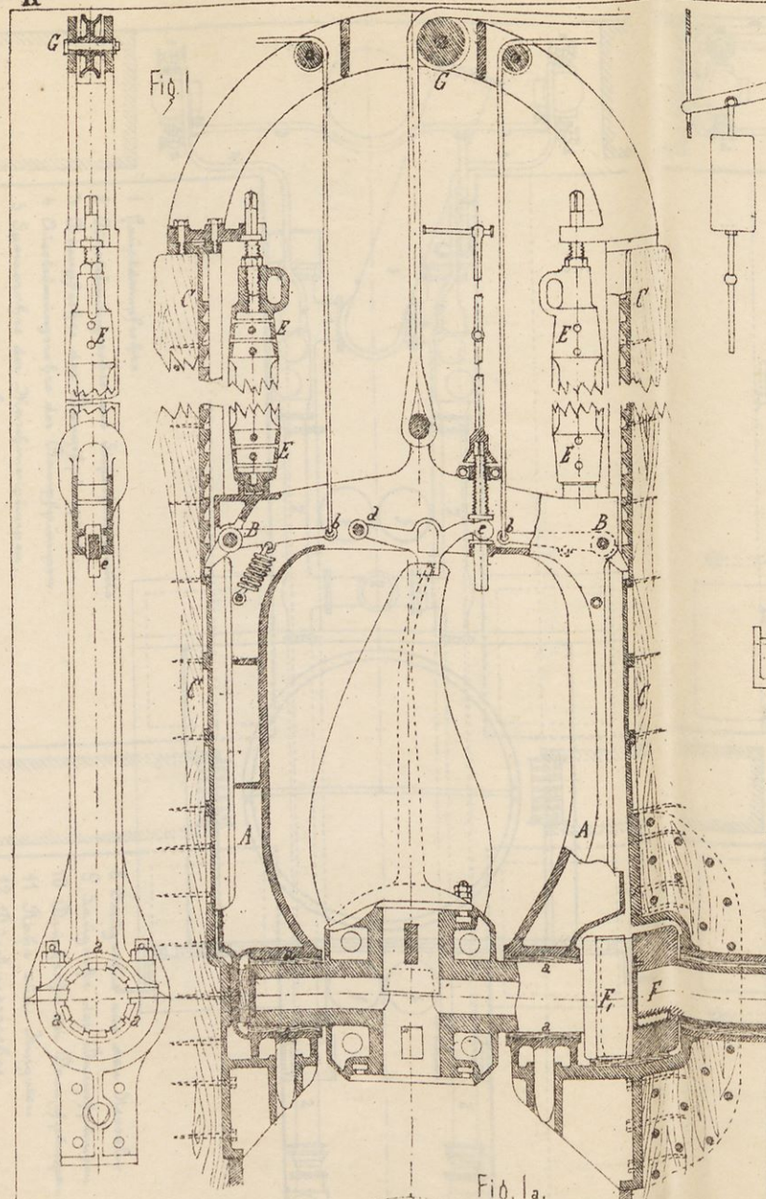
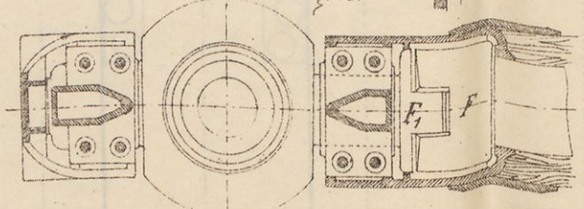


Fig. 1a.



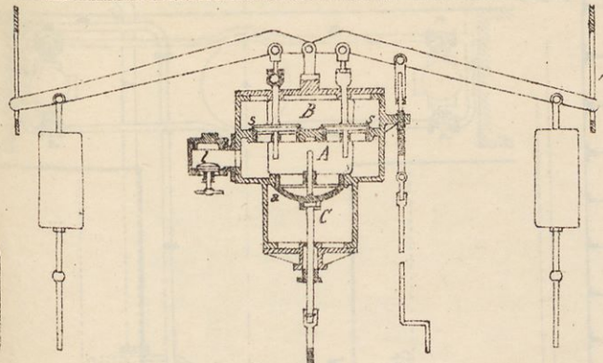


Fig. 2.

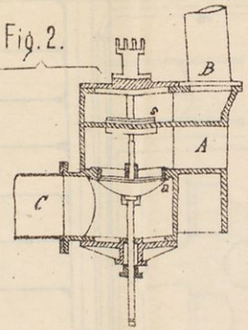


Fig. 3.

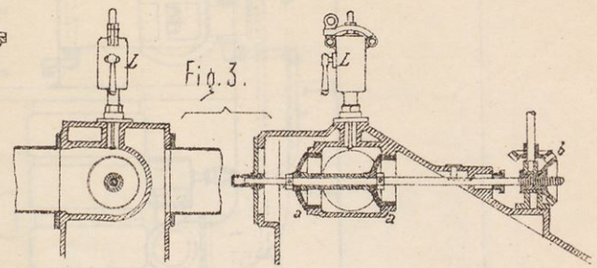


Fig. 4.

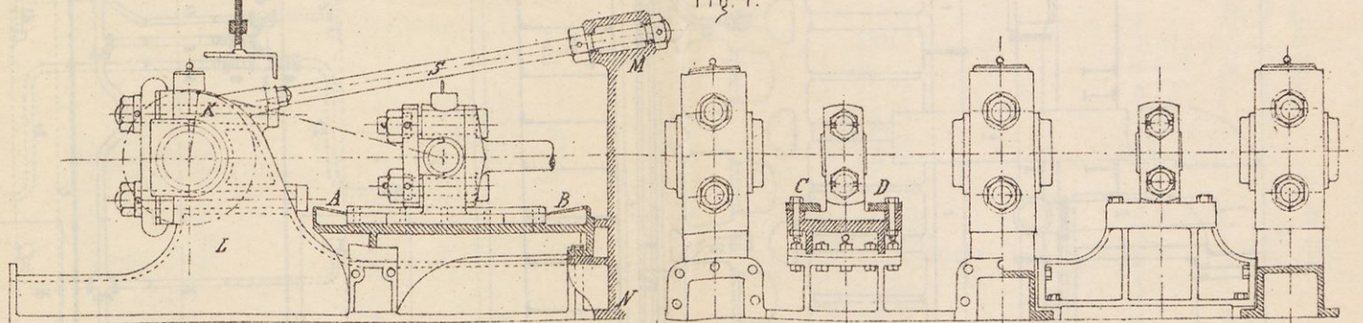
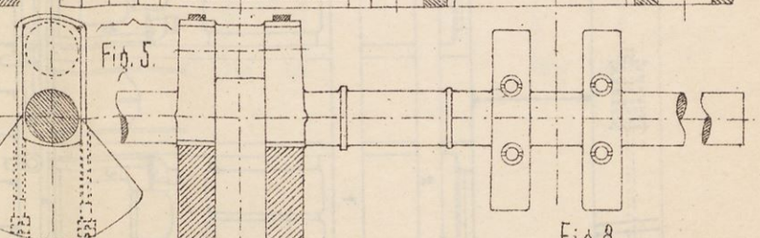


Fig. 5.



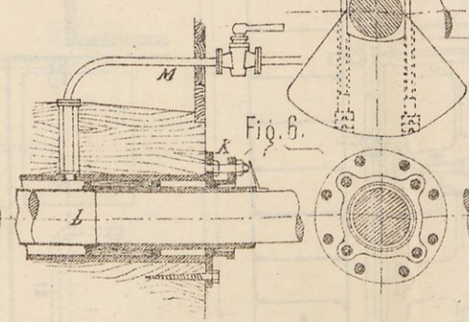


Fig. 6.

Fig. 7.

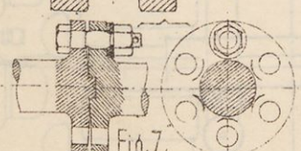


Fig. 8

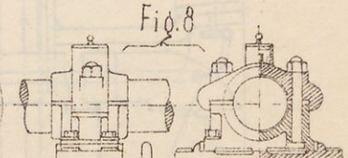


Fig. 9.

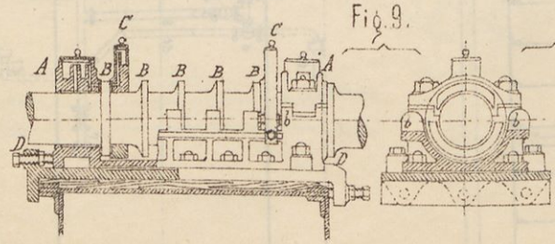
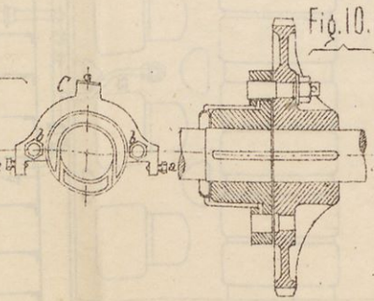
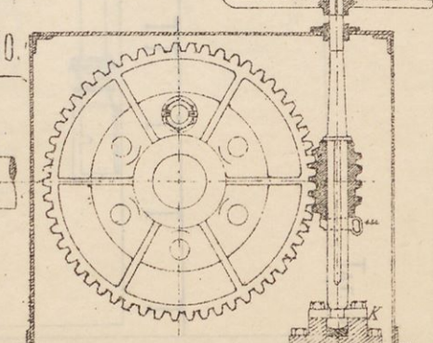
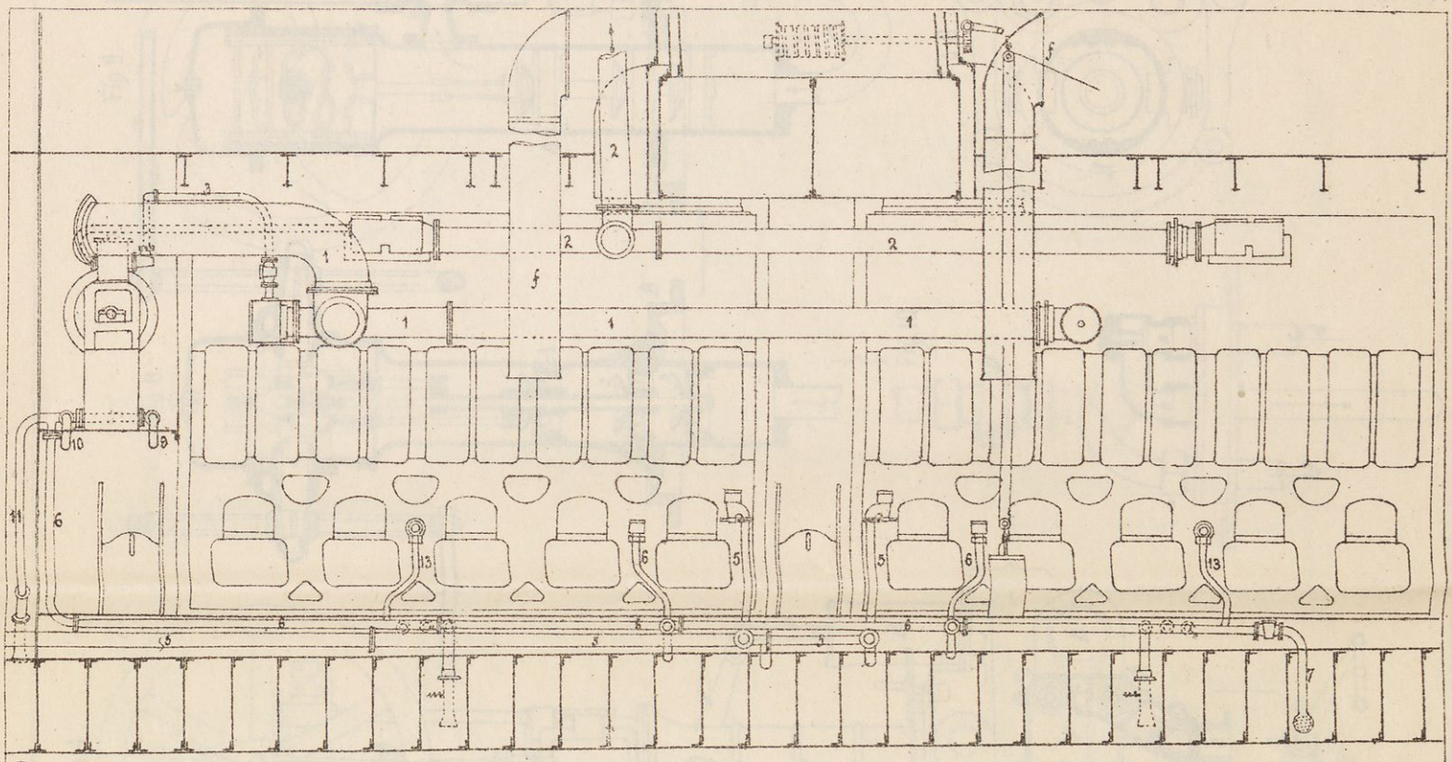


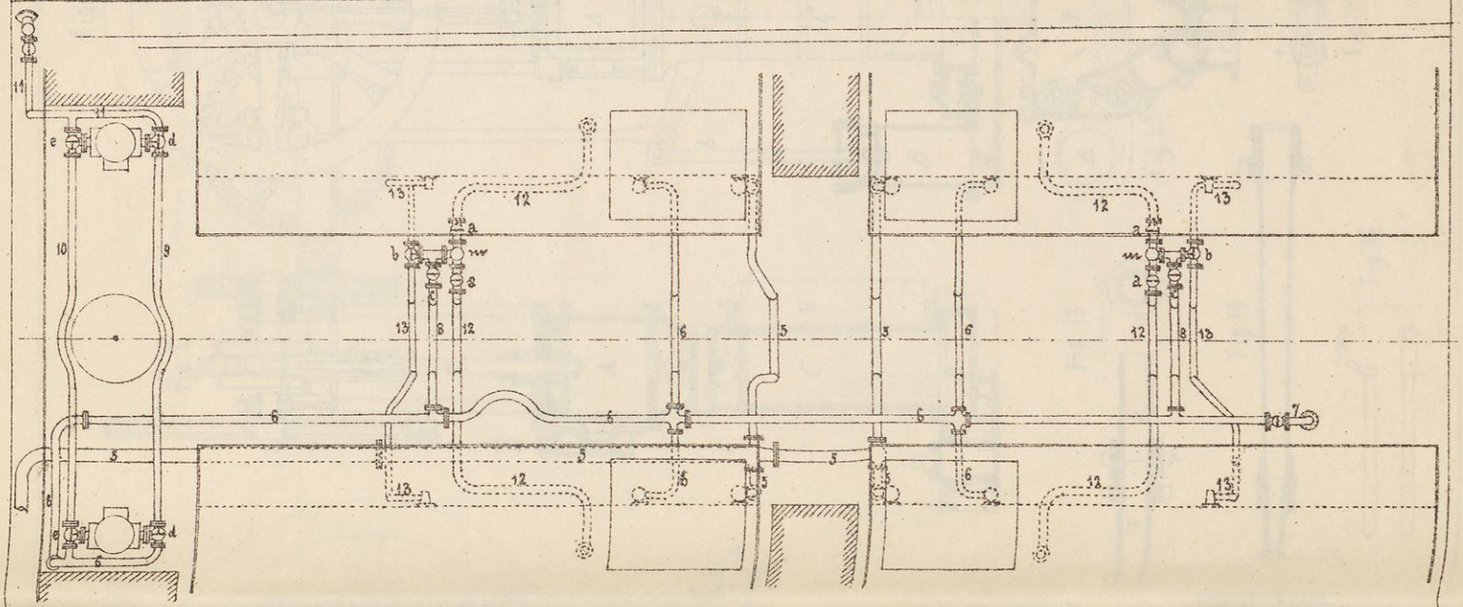
Fig. 10.

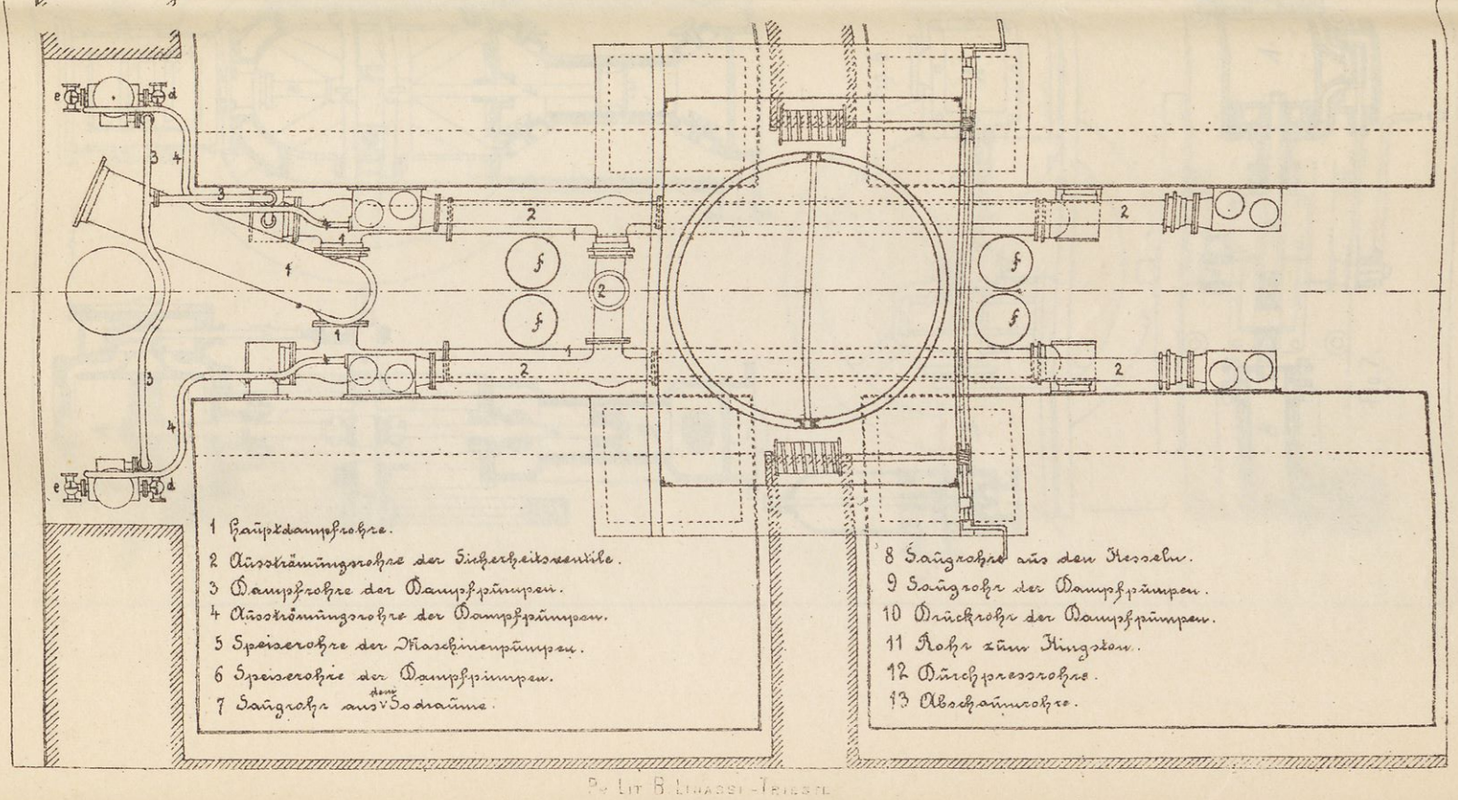




Pr. Lit. Linassi, Trieste.



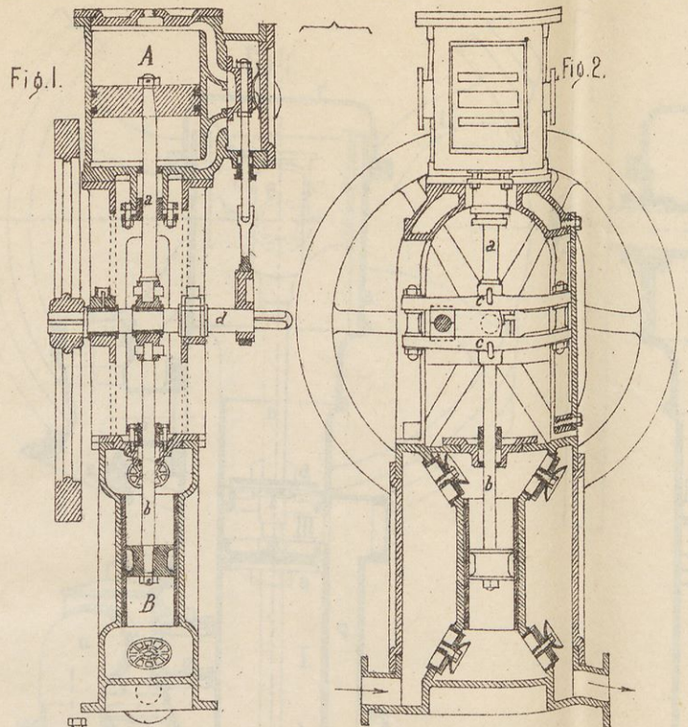


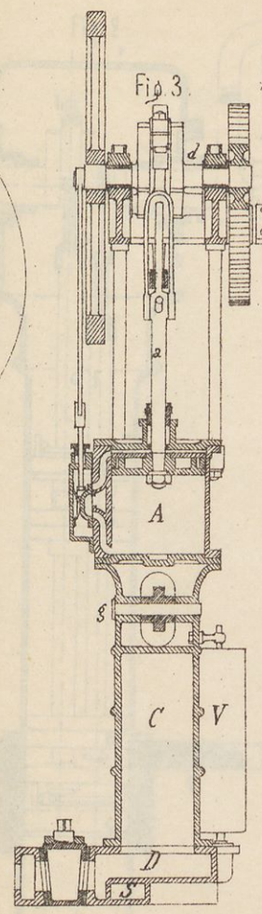


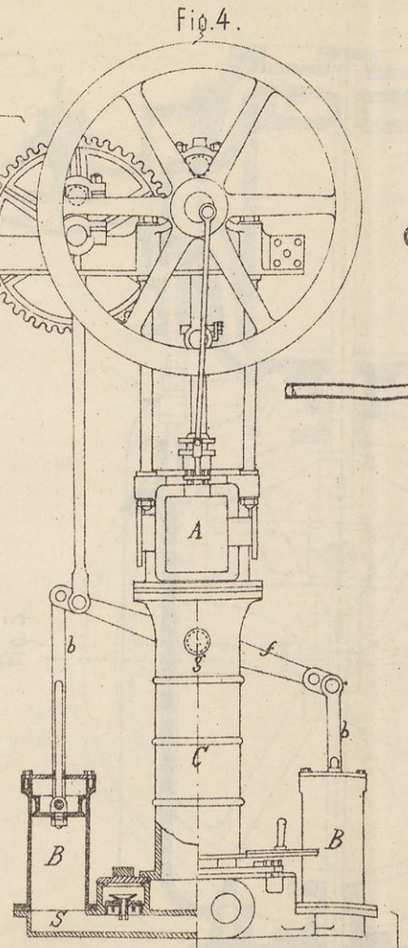
1 Hauptdampfrohre.
2 Ausströmungsrohre der Sicherheitsventile.
3 Dampfrohre der Dampfpumpen.
4 Ausströmungsrohre der Dampfpumpen.
5 Speiserohre der Maschinenpumpen.
6 Speiserohre der Dampfpumpen.
7 Saugrohr aus dem Bodraume.

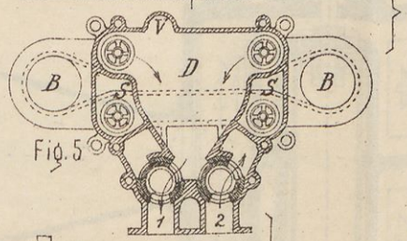
8 Saugrohre aus den Kesseln.
9 Saugrohr der Dampfpumpen.
10 Druckrohr der Dampfpumpen.
11 Rohr zum Kingston.
12 Durchpressrohre.
13 Abschaumrohre.

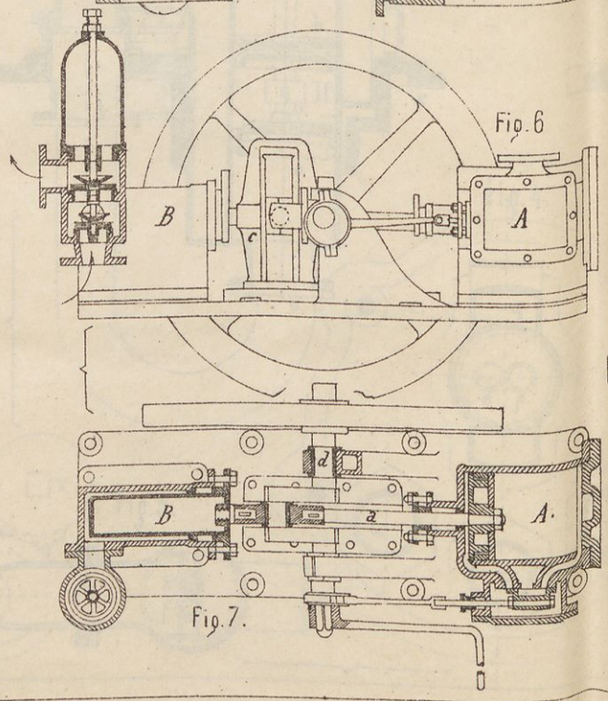
Pr. Lit. B. Lussi - Triest.

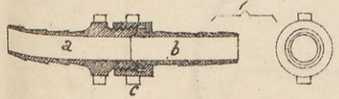


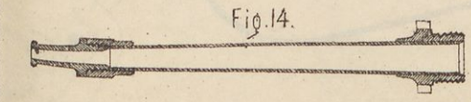


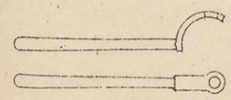


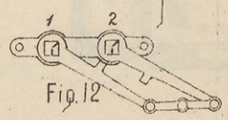


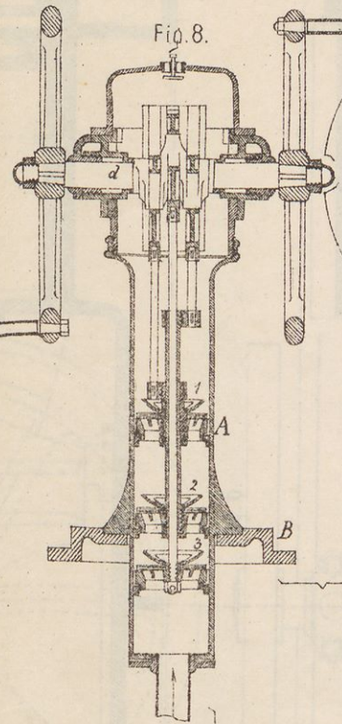


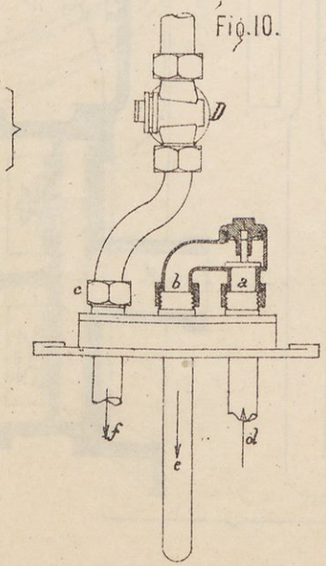


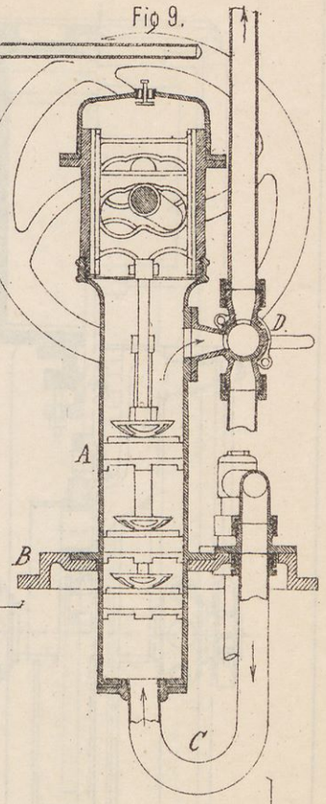


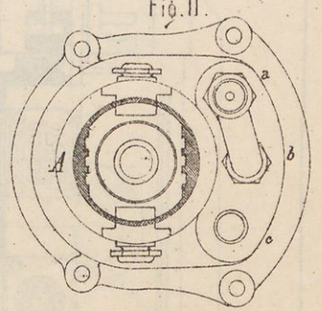




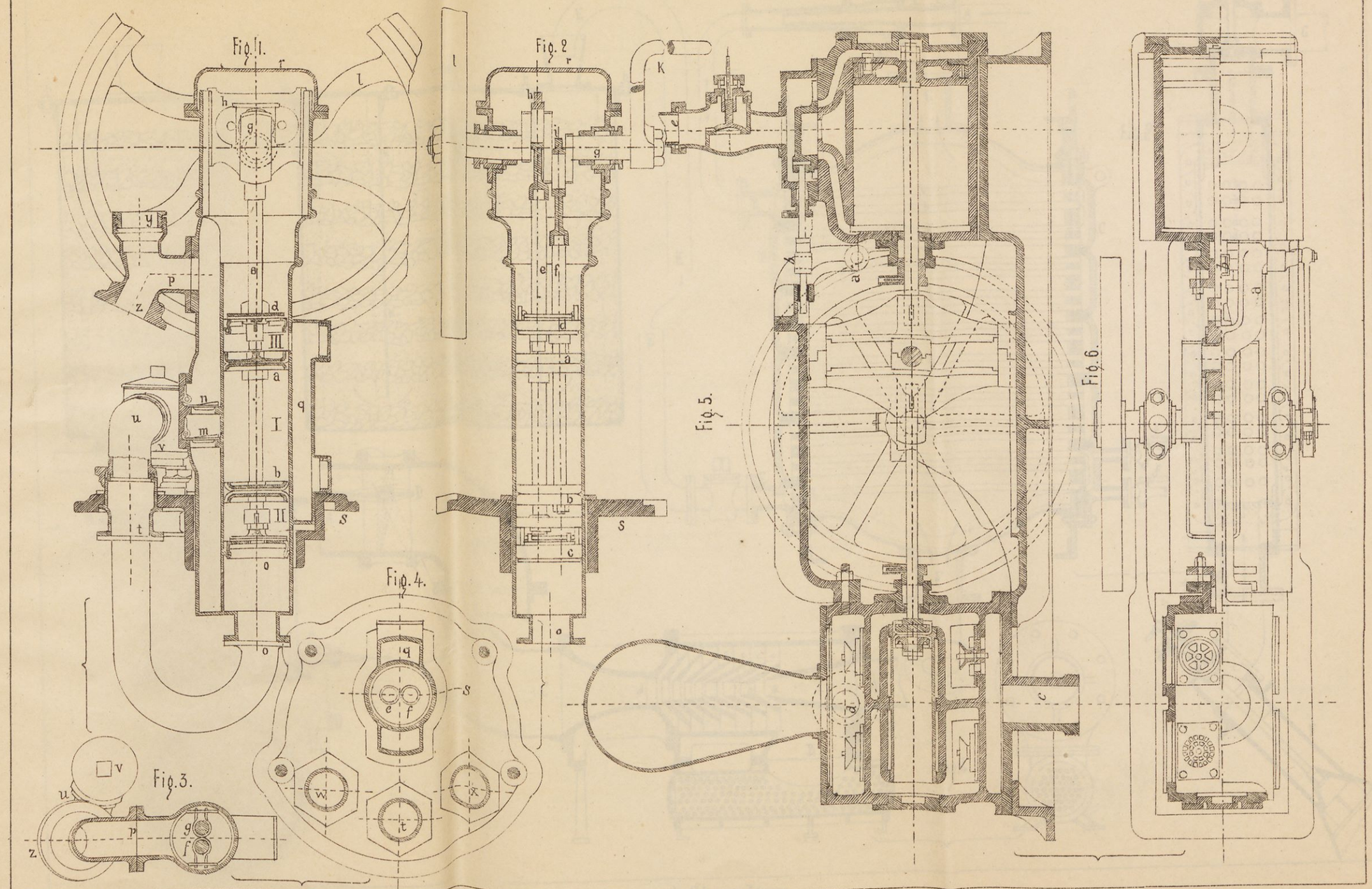




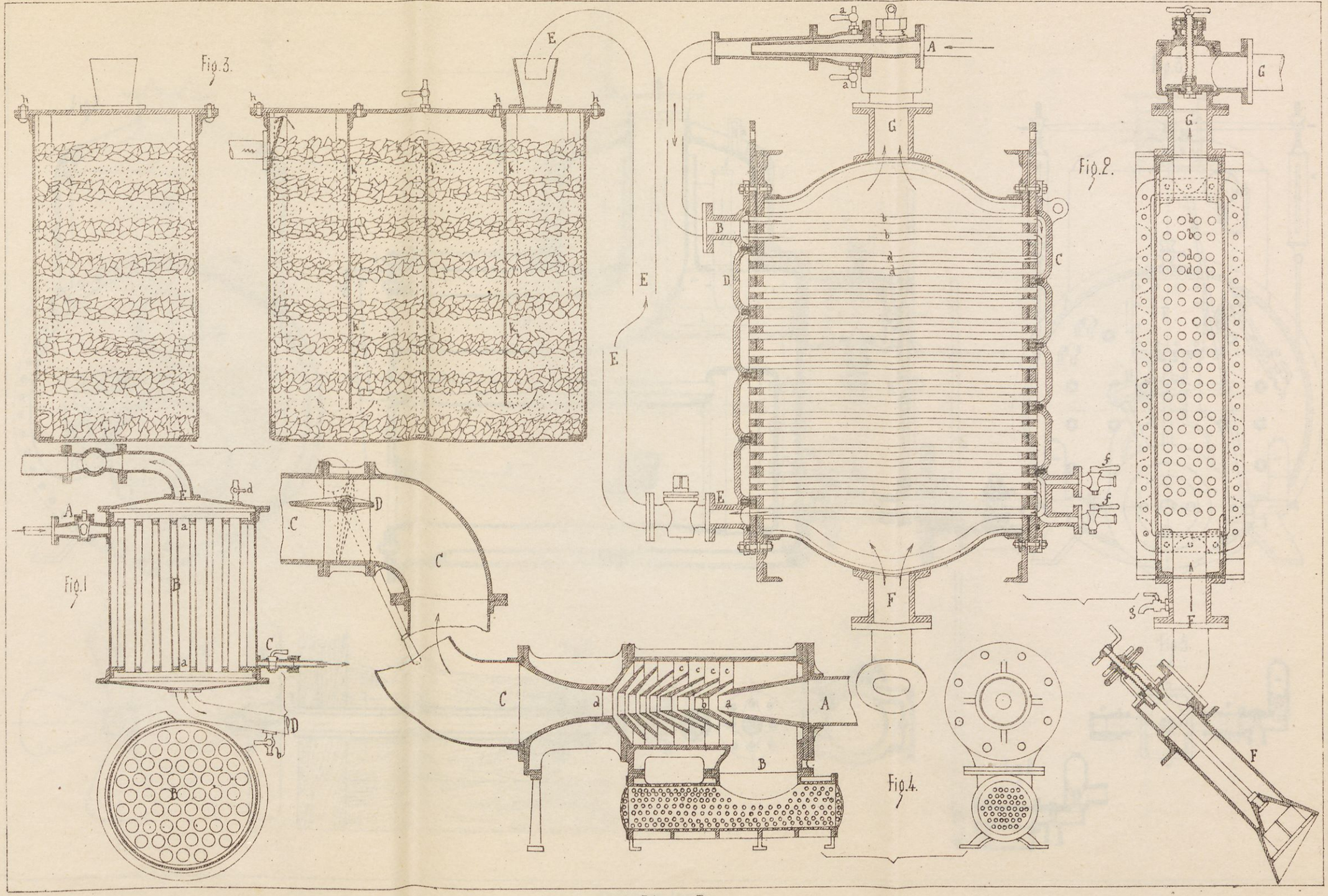




Prem Lit. Linassi, Trieste.



Lit. B. Linassi - Trieste.



Lit. B. Linassi - Trieste.

Fig. 2.

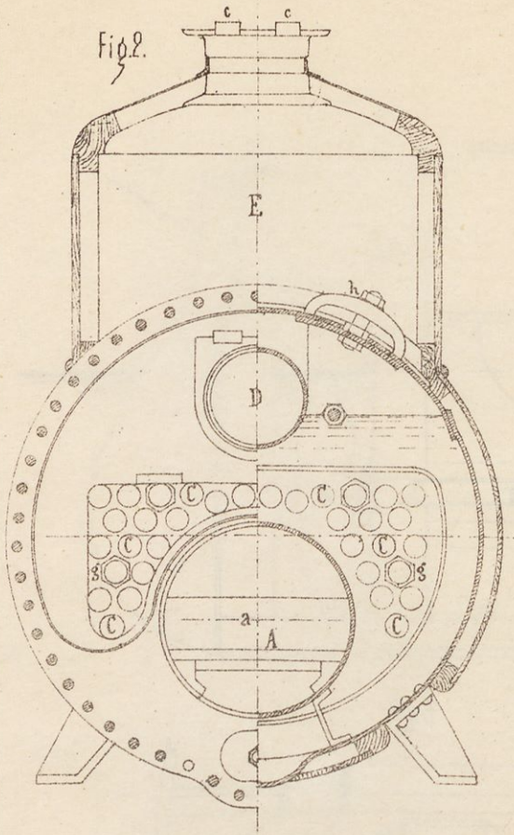


Fig. 1.

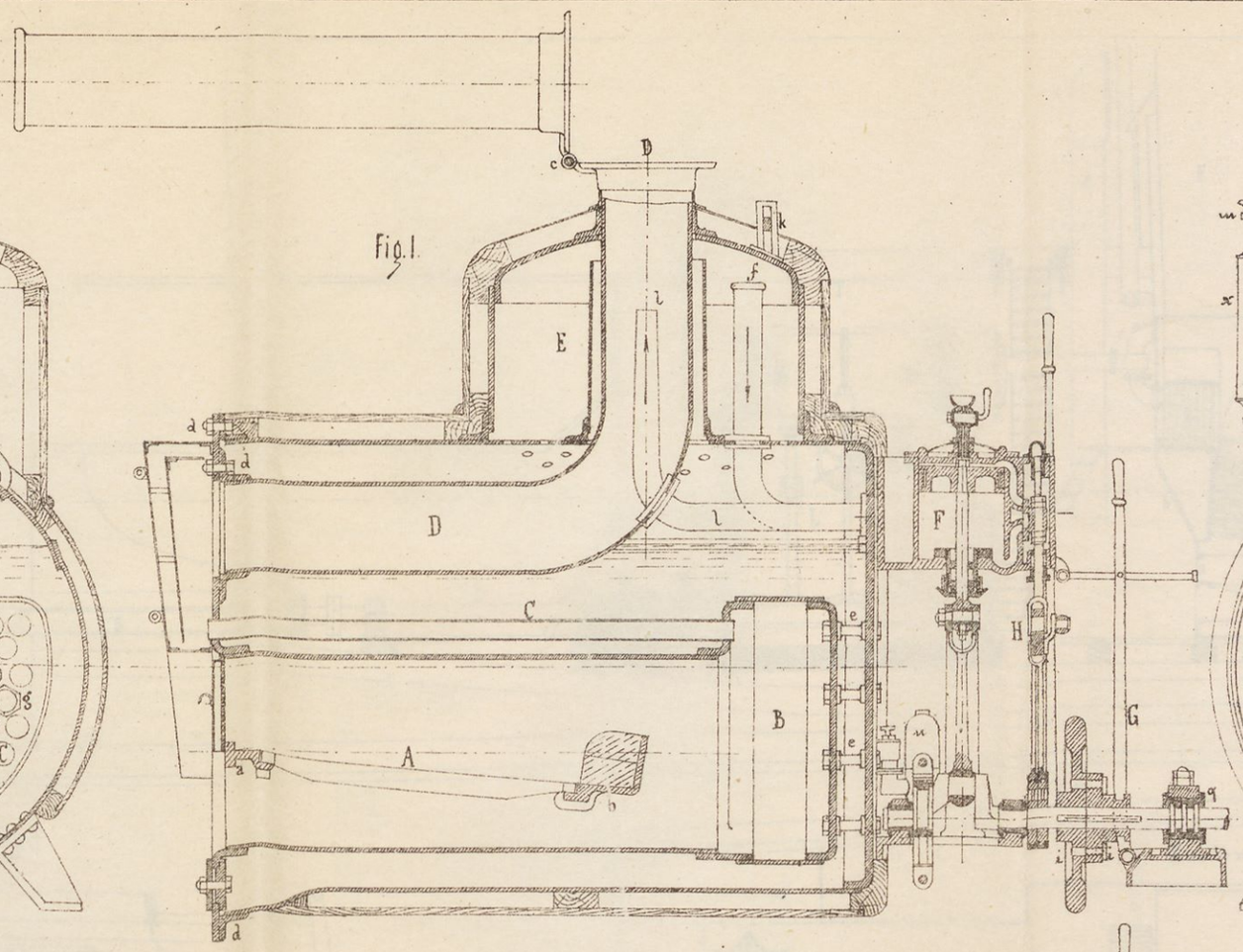


Fig. 3.

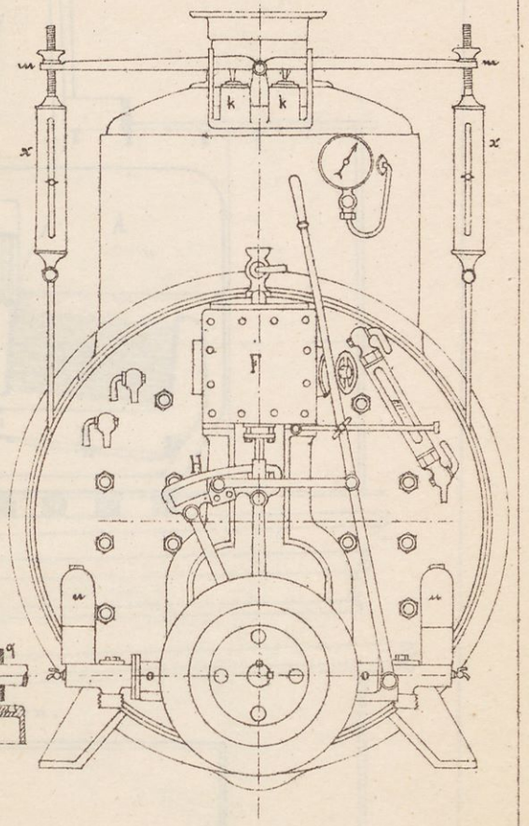
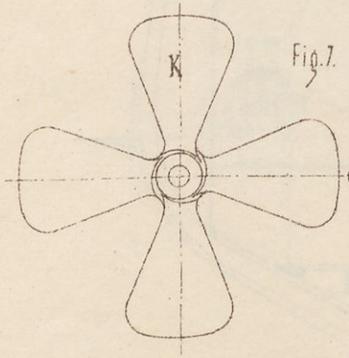


Fig. 7.



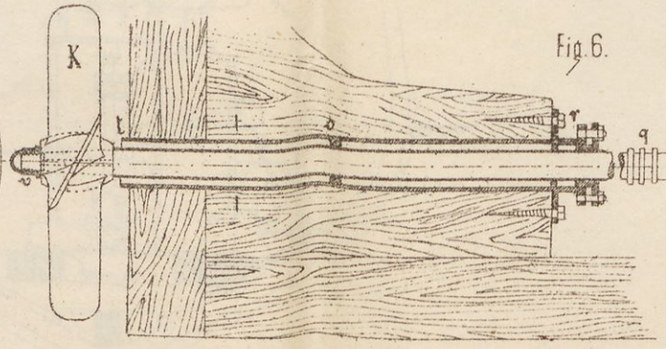


Fig. 6.

Fig. 4.

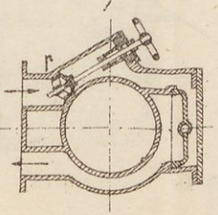


Fig. 5.

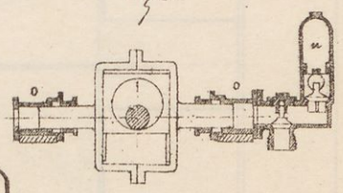
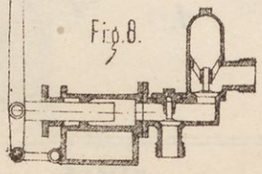


Fig. 8.



Lit. B. Linassi-Trieste.

Fig. 1.

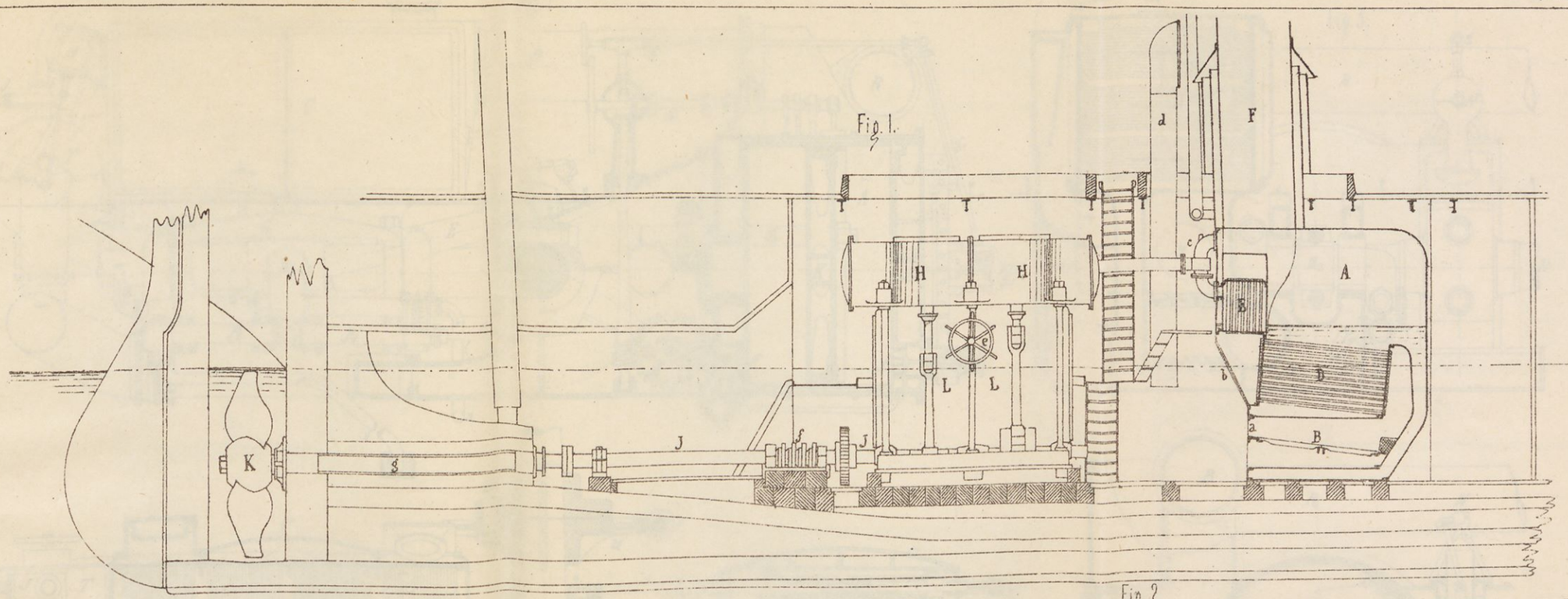


Fig 3

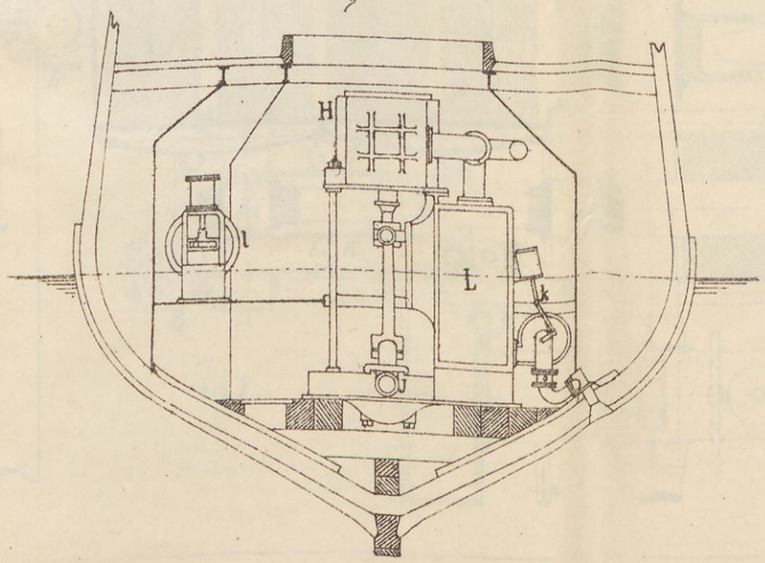
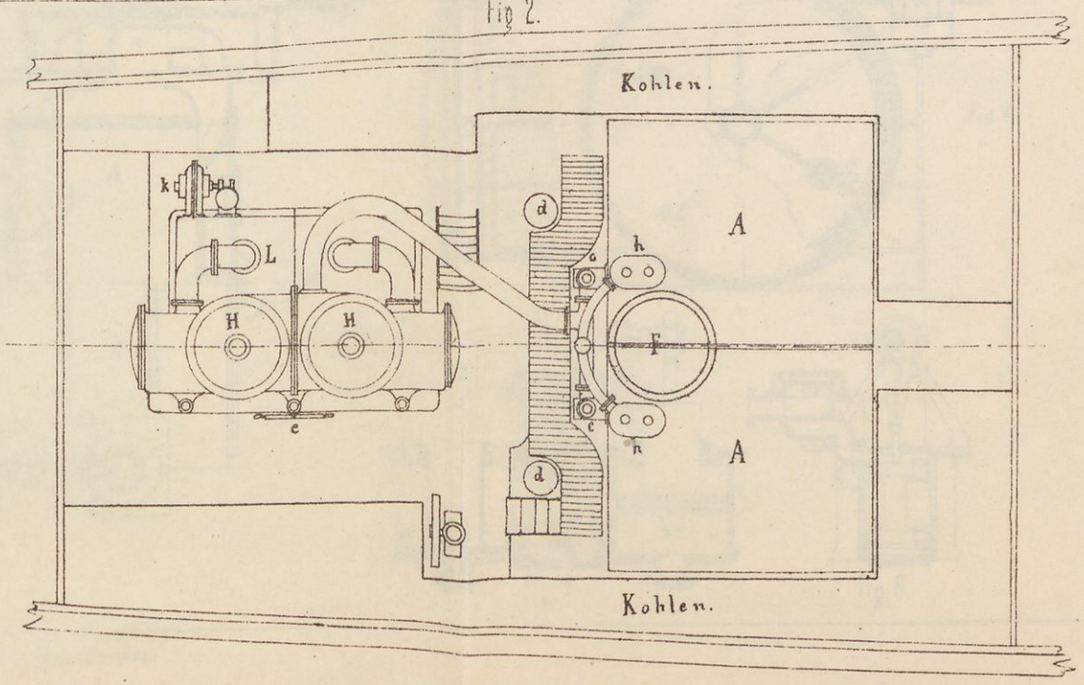
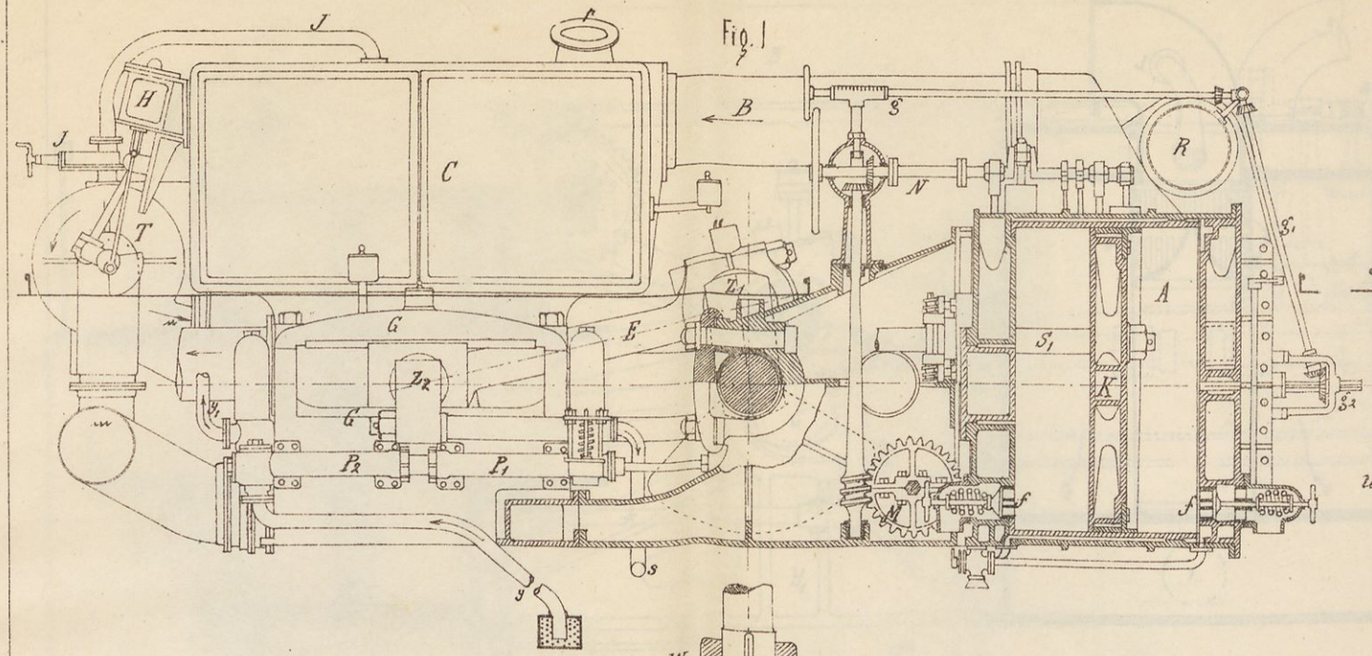
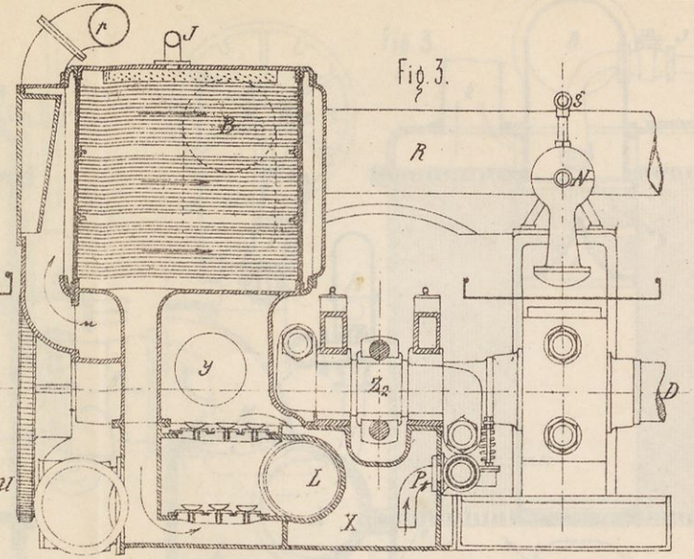


Fig 2.



Pr. Lit. B. Linassi Trieste.





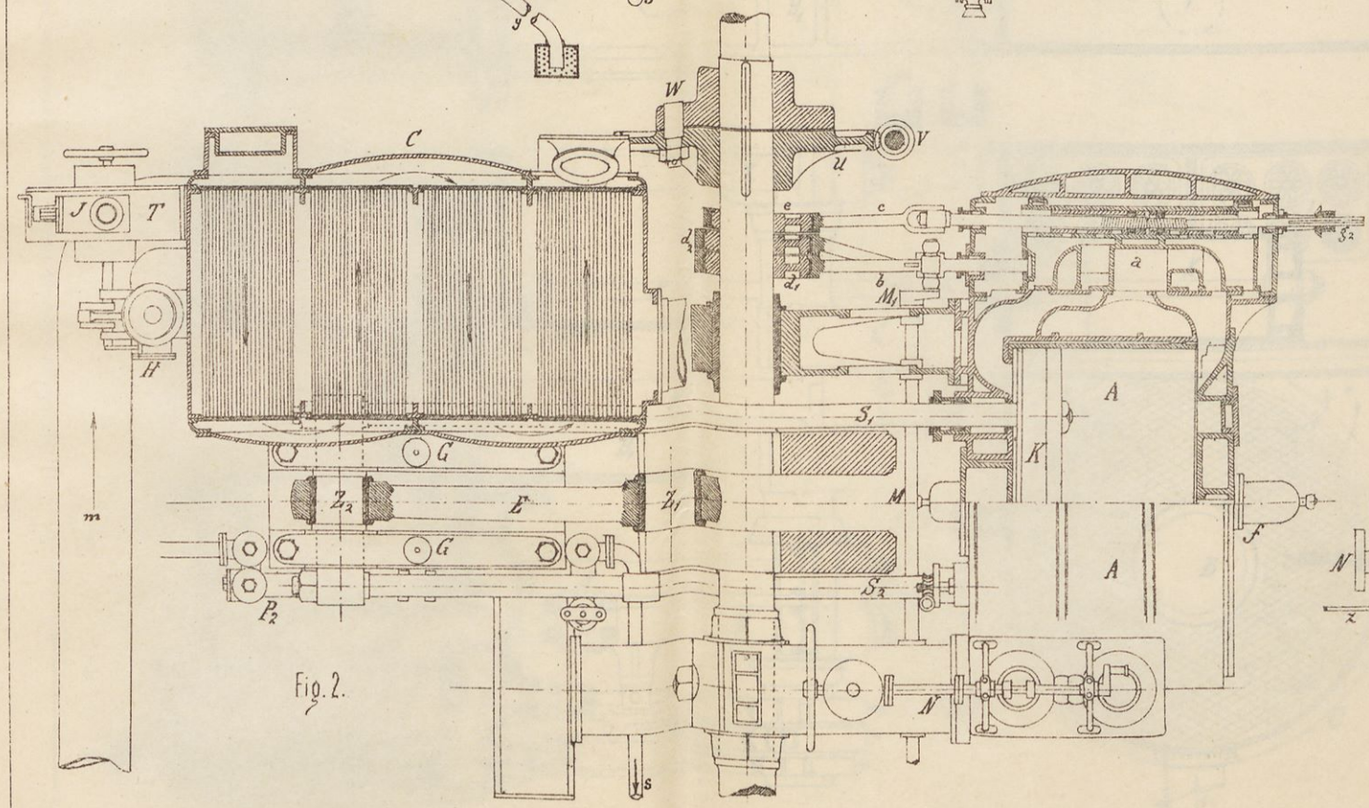


Fig. 2.

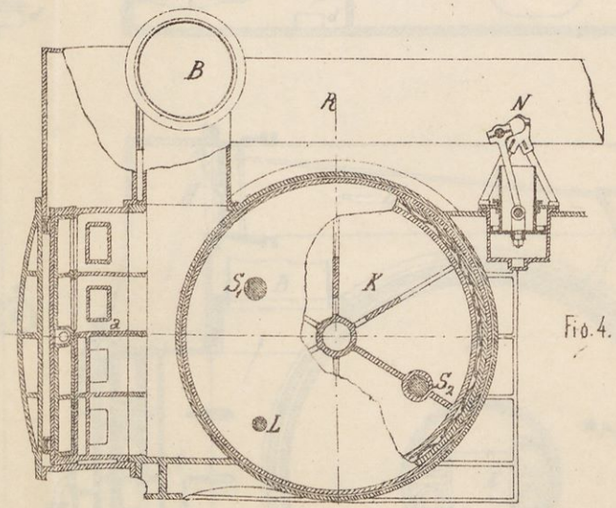


Fig. 4.

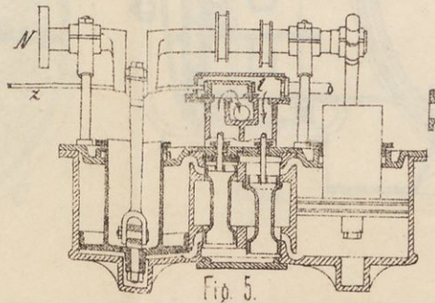


Fig. 5.

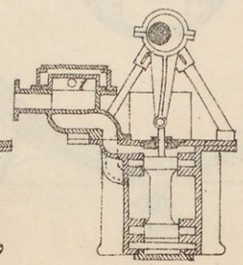
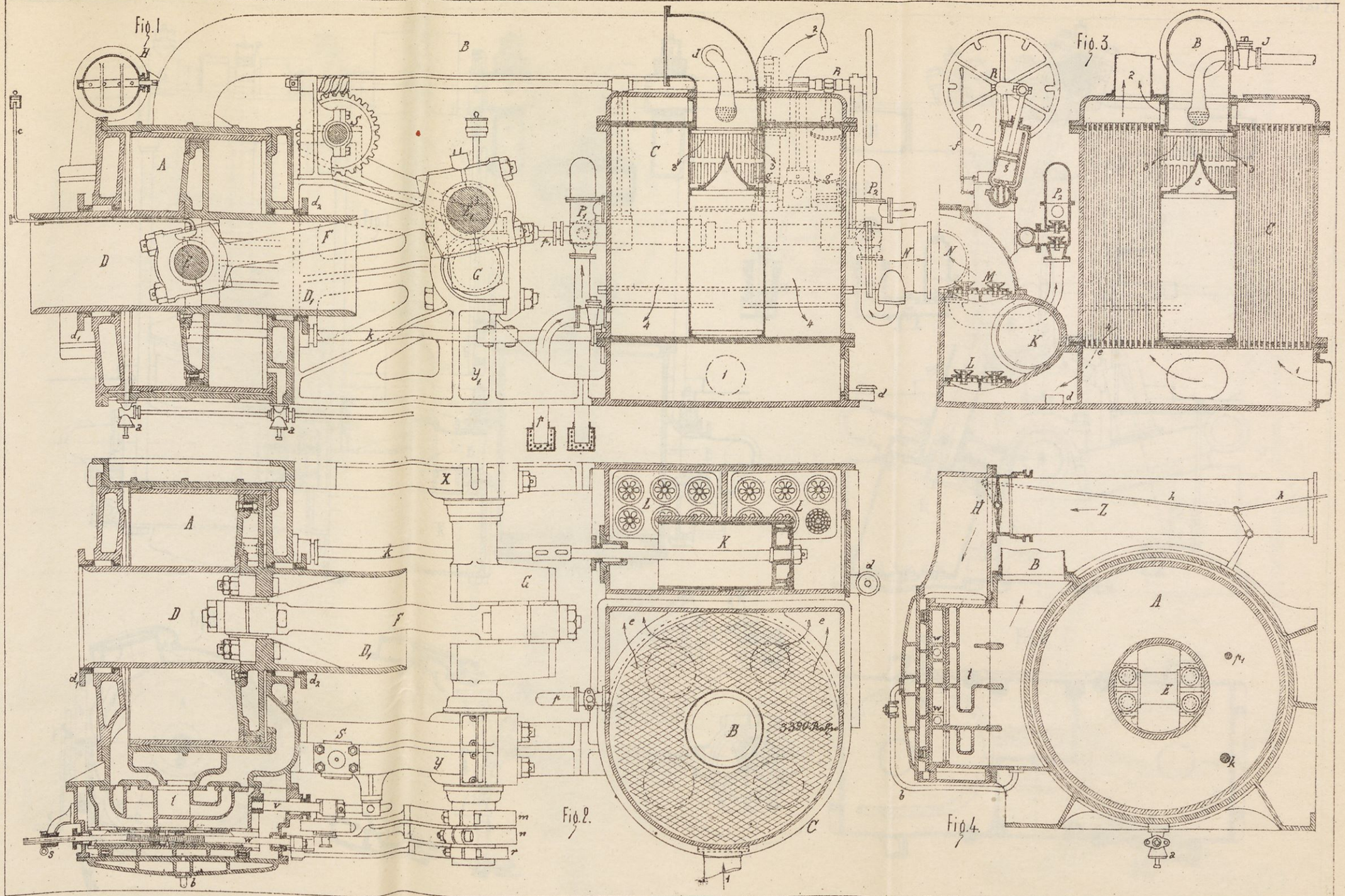


Fig. 6.

Pr. Lit. B. Linassi Trieste.



LIT. B. LINASSI-TRIESTE.

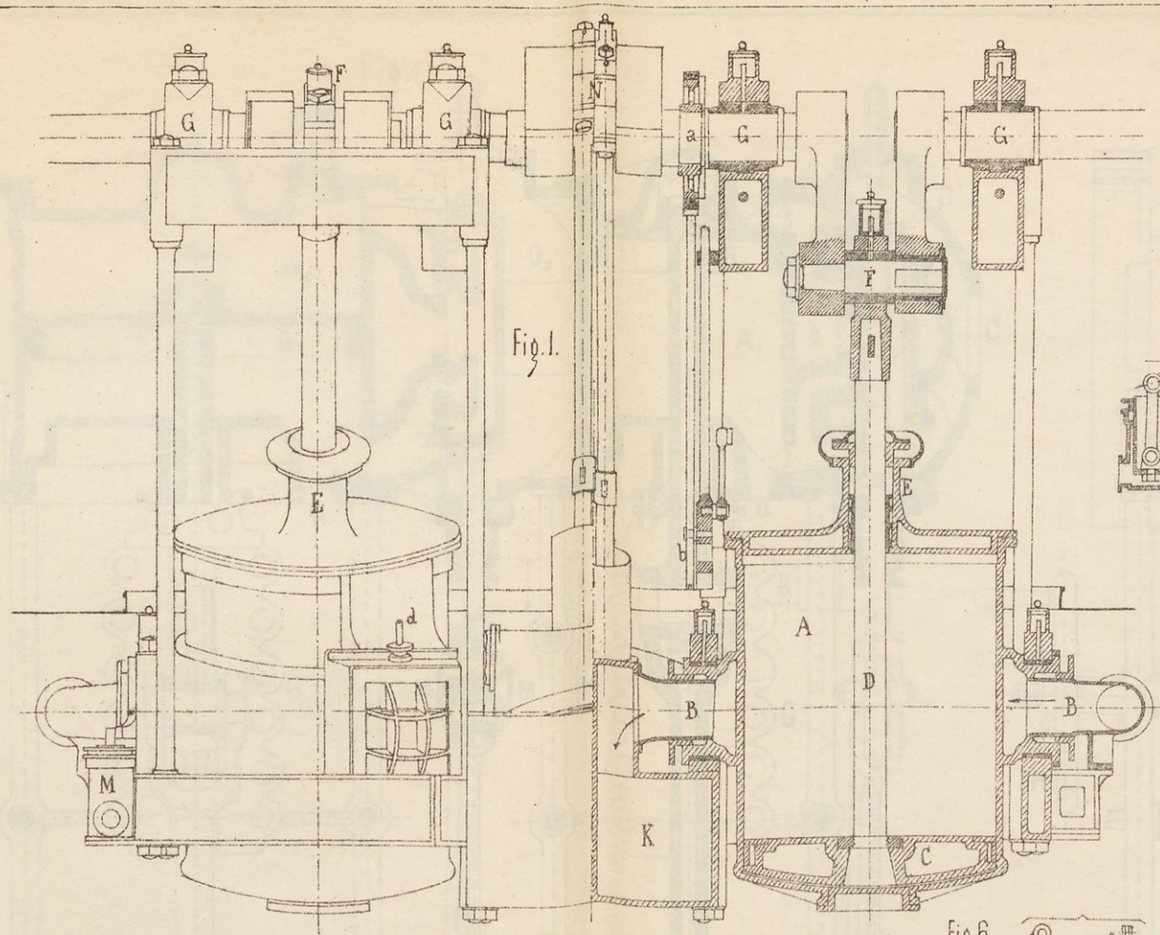


Fig. 1.

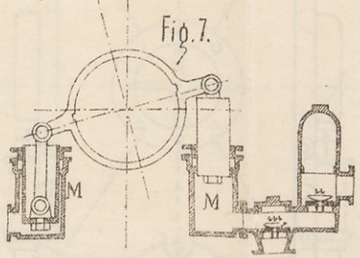


Fig. 7.

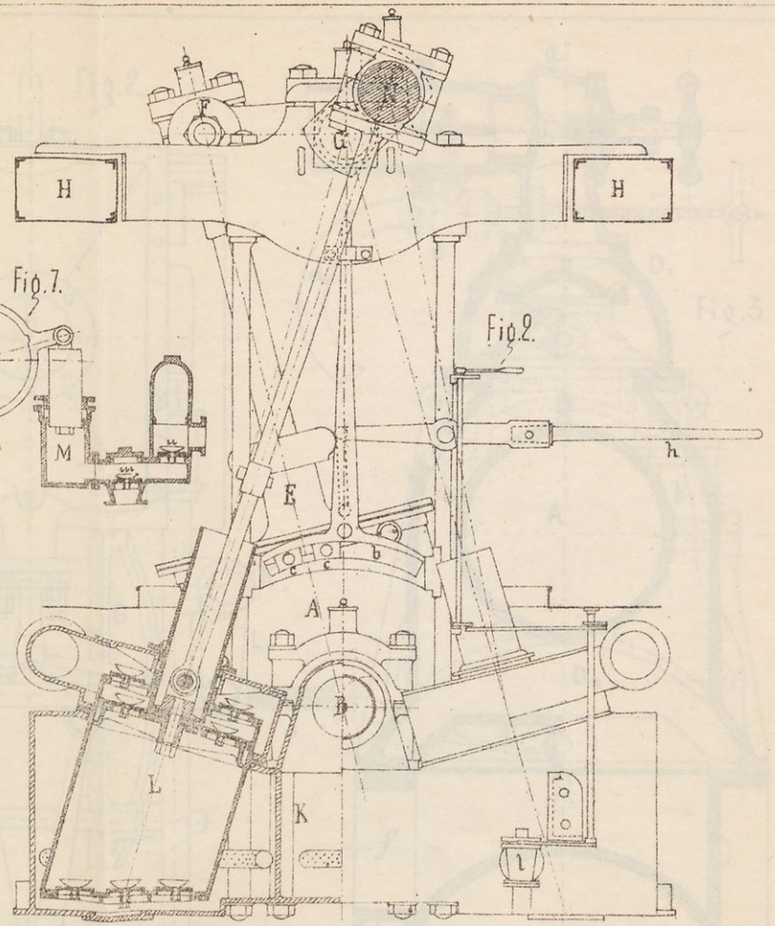


Fig. 2.

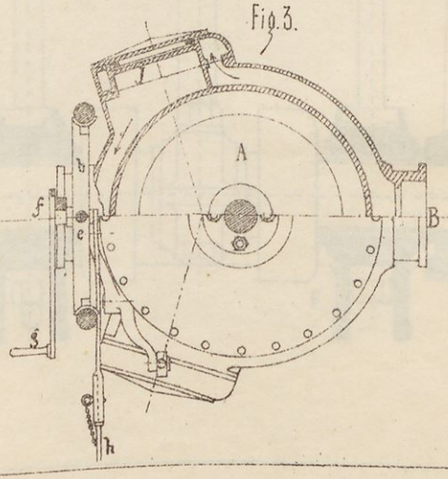


Fig. 3.

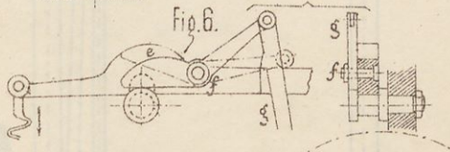


Fig. 6.

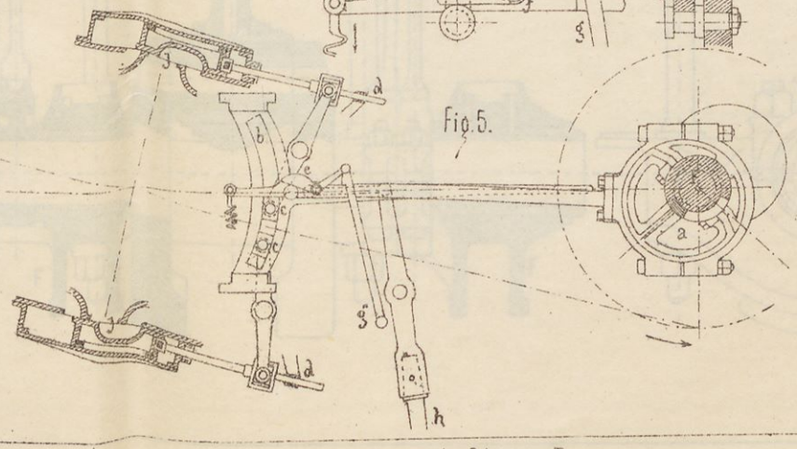


Fig. 5.

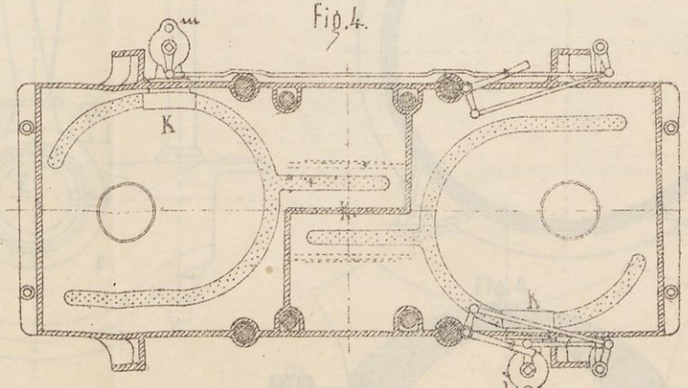


Fig. 4.

Lit. B. Linassi-Trieste.

Fig. 1.

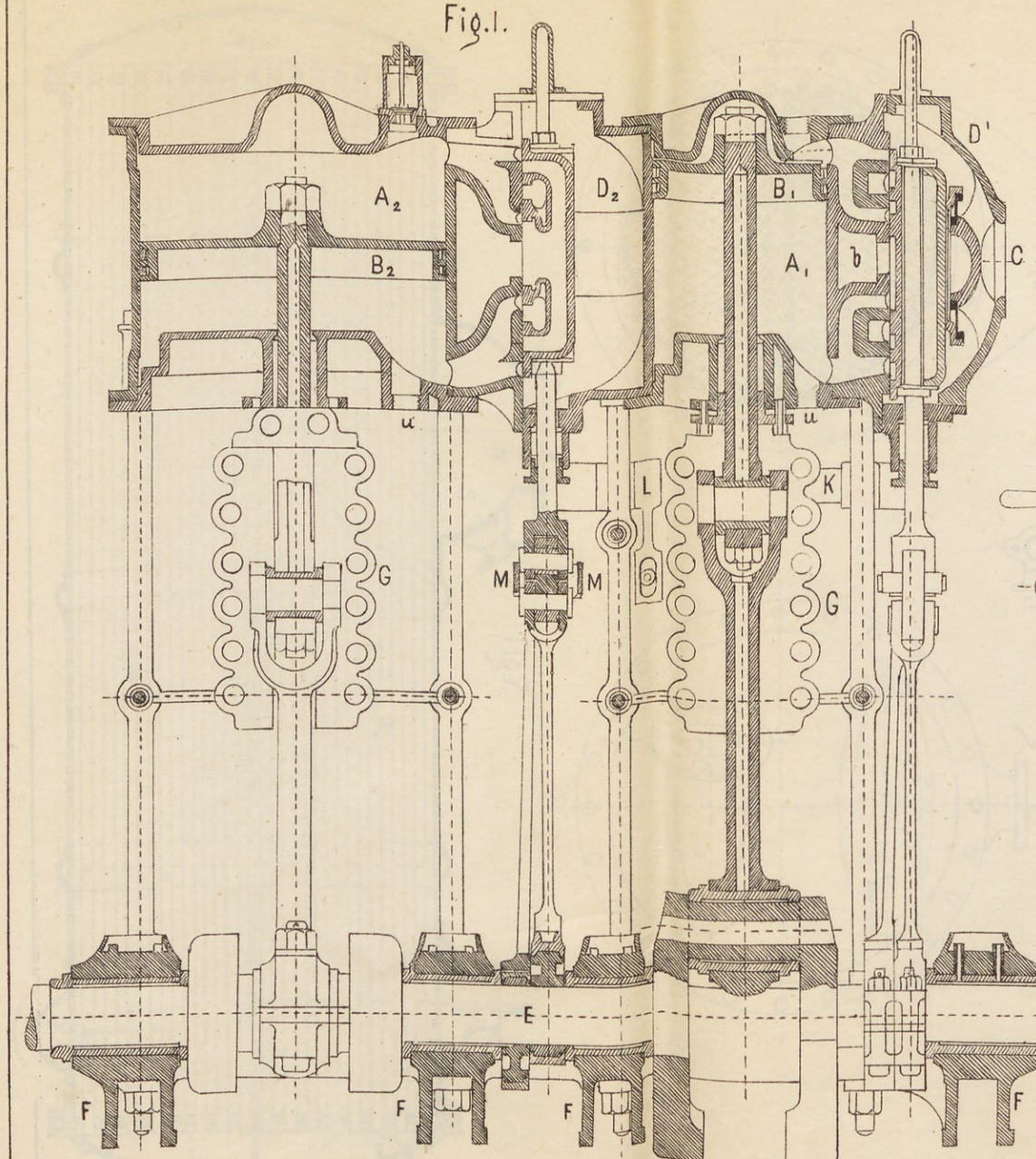


Fig. 2.

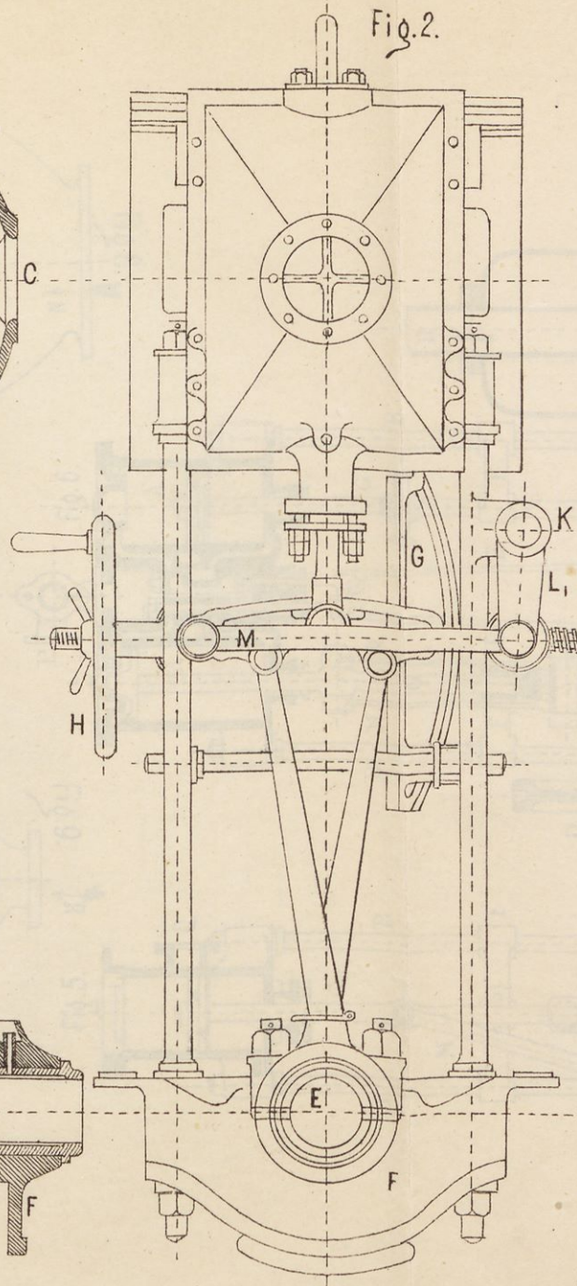


Fig. 3.

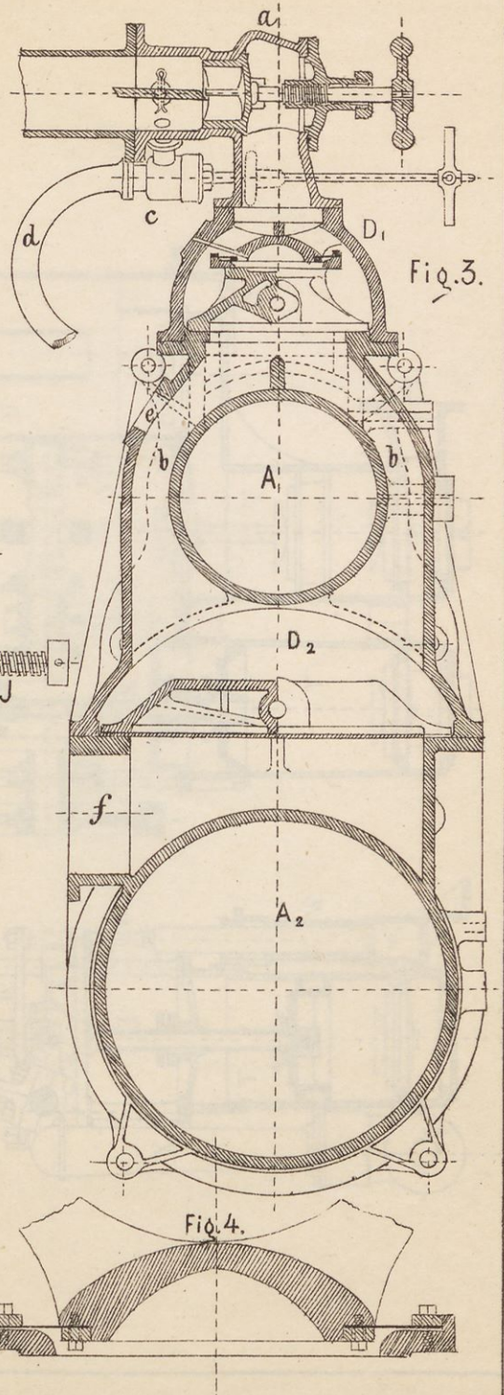


Fig. 4.

Pr. Lit. B. Linassi. Trieste.

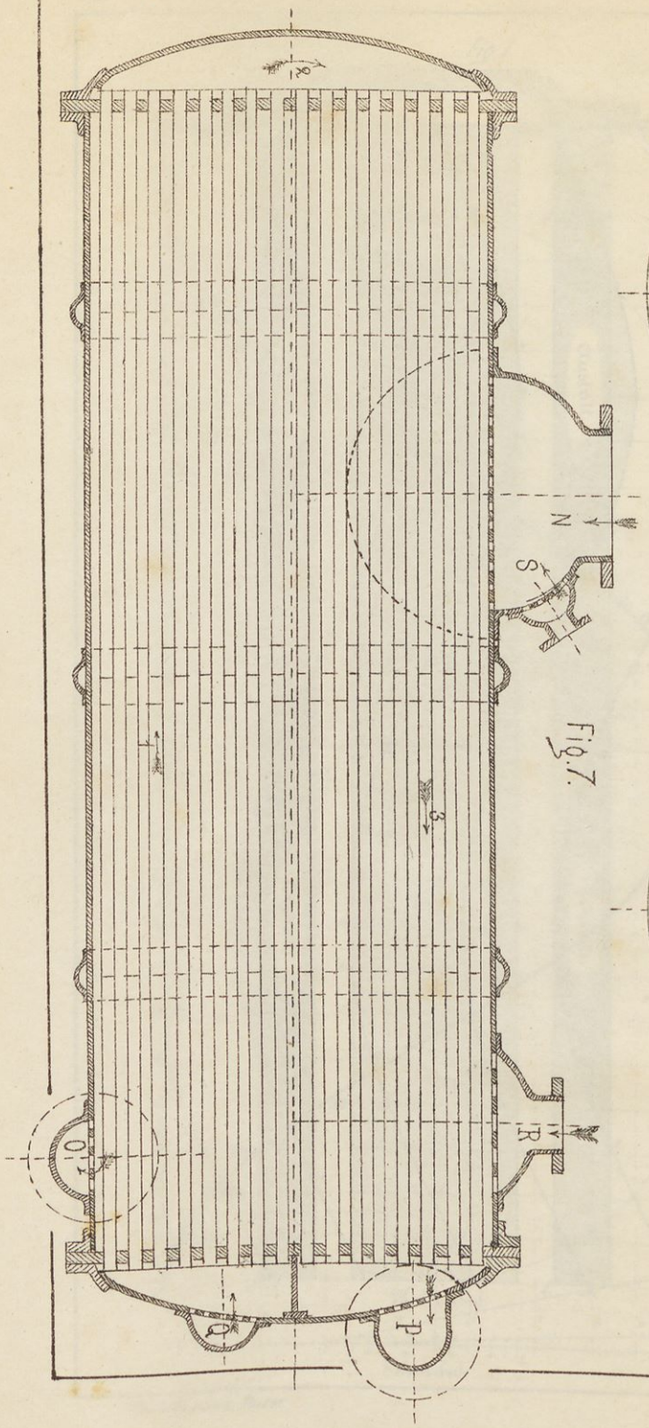


Fig. 7.

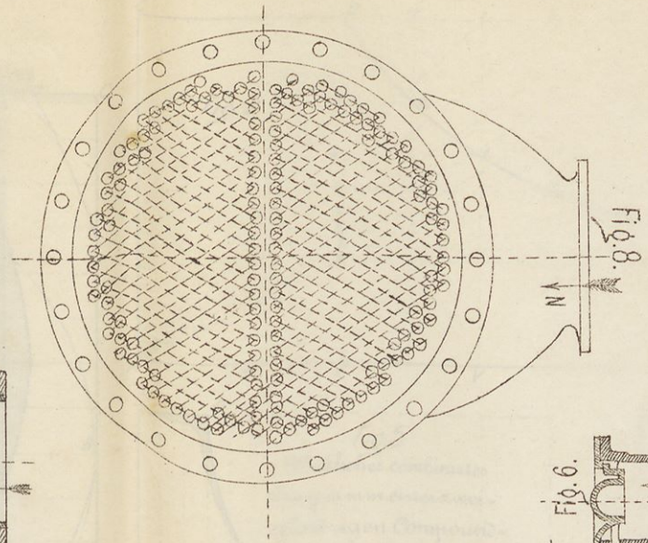


Fig. 8.

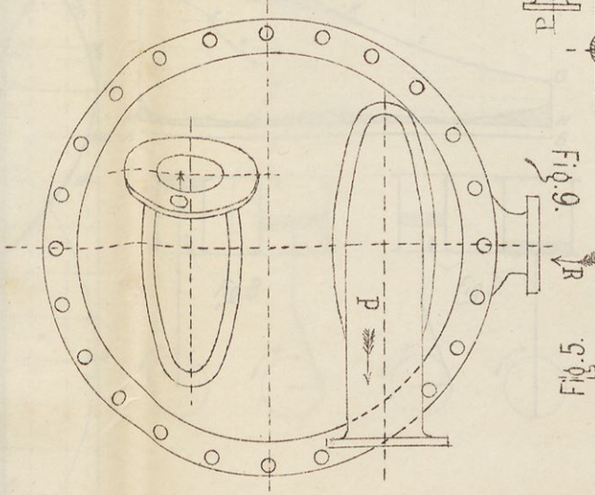


Fig. 9.

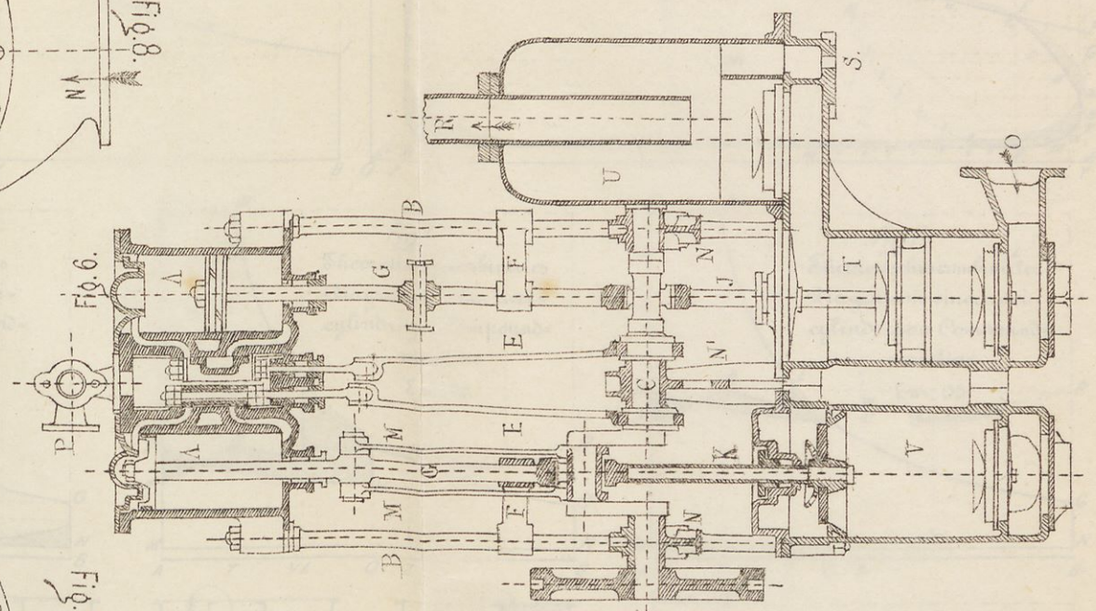


Fig. 6.

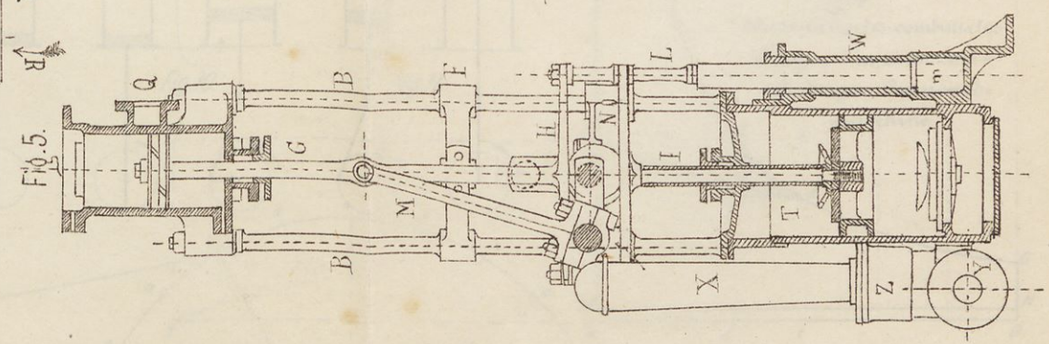


Fig. 5.

Lit. B. Linassi-Trieste.

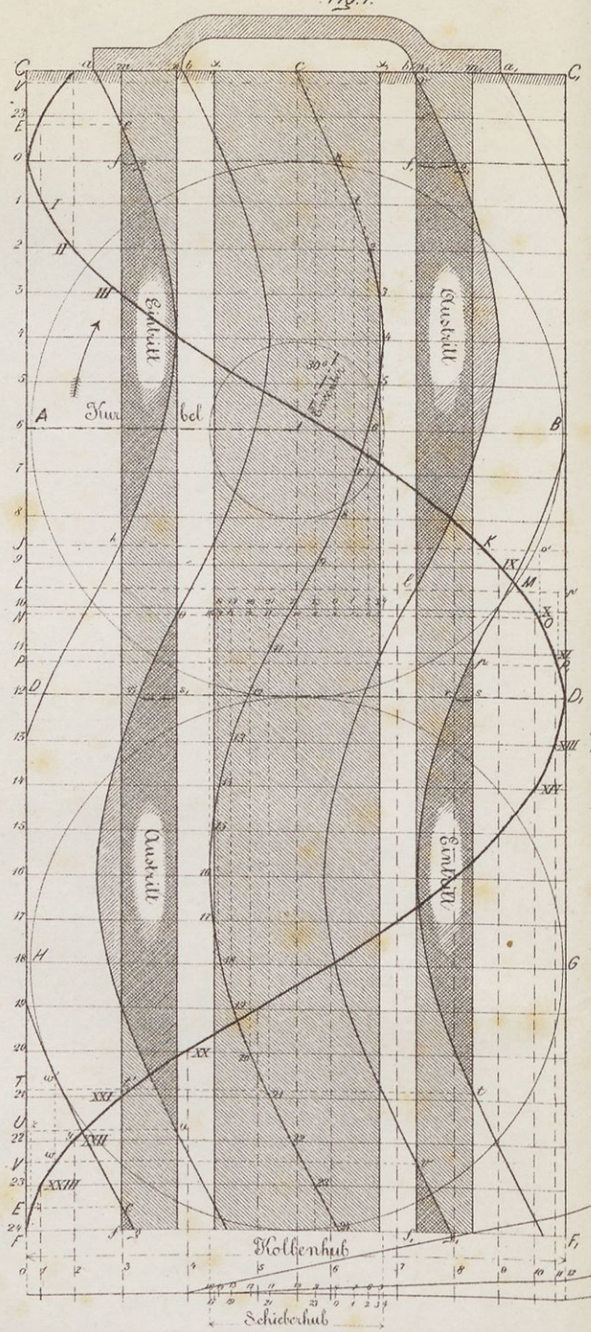


Fig. 1.

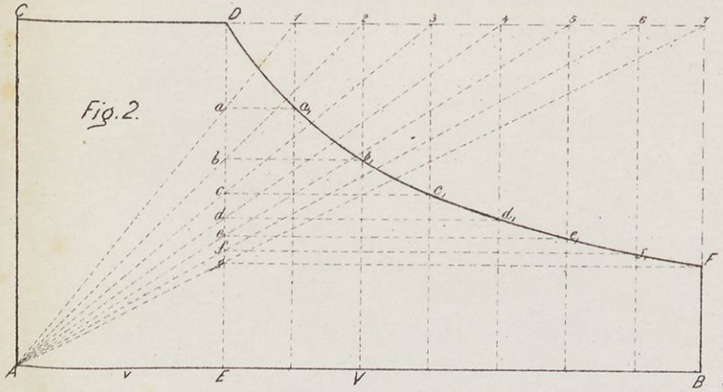


Fig. 2.

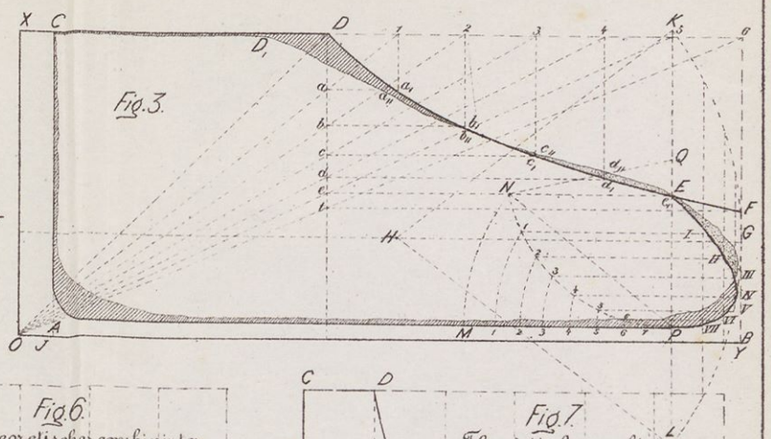


Fig. 3.

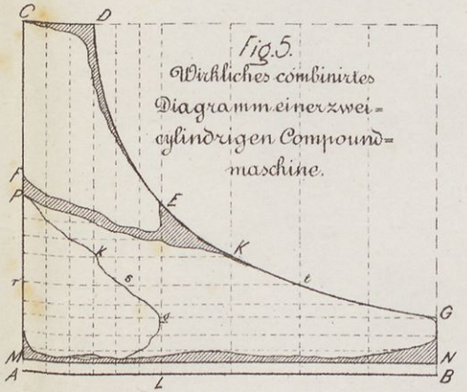


Fig. 5.
Wirkliches combinirtes Diagramm einer zweicylindrigen Compoundmaschine.

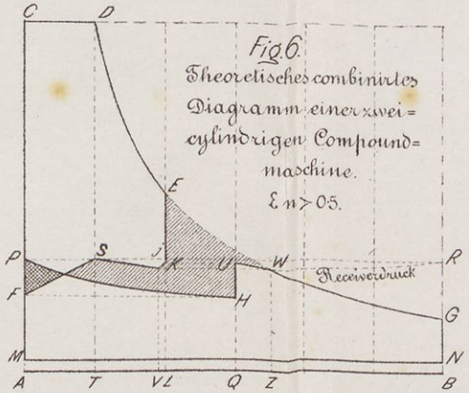


Fig. 6.
Theoretisches combinirtes Diagramm einer zweicylindrigen Compoundmaschine.
$\varepsilon n > 0.5$.

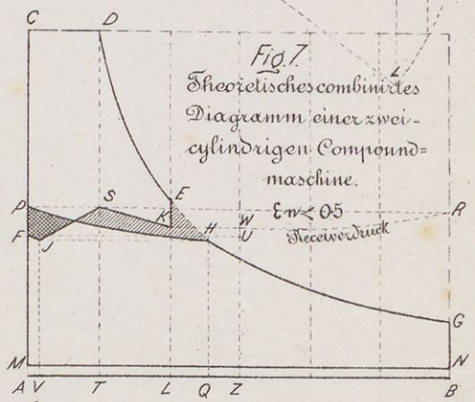


Fig. 7.
Theoretisches combinirtes Diagramm einer zweicylindrigen Compoundmaschine.
$\varepsilon w < 0.5$

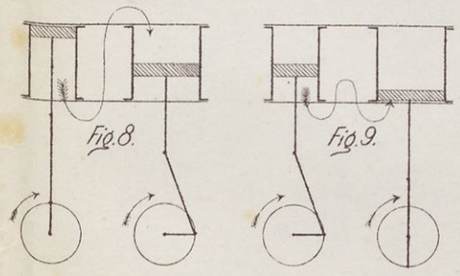


Fig. 8.

Fig. 9.

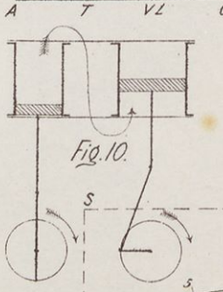


Fig. 10.

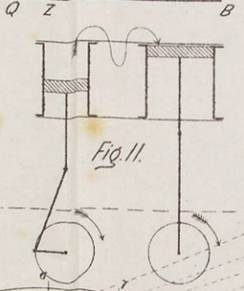


Fig. 11.

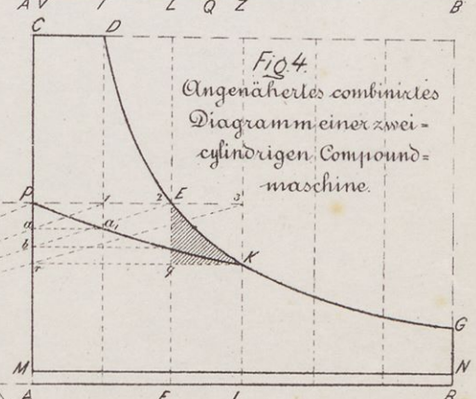


Fig. 4.
Angenähertes combinirtes Diagramm einer zweicylindrigen Compoundmaschine.

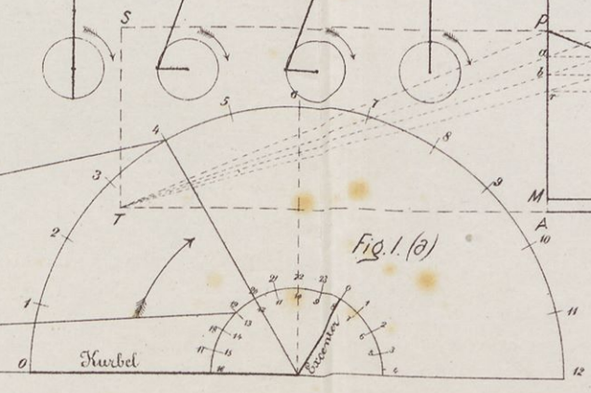


Fig. 1. (a)

PR. LIT. B. LINASSI. TRIEST.