

2. Kolben.

Allgemeine Anordnung und Eintheilung der Kolben.

§ 147. Wir haben bereits in § 143 die allgemeine Bedeutung der Kolben erklärt. Nach jener Erklärung bilden die Kolben im Allgemeinen eine verschiebbare Wand in irgend einem Raume (Cylinder; Pumpenstiefel), so daß diese Wand während der Verschiebung stets eine dichte Fuge mit der Begrenzung jenes Raumes darstellt. Der Zweck der Kolben ist dabei häufig, jedoch nicht immer, die Verdrängung oder das Fortschieben, auch wohl die Zusammendrückung der Flüssigkeit, welche unter einem höheren Drucke steht. Von diesem häufig vorkommenden Zwecke der Kolben ist man darauf gekommen auch alle übrigen Vorrichtungen, welche denselben Zweck erfüllen, selbst wenn ihnen die oben genannten charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Kolben abgehen, mit der (uneigentlichen) Benennung „Kolben“ zu belegen. Wenn z. B. eine gewöhnliche cylindrische Stange mittelst einer Stopfbuchse in einen Raum hineingeführt wird, welcher mit einer Flüssigkeit erfüllt ist, und man schiebt diese Stange in jenen Raum hinein, so drängt ihr Volum entweder einen entsprechenden Theil der Flüssigkeit aus dem Raum hinaus (wie bei den Druckpumpen) oder es wird, wenn dies nicht möglich ist, die Flüssigkeit in dem Raume komprimirt. Dergleichen Vorrichtungen pflegt man Taucherkolben, Mönchskolben, Königskolben, oder mit der englischen Bezeichnung Plungerkolben zu nennen.

Die Taucherkolben sind also im Wesentlichen cylindrische Stangen, welche keine bewegliche Liderung haben (§ 143) wie die eigentlichen Kolben, und bei denen auch die Liderung nicht von Innen nach Außen angepresst wird (§ 144 Schlufs): die vielmehr nur durch eine Stopfbuchse in den Raum hineingeführt sind, in welchem sie wirken sollen.

Die eigentlichen Kolben dagegen sind immer mehr oder weniger scheibenförmig, wengleich zuweilen bei geringem Durchmesser und größerer Höhe diese Form auch in die eines balkenförmigen oder blockförmigen Körpers übergeht. Die Dichtung (Liderung) befindet sich an der äußeren Peripherie des Kolbens. Gewöhnlich besteht bei den Kolben die Liderung aus

Hanf, aus Leder (Filz; Kautschuck) oder aus Metall. Man pflegt diese Kolben daher einzuteilen in:

- 1) Kolben mit Hanf-Liderung,
- 2) Kolben mit Leder-Liderung,
- 3) Kolben mit Metall-Liderung.

Die Kolben haben in dem Raum, dessen dicht schließende bewegliche Zwischenwand sie bilden, gewöhnlich eine gradlinige, hin- und hergehende Bewegung. Nun kann verlangt werden, daß der Kolben, er mag sich bei dieser hin- und hergehenden Bewegung, nach der einen oder nach der anderen Richtung bewegen, immer einen dichten Verschluss herstellt, oder es kann auch die Aufgabe sein, daß ein solcher dichter Verschluss nur bei der Bewegung nach der einen Richtung hin stattfindet, während bei der entgegengesetzten Bewegung eine Kommunikation zwischen den beiden Abtheilungen, in welche der Kolben den Raum scheidet, bestehen bleibe. Im ersten Falle bilden die Kolben eine volle (massive) Scheidewand, im anderen Falle ist diese Scheidewand mit einer oder mehreren Durchbrechungen (Oeffnungen) versehen, welche, wenn der Kolben sich nach derjenigen Richtung bewegt, bei welcher ein dichter Verschluss bestehen soll, durch Ventile abgesperrt werden, während bei der entgegengesetzten Bewegung diese Ventile sich öffnen, und eine Kommunikation zwischen beiden Abtheilungen herstellen. Die Kolben-Konstruktionen für jeden der beiden Fälle bieten mancherlei Verschiedenheiten dar, und man hat daher die Kolben einzuteilen in

Massive (volle) Kolben.

Durchbrochene Kolben (Ventilkolben).

Sowohl bei den massiven, als bei den Ventil-Kolben kann man Hanf-, Leder- oder Metall-Liderung anwenden. Berücksichtigen wir nun noch die Taucherkolben, so ergibt sich folgende Einteilung, der am häufigsten vorkommenden Kolben:

a. Taucherkolben.

b. Massive Kolben mit Hanf-Liderung.

c. Massive Kolben mit Leder-Liderung.

d. Massive Kolben mit Metall-Liderung.

e. Ventilkolben mit Hanf-Liderung.

f. Ventilkolben mit Leder-Liderung.

g. Ventilkolben mit Metall-Liderung.

Für alle diese Konstruktionen enthalten die Tafeln Beispiele.

Einzelne Theile der Kolben und deren Verhältnisse.

§ 148. Die gewöhnlichen Kolben bestehen im Wesentlichen aus folgenden Theilen:

- 1) dem Kolbenkörper,
- 2) der Kolbenliderung,
- 3) der Spannvorrichtung für die Kolben-Liderung,
- 4) der Vorrichtung zur Befestigung der Kolbenstange,
- 5) (bei den Ventilkolben) den Ventilen.

1) Der Kolbenkörper.

Der Kolbenkörper ist entweder von Holz oder von Eisen oder von Metall. Hölzerne Kolben sind sehr wenig dauerhaft, man findet sie meist nur bei ganz einfachen billigen Konstruktionen, die sich leicht repariren lassen, und welche auf keine große Dauer zu rechnen haben, z. B. bei provisorischen Anlagen. Eiserne Kolbenkörper wendet man für größere Durchmesser an, und wo man nicht mit sauern, das Eisen angreifenden Flüssigkeiten zu thun hat. Metallene Kolbenkörper sind bei kleineren Durchmessern, bei sauber ausgeführten Konstruktionen, und in solchen Fällen anwendbar, wo man schädliche Einwirkungen der Flüssigkeit auf einen eisernen Kolbenkörper zu befürchten hat. Die Form und die Dimensionen des Kolbenkörpers lassen so viele Verschiedenheiten zu, daß sich über die Verhältnisse derselben nicht füglich allgemeine Regeln aufstellen lassen.

2) Die Kolben-Liderung.

Die Kolben-Liderung ist an der äußeren Peripherie des Kolbens befestigt; die Höhe derselben beträgt bei Hanf-Liderung und Leder-Liderung gewöhnlich nicht unter $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll, bei Metall-Liderung nicht unter 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll. Bei größeren Kolbendurchmessern macht man sie etwas höher, so daß man etwa für jeden Fuß des Kolbendurchmessers zu den oben genannten Werthen noch $\frac{1}{8}$ Zoll zulegt. Hiernach würde sich ergeben die Höhe der Liderung b

a) Hanf-Liderung und Leder-Liderung

$$b = 2\frac{1}{2} \text{ Zoll} + \frac{1}{100} d \text{ bis } 3 \text{ Zoll} + \frac{1}{6} d,$$

b) Metall-Liderung

$$b = 1 \text{ Zoll} + \frac{1}{100} a \text{ bis } 1\frac{1}{2} \text{ Zoll} + \frac{1}{96} a.$$

Ueber 6 Zoll macht man selbst bei den größten Kolbendurchmessern die Liderung nicht hoch.

Zur Herstellung der Hanf-Liderung werden aus den Hanffasern Zöpfe geflochten, welche man spiralförmig um den Kolbenkörper herumwickelt, indem man den Anfang und das Ende des Zopfes an dem Kolbenkörper befestigt. Diese Zöpfe sind $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll dick und werden so herumgewickelt, daß die Liderung etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll dick wird. Der Hanf kann vorher in Talg, Oel oder Trahn getaucht werden.

Die Leder-Liderung besteht entweder aus Lederstulpen, welche in gleicher Weise wirksam sind, wie in § 146 bei Gelegenheit der Erklärung der Fig. 10 auf Taf. 42 beschrieben wurde, oder man verwendet das Leder in Scheiben, die man über einander legt, zusammenpreßt, und dann abdreht (vergl. Taf. 43. Fig. 7), oder endlich man legt das Leder als Mantel um den Kolbenkörper (vergl. Taf. 43. Fig. 11). Wenn man Lederstulpen (Manchetten) anwendet, so muß man bei den massiven Kolben deren zwei brauchen, damit die Dichtung nach beiden Richtungen erfolge; bei den Ventilkolben dagegen, wo man nur nach einer Richtung eine Dichtung nöthig hat, kann man mit einer Manchette auskommen, wie dies in § 146 S. 469 näher erläutert ist.

Die Metall-Liderung besteht entweder aus einzelnen Ringsegmenten (Taf. 43. Fig. 11), oder aus vollen Ringen, welche an einer Stelle aufgeschlitzt sind, damit sie sich aufbiegen und an die Cylinderwandung anpressen lassen (Taf. 43. Fig. 13 und 14. Taf. 45. Fig. 1. 2. 3. Taf. 48. Fig. 2. 3. 5 und 6) oder aus einem zusammenhängenden, mehrfach umwundenen Ringe (Taf. 48. Fig. 4). Die Ringe, deren man sich zur Metall-Liderung bedient, sind entweder von einer Metall-Legirung wie sie zu Zapfenlagern, Stopfbuchsen u. s. w. gebraucht wird, oder aus Stahl; in neuerer Zeit verwendet man mit großem Vortheil Liderungsringe aus gutem grauen oder halbirtten Gufseisen. Die Dicke der Liderungsringe beträgt etwa $\frac{1}{4}$ bis 1 Zoll.

3. Die Spann-Vorrichtung für die Kolben-Liderung.

Die Vorrichtung, deren man sich bedient, um die Liderung gegen die Cylinderwandung anzupressen, ist nach der Art der Liderung und der gewählten Konstruktion des Kolbens verschieden.

Hanf-Liderung bedarf bei kleineren Kolben keiner besonderen Spann-Vorrichtung, da die Flüssigkeit, wenn sie in die Hanf-Liderung eindringt, die Fasern des Hanfes aufbläht, und so eine Pressung der Liderung gegen die Cylinderwandung bewirkt. Bei größeren Kolben, oder wo man starke Abnutzung der Liderung befürchtet, macht man an dem Kolbenkörper eine Vorrichtung, durch welche, ähnlich wie durch den Kopf der Stopfbuchsen (siehe diese) die Hanf-Liderung komprimirt und an die Wandungen angepresst werden kann (Taf. 43. Fig. 4. 5 und 6). Bei Anwendung der Leder-Liderung wird, wie dies in § 146 S. 469 beschrieben worden, durch den Druck der Flüssigkeit der aufgestülpte Rand der Leder-Manchette gegen die Cylinderwandung gepresst, und es bedarf auch hier keiner besonderen Spann-Vorrichtung.

Die Metall-Liderung wird dagegen gewöhnlich mit besonderen Spann-Vorrichtungen versehen, welche meist aus elastischen Stahlfedern (Blatt- oder Ringfedern) bestehen, welche die geschlitzten Stahlringe aus einander biegen. Zuweilen verzichtet man darauf durch dergleichen Spann-Vorrichtungen die Pressung der Liderung gegen die Cylinderwandung zu reguliren, und bewirkt dann den dichten Anschluß der Liderungsringe an die Cylinderwandung dadurch, daß man den Liderungsringen von Hause aus einen größeren Durchmesser giebt, als dem Cylinder, und dieselben, indem man sie zusammendrückt, in den Cylinder einbringt; vermöge ihrer Elasticität haben sie dann das Bestreben ihre ursprüngliche Form wieder anzunehmen, und üben vermöge dieses Bestrebens einen Druck auf die Cylinderwand aus. Ueber die Eigenthümlichkeit dieser Art von Liderung handeln zwei Aufsätze in der „Zeitschrift des hannöverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins“, auf welche wir hier verweisen müssen *). Taf. 45. Fig. 3 und Taf. 48. Fig. 4 geben Beispiele von diesen Konstruktionen.

4. Vorrichtungen zur Befestigung des Kolbens an der Kolbenstange.

Die Befestigung des Kolbens an der Kolbenstange geschieht immer an dem Kolbenkörper. Bei massiven Kolben er-

*) Der erste Aufsatz ist im Jahrgang 1856 (II. Band) der Zeitschrift des hannöverschen Architekten-Vereins S. 473 enthalten und rührt von Herrn Dr. Bargum her, der andere, an diesen anschließend, ist im Jahrgang 1858 (IV. Band) enthalten und von Herrn Blafs verfaßt.

folgt dieselbe gewöhnlich in der Mitte des Kolbenkörpers, welcher hier nach Art einer Hülse konstruirt ist. Dieser Theil des Kolbenkörpers heißt dann das Herz oder das Herzstück. Im Allgemeinen ist hier auf die Befestigungs-Konstruktionen plattenförmiger Körper an stangenförmigen Körpern im ersten Theil dieses Werkes zu verweisen (Thl. I. §. 149. S. 412 und Taf. 22. Fig. 16 bis 20). Andere Konstruktionen werden wir bei Gelegenheit der Beschreibung der einzelnen Beispiele von Kolben-Konstruktionen besprechen. Die Kolbenstange ist entweder massiv oder hohl; im letzteren Falle geht gewöhnlich die Lenkerstange zur Bewegung des Kolbens in die hohle Kolbenstange hinein, und ist mittelst eines Charniers befestigt. Taf. 43. Fig. 1. Taf. 44. Fig. 1 und Taf. 45. Fig. 2 geben Beispiele dieser Konstruktion. Man macht indessen auch aus anderen Gründen die Kolbenstange hohl, wie dies die Beispiele auf Taf. 44. Fig. 3 und auf Taf. 48. Fig. 1 zeigen; bei der Beschreibung dieser Figuren soll hiervon ausführlicher die Rede sein. Zuweilen befestigt man die Lenkerstange unmittelbar an dem Kolben, so daß keine Kolbenstange vorhanden ist. Dies ist zulässig, wenn der Cylinder oben offen ist, und man eine Stopfbuchse entbehren kann. Taf. 43. Fig. 3 und Fig. 8. Taf. 44. Fig. 5 geben hierzu Beispiele.

Bei den Ventilkolben macht die Befestigung der Kolbenstange dann einige Schwierigkeiten, wenn die Ventilöffnung gerade in der Mitte des Kolbens liegt; dann wird die Kolbenstange an ihrem unteren Ende gabelförmig getheilt, und zu beiden Seiten neben der Oeffnung im Kolbenkörper befestigt. Beispiele geben die Konstruktionen auf Taf. 45. Fig. 4. 5. 6.

5. Die Kolben-Ventile.

Die Konstruktion der Kolbenventile ist sehr mannigfaltig. Wir müssen hier auf die verschiedenen weiter unten abzuhandelnden Ventil-Konstruktionen verweisen, und auf die Kolben-Konstruktionen, welche auf Taf. 44. Fig. 1. 3. 4 und 5. Taf. 45. Fig. 4. 5. 6. 7 und Taf. 48. Fig. 7 und 8 gegeben sind.

Taucherkolben.

§ 149. Beispiele von Taucherkolben geben schon die Fig. 10 und 11 auf Tafel 42, welche oben S. 468 beschrieben worden sind. Fig. 10 ist ein Taucherkolben für eine gewöhnliche

Druckpumpe, wie sie z. B. zur Speisung der Dampfkessel benutzt wird. Fig. II ist ein Taucherkolben, welcher als Prefskolben für eine hydraulische Presse dient. Einige andere Taucherkolben von eigenthümlicher Konstruktion folgen hier.

Taf. 43.
Fig. 1.

Taf. 43. Fig. I zeigt den Taucherkolben von einer von Eugene Bourdon in Paris erbauten Druckpumpe, welche das Wasser der Seine für eine Wasserleitung emporhebt. Die Figur zeigt einen Vertikalschnitt in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Größe.

Der Taucherkolben wird durch einen außen abgedrehten Cylinder von Gufseisen gebildet, welcher oben sich vasenförmig erweitert, und welcher durch eine gewöhnliche Stopfbuchse mit Hanf-Packung in den Pumpenstiefel eingeführt ist. Der Vertikalschnitt zeigt, daß der Taucherkolben seiner ganzen Länge nach hohl ist, theils um sein Gewicht zu vermindern, theils um im Innern der Höhlung die verschiedenen Theile anzubringen, durch welche der Kolben mit der Lenkerstange verbunden wird. Die Lenkerstange endigt nämlich in einen kugelförmig abgedrehten Kopf, welcher, möglichst nahe dem Schwerpunkt des Kolbens, mit diesem verbunden werden muß, um soviel als möglich die schädlichen Seitenpressungen zu vermeiden, welche namentlich dann stattfinden, wenn die Lenkerstange gegen die Axe des Kolbens geneigt ist. In der Höhlung des Kolbens ist zunächst ein Kernstück von Gufseisen befestigt, welches außen cylindrisch ist, und oben eine halbkugelförmige Höhlung besitzt, um das kugelförmige Ende der Lenkerstange zur Hälfte aufzunehmen, während der obere Theil dieses kugelförmigen Endes durch ein bronzenes Ringstück umschlossen ist, welches sich gegen einen Vorsprung im Inneren des Taucherkolbens legt und von diesem festgehalten wird. Diese sämtlichen Theile, nämlich die Lenkerstange mit dem Ringstück und das gufseiserne Kernstück werden von unten her in die Höhlung des Taucherkolbens eingebracht, worauf man diese an ihrer unteren Mündung durch einen gufseisernen Pfropfen verschraubt. Die Druckschraube, welche in der Mitte dieses Pfropfens angebracht ist, hat den Zweck, das Kernstück und das Ringstück gegen den Kugelzapfen genau einzustellen, und, wenn die Verbindung sich abgenutzt hat, den Schluß zwischen diesen Stücken wieder zu bewirken. Um zu dieser Schraube gelangen zu können, ist in der Wandung des Pumpencylinders eine, durch eine Platte verschließbare Oeffnung, angebracht. Löst man die Platte ab, so kann man mit der Hand hineinfassen und mit Hilfe eines Dorns die Schraube anziehen. Der Theil der

inneren Höhlung des Taucherkolbens, welcher über dem, als Widerlager für das Lager des Kugelzapfens dienenden Ansatz liegt, ist erweitert, um den nöthigen Ausschlag für die Lenkerstange zu gewähren. Endlich ist die Höhlung des Taucherkolbens mittelst eines gußeisernen Deckes bedeckt, welcher in Form einer Kugelkappe gestaltet, und in der Mitte durchbohrt ist. Dieser Deckel wird auf die Lenkerstange aufgesteckt, und folgt der Seitenbewegung, welche dieselbe bei der Umdrehung der Kurbel annimmt, wobei er sich auf der oberen Mündung des Taucherkolbens frei hin- und herschiebt, doch so, daß er diese Mündung stets bedeckt hält, und das Eindringen von Unreinigkeiten verhindert.

Ein anderer Taucherkolben von eigenthümlicher Konstruktion ist auf Taf. 48 in Fig. 1 gezeichnet, und zwar stellt Fig. 1a eine obere Ansicht mit theilweisem Durchschnitt dar, Fig. 1b ist ein Vertikalschnitt durch den ganzen Kolben nach der Linie *ab* in Fig. 1a. Fig. 1c ist ein Vertikalschnitt durch das Zapfenstück nach der Linie *cd* in Fig. 1a, und Fig. 1d ist eine Ansicht des eigentlichen Taucherkolbens. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Größe gezeichnet.

Dieser Kolben ist von der Druckpumpe für eine hydraulische Presse aus der Fabrik von Hummel (jetzt Bialon) in Berlin *). Es ist ein sogenannter Doppelkolben, indem er aus zwei in einander geschobenen konzentrischen Kolben besteht, welche beim Anfang des Pressens, so lange der Widerstand in der Presse noch geringer ist, zusammenwirken, indem man sie kuppelt, so daß sie wie ein einziger Kolben arbeiten. Wird aber der Widerstand größer, so löst man den inneren Kolben von dem äußeren (röhrenförmigen) Kolben ab, und läßt letzteren allein arbeiten. Der äußere röhrenförmige Kolben hat einen äußeren Durchmesser von $1\frac{3}{8}$ Zoll, und einen inneren Durchmesser von $1\frac{1}{4}$ Zoll mithin $\frac{1}{16}$ Zoll Wandstärke, er wirkt daher nur mit einer Ringfläche von 0,257 Quadratzoll Flächeninhalt. Diese Anordnung, wonach man zwei Kolben in einander arbeiten läßt, ist einer von Hick und Rothwells angegebenen nachgebildet, unterscheidet sich jedoch von selbiger dadurch, daß bei der Hummel'schen Konstruktion zuletzt nur der röhrenförmige Kolben arbeitet, und der innere volle Kolben feststeht, während bei der von Hick und Rothwells ausgeführten Anordnung es gerade umgekehrt ist. Will man

*) Vergl. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbleißes in Preußen. Jahrgang 1838. S. 194.

schließlich mit einem sehr geringen Kolbenquerschnitt arbeiten, so ist die Hummel'sche Konstruktion vorzuziehen, da man aus praktischen Gründen dem ringförmigen Kolben leichter einen sehr kleinen Querschnitt geben kann, als dem vollen Kolben.

Die Kuppelung der beiden Kolben für die gemeinschaftliche Arbeit geschieht in folgender Weise. Auf dem äußeren, hohlen (röhrenförmigen) Kolben, welchen Fig. 1d noch besonders in der Ansicht zeigt, ist ein sogenanntes Zapfenstück von Bronze aufgeschraubt, welches man in Fig. 1a in der oberen Ansicht, in Fig. 1b in dem Vertikalschnitt nach der Linie *ab* und in Fig. 1c im Vertikalschnitt nach der Linie *cd* in Fig. 1a sieht. Dieses Zapfenstück ist mit seinen beiden Zapfen *yy* an den Pumpenhebel *xx* angehängt, der an der betreffenden Stelle gabelförmig ausgebaucht ist, und mit der Hand auf und nieder bewegt werden kann. Die Art der Aufhängung zeigt Fig. 1c. Das Zapfenstück ist hohl, und zwar in dem mittleren Drittel seiner Höhe, welches die Kolbenstange *z* des inneren Kolbens passend umschließt, enger, als oben und unten. Die untere Erweiterung enthält die Schraubenmutter, welche zur Befestigung des Zapfenstückes auf dem röhrenförmigen Kolben dient; die obere Erweiterung dagegen enthält zwei quadrantenförmige Vorsprünge *qq*, welche die halbe Höhe dieser Oeffnung einnehmen, und dieselbe an zwei entgegengesetzten Seiten bis zum Durchmesser der Kolbenstange *z* verengen. An der Kolbenstange *z* dagegen befinden sich zwei Ansätze *rr*, welche so konstruirt sind, daß man sie zwischen den quadrantenförmigen Vorsprüngen *qq*, durchschieben kann. Ist dies geschehen, und man dreht dann die Kolbenstange *z* um 90 Grad herum, so setzen sich die Ansätze *rr* unter die Vorsprünge *qq* und die beiden Kolben sind gekuppelt, wenigstens wird beim Niederdrücken des äußeren Kolbens, der innere Kolben mittelst der Vorsprünge *qq*, die nun auf den Ansätzen *rr* ruhen, mit niedergedrückt, wogegen beim Aufzuge des Kolbens die mittlere Verengung des Zapfenstückes von unten gegen die Ansätze *rr* wirkt, und den inneren Kolben mit hebt. In entgegengesetzter Weise wird die Lösung der beiden Kolben bewirkt.

Um die nun hier beschriebene Kuppelung und Lösung der beiden Kolben leicht bewirken zu können, und um den inneren Kolben, wenn er nicht arbeiten soll, festzustellen, geht die Kolbenstange *z* in ihrer oberen Verlängerung durch eine Hülse, welche ihr zugleich als Führung dient. Diese Hülse, die hier nicht mitgezeichnet ist, hat eine Klemmschraube, durch deren Anziehen

man die Kolbenstange z festklemmen kann. Endlich ist das oberste Ende der Kolbenstange z mit einem quadratischen Kopf versehen, an welchen man einen Schraubenschlüssel ansetzen kann, um die Drehung der Kolbenstange behufs Kuppelung und Lösung zu bewirken. Ist, wie die Fig. 1b es darstellt, die Kuppelung gelöst, so braucht man nur die Kolbenstange z in der Hülse mittelst der Klemmschraube festzustellen, durch den Pumpenhebel den äußeren Kolben soweit zu heben, daß die Ansätze rr , zwischen den Vorsprüngen qq hindurchgleitend, auf die mittlere Verengung des Zapfenstückes aufstoßen, dann die Klemmschraube zu lösen und die Kolbenstange um 90 Grad herum zu drehen. Das Lösen geschieht in umgekehrter Weise.

Damit, wenn der röhrenförmige Kolben allein wirkt, wobei er sich auf dem inneren Kolben gleitend verschiebt, die Luft in dem Raum zwischen dem innern Kolben und dem Zapfenstück nicht abwechselnd verdünnt, und komprimirt werde, ist die Öffnung s angebracht, durch welche dieser Raum mit der Atmosphäre communicirt.

Die Dichtung der beiden Kolben ist aus dem Vertikalschnitt Fig. 1b zu ersehen. Der äußere Kolben ist mittelst einer Stopfbuche mit Ledermanchetten gedichtet, wie sie in § 146 bei Fig. 10 auf Taf. 42 (S. 469) beschrieben ist. Die obere Manchette hindert das Eindringen der Luft, die untere Manchette das Entweichen des Wassers. Die Manchetten werden durch die Schraubenmutter t festgehalten, welche an ihrer oberen Fläche vier runde Löcher uu hat, um einen Schraubenschlüssel einsetzen zu können. Damit beim Drehen dieser Schraubenmutter die obere Manchette nicht mit verdreht werde, dient die Zwischenlagscheibe v . Die Liderung des inneren Kolbens besteht aus zwei ähnlichen Ledermanchetten, von denen die obere durch eine Schraube w an der Kolbenstange befestigt ist, die untere dagegen keiner Befestigung bedarf, da sie durch den Wasserdruck fortwährend an den Kolben angepreßt wird.

Massive Kolben mit Hanf-Liderung.

§ 150. Auf Taf. 43 in Fig. 2. 3. 4. 5 und 6 sind verschiedene massive Kolben mit Hanf-Liderung dargestellt.

Taf. 43. Fig. 2 zeigt einen einfachen eisernen Kolben mit Hanf-Liderung im Vertikalschnitt, und in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse. Der Kolben hat keine besondere Vorrichtung zum An-

Taf. 43.
Fig. 2.

spannen der Liderung, welche auf den Theil der Mantelfläche des Kolbens, welcher zwischen dem oberen und dem unteren vorspringenden Rande liegt, so aufgewickelt wird, daß die äußere Begrenzung der Liderung über diese Ränder hervorragt. Die Ränder selbst müssen ein wenig kleiner im Durchmesser sein, als die Bohrung des Pumpentiefels. Zur Verminderung des Gewichtes ist der Kolben hohl gemacht; die Kolbenstange hat unten eine konische Verstärkung, geht durch den, in der Mitte passend ausgebohrten Kolbenkörper hindurch, und wird mittelst einer Schraubenmutter von unten in die konische Bohrung fest hineingezogen.

Will man den Kolbenkörper von Holz machen, so wird er aus einem Klotze so gedreht, daß die äußere Form mit der hier in Fig. 2 dargestellten übereinstimmt; er wird dann aber nicht hohl gemacht, sondern bleibt voll; die Kolbenstange kann aber in gleicher Weise wie hier, auch an dem hölzernen Kolbenkörper befestigt werden. Da wo oben und unten die vorspringenden Ränder sind, legt man um den hölzernen Kolbenkörper zuweilen eiserne Ringe herum, um ihn gegen das Aufspalten zu schützen.

Taf. 43.
Fig. 3.

Taf. 43. Fig. 3 ist ein kleiner gußeiserner massiver Kolben mit Hanf-Liderung im Vertikaldurchschnitt und in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Größe. Die äußere Anordnung des Kolbens stimmt mit der soeben beschriebenen überein; auch hier ist keine besondere Spann-Vorrichtung für die Liderung, welche auf die Mantelfläche des Kolbens aufgewickelt wird. Der wesentlichste Unterschied zwischen dieser und der vorhin beschriebenen Konstruktion liegt in der Art der Befestigung der Stange zur Bewegung des Kolbens. Während bei der Anordnung in Fig. 2 eine eigentliche Kolbenstange an dem Kolbenkörper befestigt ist; hat man hier die Lenkerstange unmittelbar in die Höhlung des Kolbens hineingeführt, und mittelst eines Charniers angeschlossen. Zu diesem Zwecke hat das Ende der Lenkerstange ein Auge, mit welchem es zwischen zwei ähnlich geformte Backen des unter dem Kolbenboden verschraubten Bolzens eingreift; ein quer durch diesen Bolzenkopf und das Auge der Stange hindurch gesteckter, und mittelst Schraube befestigter Stift vollendet das Gelenk. Uebrigens muß das Gelenk der Lenkerstange und des Kolbenbolzens außerhalb des Kolbens zusammengesetzt werden, und kann dann erst im Boden des Kolbens festgeschraubt werden.

Taf. 43.
Fig. 4.

Taf. 43. Fig. 4 zeigt einen Kolben mit Hanf-Liderung im Vertikaldurchschnitt und in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Größe, welcher mit einer Vorrichtung zum Nachspannen der Packung ver-

sehen ist, so daß dieses Spannen der Packung von unten her bewirkt werden kann. Der Kolben hat in seiner allgemeinen Form Aehnlichkeit mit dem in Fig. 2 dargestellten. Die Hanfzöpfe, welche die Liderung des Kolbens bilden, werden in die zwischen den beiden vorspringenden Rändern in der Mantelfläche des Kolbenkörpers sich bildende Nutb gewickelt; allein es ist hier nur der obere von den beiden vorspringenden Rändern an dem Kolbenkörper fest, und mit diesem aus einem Stück, der untere Rand ist in Form eines Ringstückes auf den Kolbenkörper aufgeschoben, und kann durch die Schraubenmutter *a*, welche auf ein Gewinde am untern Ende des Kolbenkörpers aufgeschraubt wird, in die Höhe geschoben werden, wobei sie auf die umgewickelte Hanf-Liderung komprimirend wirkt. Die Kolbenstange geht cylindrisch durch den Kolbenkörper hindurch, und legt sich oben mit einem Ansatz auf den oberen Boden desselben auf, während sie unten durch eine Schraubenmutter angezogen und befestigt werden kann.

Im Gegensatz zu diesem Kolben, bei welchem die Liderung von unten her nachzuspannen ist, zeigt Taf. 43. Fig. 5 eine andere Konstruktion, bei welcher die Hanf-Liderung von oben her nachgespannt werden kann, und zwar stellt die genannte Figur den Vertikalschnitt eines kleinen eisernen Kolbens mit Hanf-Liderung in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse dar. Der Kolbenkörper ist ein hohler, oben durch einen Boden geschlossener Cylinder, mit einem unten über die Mantelfläche vorspringenden Rande. Am oberen Ende ist ein Deckel auf den Cylinder aufgeschoben, welcher in Form eines ähnlichen Randes übergreift, so daß zwischen diesen beiden Rändern die Liderung aufgewickelt werden kann. Dieser obere Deckel ist beweglich, wodurch der Rand desselben auf die Liderung pressend wirkt, und zwar geschieht das hierzu erforderliche Anziehen des Deckels durch eine Schraubenmutter *b*, welche auf die Kolbenstange aufgeschraubt ist. Durch diese Schraubenmutter läßt sich die Spannung der Liderung reguliren. Die Kolbenstange ist in dem oberen Theil des Kolbenkörpers, der mit einer nabenartigen Verstärkung versehen ist, mit Hilfe eines Keils befestigt, während eine gulseiserne Scheibe, die auf die nach unten hin reichende Verlängerung der Kolbenstange aufgeschoben ist, und durch einen Stift festgehalten wird, die untere Höhlung des Kolbenkörpers abschließt.

Die in den Figuren 2. 3. 4. 5 dargestellten, und oben beschriebenen Konstruktionen eignen sich nur für Kolben von geringen Durchmessern (etwa bis zu 8 bis 10 Zoll). Wenn man Kolben

Taf. 43.
Fig. 5

von größeren Durchmessern hat, so kann man die Liderung nicht wohl durch eine einzige in der Mitte des Kolbens wirkende Prefsschraube anziehen. Man konstruirt dann ebenfalls einen beweglichen Deckel, indessen wendet man dann mehrere, drei bis sechs Schrauben an, um denselben gegen die Liderung anzuziehen. Ein Beispiel solcher Konstruktion ist in Fig. 6 gegeben.

Taf. 43.
Fig. 6.

Taf. 43. Fig. 6 stellt einen Dampfmaschinenkolben mit Hanf-Liderung dar, welcher 28 Zoll äusseren Durchmesser hat, Fig. 1a ist zur Hälfte die obere Ansicht auf den Deckel, zur Hälfte die obere Ansicht nach Abnahme des Deckels, Fig. 6b ist die Vorder-Ansicht des zusammengestellten Kolbens, Fig. 6c ist ein Vertikalschnitt des Kolbens nach der Linie *ab* in Fig. 6a. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolben ist für eine Dampfmaschine mit Condensation, welche bei $1\frac{1}{6}$ Atmosphäre Dampfspannung 50 Pferdekräfte hat, ausgeführt.

Der Kolben besteht zunächst aus dem Kolbenkörper und dem Kolbendeckel, welcher hier die Spann-Vorrichtung für die Packung darstellt. Der Kolbenkörper ist auf seiner Mantelfläche mit einer $\frac{3}{4}$ Zoll tiefen Nuth versehen, in welche man die starken Hanfzöpfe wickelt, welche die Liderung des Kolbens bilden sollen. Diese Zöpfe sind hier so geflochten, das sie einen ziemlich quadratischen (nicht halbrunden oder kreisförmigen) Querschnitt erhalten, indem man sie aus acht vierschäftigen, nicht sehr stark gedrehten, einen halben Zoll im Durchmesser haltenden Seilen zusammensetzt. Ein solcher Hanfzopf wird fünf- bis sechsmal spiralförmig auf den Kolbenmantel gewickelt, und dann durch den Deckel zusammengeprefst. Um den Deckel zu diesem Zweck auf dem Kolbenkörper verschieben und befestigen zu können, sind sechs Prefsschrauben angeordnet, deren quadratischer Schraubenkopf sich auf die Oberfläche des Deckels stützt, und deren metallene oder schmiedeeiserne Schraubenmutter im Innern des Kolbenkörpers versenkt sind. Um diese Schraubenmutter in den Kolbenkörper befestigen und einlassen zu können, sind dieselben äusserlich in Form einer abgestumpften Pyramide, deren grössere Basis unten ist, gestaltet; in dem oberen Theile des Kolbens befinden sich nun dieser Form der Schraubenmutter entsprechende Höhlungen, welche sich nach der äusseren Peripherie des Kolbens hin so verlängern und oben erweitern, das man hier die Schraubenmutter mit der breiteren Basis nach unten einsenken, sodann aber in ihren eigentlichen Sitz seitwärts hineinschieben kann. Beim An-

ziehen der Schrauben muß man die Vorsicht gebrauchen, die einzelnen Schrauben nach einander, und stets nur wenig auf einmal anzuziehen, um so den Deckel möglichst gleichförmig niederzusenken. Man muß ferner verhüten, daß sich die Schrauben, nachdem sie richtig angezogen sind, wieder von selbst lösen, welches durch die Elasticität der Liderung und durch die bei dem Gange der Maschine erfolgenden Erschütterungen leicht geschehen kann. Zu diesem Zwecke sind, wie man aus der linken Hälfte der Fig. 6a sieht, zwischen die Schraubenköpfe Bogenstücke von Blech gelegt, und diese an dem Deckel des Kolbens durch kleine Schraubchen befestigt. Die Befestigung des Kolbens an seiner Kolbenstange ist durch einen stählernen Keil von rechteckigem Querschnitt bewirkt; um dieselbe möglichst sicher herzustellen, ist das Ende der Kolbenstange ein wenig konisch, und zwar (entgegengesetzt der Konstruktion in Fig. 2) so, daß der größere Durchmesser unten ist, der kleinere oben. Der Kolben ist in der Mitte entsprechend konisch ausgebohrt, so daß durch Anziehen des in der Nähe der Oberkante des Kolbens liegenden Keils ein fester Schluß hergestellt wird.

Massive Kolben mit Leder-Liderung.

§ 151. Ueber die Anwendung der Leder-Liderung bei den Kolben ist bereits in § 148. S. 475 das Wichtigste angeführt; sie hat Aehnlichkeit mit der Anwendung des Leders bei den Stopfbuchsen, worüber in §. 146 S. 469, sowie in § 144. S. 453 Angaben gemacht worden sind. Hier folgen einige Beispiele der Anwendung der Leder-Liderung bei massiven Kolben.

Taf. 43. Fig. 7 zeigt einen Kolben, welcher dadurch hergestellt ist, daß man eine Anzahl von Lederscheiben oder Filzscheiben über einander gelegt, zusammengedrückt, und dann abgedreht hat. Die Figur giebt einen Vertikalschnitt des Kolbens in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Größe. Die Liderungsscheiben, welche hier zugleich den Kolbenkörper bilden, sind oben und unten mit Scheiben von Metall oder von Eisen bedeckt, welche einen etwas geringeren Durchmesser haben, als die abgedrehten Liderungsscheiben, damit sie nicht an der Cylinderwandung streifen können; durch die beiden Begrenzungsscheiben der Liderung (Deckplatten) sind drei Schraubenbolzen, die um die Kolbenstange symmetrisch vertheilt sind (einer davon ist in der Figur vollständig sichtbar) hindurchgezogen; diese drei Schraubenbolzen dienen zum

Taf. 43.
Fig. 7.

Zusammenpressen der Liderungsscheiben. Die Deckplatten haben in der Mitte nach außen gerichtete Verstärkungen, welche durchbohrt sind, ebenso sind die sämtlichen Liderungsscheiben in der Mitte durchbohrt, um die Kolbenstange hindurchstecken zu können, welche sich oben mit einem Ansatz auf die Verstärkung der oberen Deckplatte stützt, und unten durch eine Schraubenmutter angezogen und befestigt werden kann. Der hier gezeichnete Kolben enthält 18 Scheiben von je zwei Linien Dicke.

Taf. 43.
Fig. 8.

Taf. 43. Fig. 8 giebt den Vertikalschnitt eines massiven Kolbens mit doppelter Lederstulpen-Liderung, in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse. Die Dichtung soll hier nach beiden Richtungen erfolgen, deshalb sind zwei Stulpen angewandt (§ 146. S. 469), deren aufgestülpte Ränder entgegengesetzt gerichtet sind, zwischen beiden Stulpen liegt eine flache Scheibe aus Bronze oder aus Eisen. Der hier gezeichnete Kolben setzt sich unmittelbar mit einem Gelenk an die Lenkerstange an; der Bolzen, welcher oben das Auge für das Gelenk trägt, bildet die Grundlage des Kolbens; er ist unterhalb dieses Auges mit einem Ansatz versehen, gegen diesen wird eine Metallscheibe geschoben, welche zur Verminderung des Gewichtes an ihrer oberen Fläche ausgehöhlt ist, nach dieser Metallscheibe schiebt man den ersten Lederstulp auf, welcher mit seinem Rande aufwärts gerichtet ist, dann die Zwischenscheibe, hierauf den zweiten Lederstulp, welcher mit seinem Rande abwärts gerichtet ist, endlich wieder eine Metallscheibe, der ersten ähnlich, nur in umgekehrter Lage, und endlich werden diese fünf Stücke (drei Scheiben und zwei Lederstulpen) durch Anziehen einer Schraubenmutter auf dem Bolzen befestigt. Diese Konstruktion findet eine sehr häufige Anwendung bei Feuerspritzen und anderen Druckpumpen.

Taf. 43.
Fig. 9.

Man kann auch, um den Kolben leichter zu machen, die zwischen den beiden Lederstulpen liegende Zwischenscheibe fortlassen, wie dies die Konstruktion auf Taf. 43. Fig. 9 im Vertikalschnitt und in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse zeigt. Hier ist noch, zum Unterschiede von der vorigen Anordnung, der Kolben an einer Kolbenstange befestigt, angenommen. Die beiden Metallscheiben haben etwas höhere Ränder, als bei der vorigen Konstruktion, und die Zwischenscheibe fehlt, so dafs nur vier Stücke (zwei Scheiben und zwei Stulpen) auf die Kolbenstange aufgeschoben, und durch die untere Befestigungsschraube angezogen werden. Im Uebrigen ist die Konstruktion wie die vorige.

Bei den beiden eben beschriebenen Anordnungen ist kein eigent-

licher Kolbenkörper vorhanden, oder vielmehr, es wird derselbe durch die Scheiben und die Stulpen gebildet; man kann daher nicht einen oder den anderen Stulp entfernen und auswechseln, ohne den ganzen Kolben von der Stange abzulösen. Bei größeren Kolben hat dies manches Unbequeme, und man ändert dann die Konstruktion in der Weise ab, wie dies Taf. 43. Fig. 10 zeigt. Hier ist der Vertikalschnitt eines, in der Maschinenfabrik von A. Wöhlert in Berlin für die Pumpen der Hamburger Wasserwerke, welche mit einer Dampfmaschine von 200 Pferdekraft arbeiten, konstruirten Kolbens in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe gezeichnet. Der Kolben hat 9 Zoll äußeren Durchmesser, und besitzt einen auf der Kolbenstange befestigten Kolbenkörper. Dieser Kolbenkörper ist von Gufseisen, auf einer konischen Verstärkung der Kolbenstange durch einen Stahlkeil festgemacht, und bildet so die feste Grundlage zur Befestigung der beiden Ledermanchetten, von denen die eine mit aufwärtsstehendem Rande auf der oberen Fläche des Kolbenkörpers ruht, während die andere, mit abwärts gerichtetem Rande an der unteren Fläche des Kolbens hängt. Gufseiserne Scheiben füllen den inneren Raum der Manchetten zum Theil aus, und haben den Zweck, den vier Schraubenbolzen, die zur Befestigung der Manchetten an dem Kolbenkörper angeordnet sind, zu Widerlagern zu dienen. Die Köpfe dieser vier Schraubenbolzen sind in die oberen Einlagscheiben eingelassen, während die Muttern sich gegen die unteren Einlagscheiben legen.

Taf. 43.
Fig. 10.

Eine andere Konstruktion für einen kleinen massiven Kolben mit doppelter Manchetten-Liderung ist in Fig. 1 auf Tafel 48 enthalten; die Beschreibung desselben befindet sich oben § 149. S. 481. Hier ist noch darauf aufmerksam zu machen, daß nur die obere Manchette durch eine Schraube *w* an der Kolbenstange festgehalten wird, während die untere Manchette gar nicht an dem Kolben befestigt ist, sondern nur durch den Wasserdruck stets gegen denselben gepreßt wird.

Auch sehr große Kolben, wie sie bei Gebläsen vorkommen, dichtet man mit Ledermanchetten. Ein Beispiel solcher Kolbenkonstruktion ist auf Taf. 50 in Fig. 2 dargestellt. Fig. 2a ist die obere Ansicht des Gebläsekolbens mit durchschnittener Kolbenstange, Fig. 2b ist ein Vertikalschnitt nach der Linie *ef* in Fig. 2a, und Fig. 2c ist ein Schnitt durch einen Kolbenarm nach der Linie *cd* in Fig. 2b. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{24}$ der natürlichen Größe gezeichnet.

Der Kolben hat 94 Zoll im äußeren Durchmesser, er ist für ein Gebläse auf der Hörder-Hütte in Westphalen ausgeführt; der Gebläse-Cylinder liegt horizontal, der Kolben folglich in vertikaler Ebene; um denselben nun gehörig zu unterstützen ist die Kolbenstange durch den Kolben hindurch geführt, und geht zu beiden Seiten desselben mittelst Stopfbuchsen durch die Cylinderdeckel hindurch, so daß diese Stopfbuchsen einen wesentlichen Theil des Kolbengewichtes tragen. Die Kolbenstange ist von Schmiedeeisen, und, wie Fig. 2a deutlich erkennen läßt, hohl, sie ist da, wo der Kolben befestigt wird, mit einer konischen Verstärkung versehen, auf welche der passend ausgebohrte Kolben heraufgeschoben und dann durch eine starke Schraubenmutter angezogen wird; um eine Lösung dieser Schraubenmutter zu verhindern, ist dieselbe mittelst eines, quer durch die Kolbenstange geschlagenen Keils festgehalten. Der Kolbenkörper besteht aus einem gusseisernen Kranz, dessen Querschnitt Tförmig ist, der obere Balken des T ist mit der Kolbenstange parallel, und an denselben schließen sich acht Arme von Gufseisen an, die mit dem Kranz aus einem Stück gegossen sind, und die sich in der Mitte zu einer Nabe vereinigen, welche zur Befestigung auf der Kolbenstange, wie oben beschrieben, konisch ausgebohrt ist. Der Längenschnitt der Arme ist parabolisch, so daß sich die Höhe derselben nach dem Kranz hin vermindert, der Querschnitt der Arme ist in Fig. 2c besonders gezeichnet. Man sieht aus dieser Figur, daß die Arme oben und unten Verstärkungsrippen haben; diese dienen zur Aufnahme der Muttern für ein System von kleinen Befestigungsschrauben, welche den Zweck haben, die Deckbleche von Schmiedeeisen fest zu halten, welche zu beiden Seiten die Arme überdecken und den Kolben abschließen. Wenn wir nun wieder den Kranz des Kolbens betrachten, so dient der Ständer (die Mittelrippe) des Tförmigen Querschnittes zur Befestigung der Liderung. Diese besteht aus Lederstulpen, und zwar, da der Gebläsekolben doppelwirkend sein soll, aus zwei Lederstulpen, deren aufgebogene Ränder nach entgegengesetzten Richtungen gekehrt sind. Die auf beiden Seiten der Mittelrippe des Tförmigen Kranzes liegenden Lederstulpen werden durch aufgelegte gufseiserne Segmente, deren auf jeder Seite acht sind, und durch Befestigungsschrauben, welche durch diese Segmente, durch die Lederstulpen und durch die Mittelrippe des Kranzes reichen, an dem Kranze befestigt. Es sind im Ganzen 32 solcher Be-

festigungsschrauben vorhanden, so dass auf jedes der 8 Segmente jeder Seite, deren vier kommen.

Eine andere Anordnung der Leder-Liderung, bei welcher man keine eigentlichen Stulpen, die in Form eines L aufgebogen sind, sondern einen einfachen Ledermantel anwendet, ist auf Taf. 43 in Fig. 11 dargestellt. Diese Figur zeigt einen Vertikalschnitt eines massiven Kolbens, dessen Kolbenkörper aus Holz ist in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse. Der aus einem Ellern-, Buchen- oder Eichenklotz gedrehte Kolbenkörper ist in der Mitte durchbohrt, und nimmt hier die Kolbenstange auf, welche sich mit einem Ansatz gegen die obere Fläche stützt, während eine Schraubenmutter mit eiserner Unterlagescheibe dieselbe von unten her anzieht. Die Ledertafel ist auf die äufsere Mantelfläche des Kolbens mittelst eiserner Nägel aufgenagelt, oder auch mit Holzschrauben befestigt; damit aber in keinem Falle die Köpfe der Nägel über die äufsere Fläche des Kolbens vorstehen, und die Cylinderwandung streifen können, ist die äufsere Mantelfläche des Kolbenkörpers nicht cylindrisch, sondern so ausgedreht, dass sie nach der Mitte zu eine Höhlung darstellt. Hierdurch erweitert sich der Ledermantel nach oben und unten gefäfsartig, und die Wassersäule kann die Ränder desselben gegen die Wandungen des Cylinders anpressen.

Taf. 43.
Fig. 11.

Massive Kolben mit Metall-Liderung.

§ 152. Es ist bereits in § 148. S. 475 über die verschiedenen Arten der Anwendung metallener Kolben-Liderungen gesprochen worden, namentlich auch über die Art und Weise dieselben zu spannen. Indem wir hier auf jene Angaben verweisen, gehen wir zu der Erläuterung der in den Tafeln mitgetheilten zwölf Beispiele von massiven Kolben mit Metall-Liderung über.

Taf. 43. Fig. 12 zeigt einen massiven Kolben mit Metall-Liderung aus Segmenten, und zwar Fig. 12a in der oberen Ansicht nach Hinwegnahme des Deckels, und Fig. 12b im Vertikalschnitt nach der Linie *cd* in Fig. 12a. Beide Figuren sind in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolben hat einen Durchmesser von $12\frac{1}{2}$ Zoll. Der Kolbenkörper besteht aus einer gufseisernen Platte, welche in der Mitte eine nabenartige Verstärkung hat, welche zur Aufnahme des ein wenig konisch abgedrehten Endes der Kolbenstange dient; die Nabe ist entsprechend

Taf. 43.
Fig. 12.

ausgebohrt, und die Stange durch einen Keil auf der Nabe befestigt. Dies geschieht, bevor der Kolben zusammengestellt wird. Von der Nabe gehen drei armförmige Verstärkungsrippen aus, welche mit der Nabe und der Bodenplatte des Kolbens in einem Stück gegossen sind; diese dienen zur Unterstützung der Deckplatte, welche auf ihnen und auf einem Absatz der Nabe des Kolbens ruht, und durch drei Befestigungsschrauben, deren Köpfe in die Deckplatte versenkt sind, befestigt wird. Die rechte Seite der Fig. 12b bringt diese Konstruktion zur Anschauung, da hier der Durchschnitt durch eine dieser Rippen genommen ist. Zwischen der Bodenplatte des Kolbenkörpers und der Deckplatte liegen die Liderungs-Segmente und die Spann-Vorrichtung. Die Liderungs-Segmente treten ein wenig über die Peripherie des Kolbenkörpers und der Deckplatte hervor, sie sind in zwei Lagen über einander geordnet, so daß jede Lage drei Segmente enthält, und die Stosfugen der Segmente in der einen Lage gegen diejenigen in der anderen Lage versetzt sind. Damit sich die beiden Lagen nicht gegen einander verschieben, ist in der Berührungsfuge beider Lagen die obere mit einer Nuth, die untere mit einer eingreifenden Feder versehen. Die Segmente sind aus Gußeisen, beide Lagen zusammen haben genau die lichte Höhe zwischen Boden und Deckel des Kolbenkörpers. Hinter den Segmenten der Liderungsringe liegt ein konzentrischer Ring aus Gußeisen, welcher für sich dieselbe Höhe hat, welche die beiden Lagen der Liderungs-Segmente zusammen besitzen; auch dieser Ring ist aus Gußeisen und in drei Segmente getheilt, die jedoch so gestellt sind, daß niemals eine Stosfuge derselben mit einer Fuge der Liderungs-Segmente zusammen trifft. Um dieser Konstruktion die nöthige Elasticität zu geben, und die Spannung, mit welcher die Liderungs-Segmente gegen die Cylinderwandung gepreßt werden, gehörig reguliren zu können, liegt hinter jedem Segment des inneren Ringes eine nach dem Mittelpunkt des Kolbens hin gekrümmte Blattfeder. In ihrer Mitte ist jede Blattfeder durchbohrt, und auf einen Zapfen aufgesteckt, der über den Kopf einer Spannschraube hervorragt; die Muttern dieser drei Spannschrauben sind in die Nabe des Kolbenkörpers eingeschnitten. Wenn man nun mittelst eines Schraubenschlüssels (nach Abnahme des Kolbendeckels) den Kopf einer dieser Spannschrauben ergreift, und diese aus der Nabe weiter herausschraubt, so wird die Feder stärker gespannt, indem sie flacher gedrückt wird; hierdurch wirkt die Feder mit ihren Enden schiebend auf das Segment des Spannrings, und dieses wirkt

auf die Liderungs-Segmente in der Weise, daß es dieselben stärker gegen die Cylinderwandung anpreßt. Wenn man die Spannschraube entgegengesetzt dreht, und sie tiefer in die Nabe einschraubt, so findet die entgegengesetzte Wirkung statt. Um schließlich die Spannschrauben in ihrer Lage festzustellen, sind sie über der Nabe mit Gegenmuttern *dd* versehen.

Taf. 43. Fig. 13 giebt eine andere Konstruktion eines vollen Kolbens mit Metall-Liderung und zwar mit zusammenhängenden, nur an einer Stelle geschlitzten Liderungsringen. Fig. 13a ist die Seiten-Ansicht des zusammengestellten Kolbens, Fig. 13b die obere Ansicht desselben nach Abnahme des oberen Deckels, und Fig. 13c ein Vertikaldurchschnitt nach der Linie *ef* in Fig. 13b. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{12}$ der natürlichen GröÙe gezeichnet.

Taf. 43.
Fig. 13.

Das Gerippe des Kolbens ist ziemlich übereinstimmend mit dem in Fig. 12 dargestellten, und soeben beschriebenen Kolben. Der Kolbenkörper von Gufseisen ist mittelst angegossener Hülse auf dem konisch verstärkten Ende der Kolbenstange mit Hilfe eines rechteckigen Stahlkeiles befestigt; der Deckel wird hier von vier (anstatt dort von drei) Armen unterstützt, welche mit dem Kolbenkörper und der Hülse aus einem Stück gegossen sind, und durch welche ebensoviel Schraubenbolzen gehen. Die Liderungsringe sind von Gufseisen, zwischen den Boden des Kolbenkörpers und den Deckel eingepaßt, so daß sie über die Peripherie beider ein wenig hervorragen. Es sind zwei über einander liegende Liderungsringe vorhanden, deren jeder an einer Stelle aufgeschlitzt ist; doch sind die Ringe so geordnet, daß die beiden Schlitze einander im Durchmesser gegenüber stehen. An der Stelle, wo jeder Ring aufgeschlitzt ist, hat derselbe an seiner inneren Peripherie eine Verstärkung, und der Schlitz ist hier keilförmig erweitert. In diese Erweiterung paßt ein Keil von Schmiedeeisen oder von Stahl, dessen Schneidewinkel etwa 60 Grad betragen kann. Die Schneide ist jedoch abgestumpft. Drängt man den Keil in die entsprechend gestaltete Schlitzöffnung hinein, so muß sich der Schlitz erweitern, indem sich der Ring weiter aufbiegt, und seine Peripherie zu vergrößern strebt; ist der Ring durch eine Umfassungswand gehindert, eine solche Erweiterung seiner Peripherie vorzunehmen, so übt er natürlich einen entsprechenden Druck gegen diese Umfassungswand aus. Durch das Eindringen der Spannkeile in die Schlitze der Liderungsringe hat man daher ein Mittel eine Spannung der Liderungsringe gegen die Cylinderwand aus-

zuüben, und diese Spannung zu reguliren. Um nun die Spannkeile mit einem angemessenen Druck in die Schlitzte zu pressen, sind Spannfedern angeordnet, welche in der hier gezeichneten Konstruktion aus kreisförmigen elastischen Stahlringen bestehen, deren Durchmesser wesentlich kleiner als der innere Durchmesser der Liderungsringe ist; diese Ringfedern stützen sich an dem, dem Schlitzte diametral gegenüber liegenden Punkte gegen die innere Peripherie des Liderungsringes, während der Spannkeil mit einem, als Schraubengewinde geschnittenen Ansatzstifte durch den ihm zunächst liegenden Theil des Ringes durchgesteckt ist. Nun kann man durch Anziehen der Spannmutter *mm* den Keil in den Schlitz hineindrängen, wobei der als Widerlager für die Spannmutter dienende Ring zusammengedrückt, und auf seine Elasticität in Anspruch genommen wird; gleichzeitig übt der Stützpunkt des Ringes an dem, dem Keil entgegengesetzten Punkte einen Druck auf den Liderungsring nach der Cylinderwandung hin. Um die Spannung des Ringes zu fixiren, dienen die auf der inneren Seite der Ringfedern auf den Ansatzstift des Keils aufgeschraubten Gegenmuttern.

Taf. 43.
Fig. 14.

Taf. 43. Fig. 14 zeigt einen Kolben, welcher dem vorigen in der Konstruktion sehr ähnlich ist, und nur in der Form und Anordnung der Spannfedern von demselben abweicht. Fig. 14a ist die Ansicht von oben nach Abnahme des Deckels, Fig. 14b ist ein Vertikalschnitt nach der Linie *gh* in Fig. 14a; beide Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolbenkörper und der Deckel, sowie die Art der Befestigung der Kolbenstange stimmen ganz mit derjenigen in Fig. 13 dargestellten und eben beschriebenen überein, nur ist darauf aufmerksam zu machen, daß die Schrauben zur Befestigung des Deckels hier sowohl versenkte Köpfe als versenkte Muttern haben. Die Liderungsringe mit ihren Spannkeilen sind gleichfalls mit den in Fig. 13 dargestellten übereinstimmend, und kann hier auf die Beschreibung der letzteren verwiesen werden. Nur die Spannfedern mit den Spannschrauben sind hier anders konstruirt, als dort. Die Spannfedern sind nämlich hier von einem äufseren Durchmesser, der mit dem inneren Durchmesser der Liderungsringe übereinstimmt, nur in der Nähe des Spannkeils sind diese Ringfedern sehnenförmig eingezogen, so daß sie nicht einen vollen Kreis, sondern nur ein großes Kreis-Segment bilden. Die Mitte der sehnenförmigen Einbiegung ist verstärkt, und enthält ein Muttergewinde, durch dieses geht die Spannschraube *n* hindurch,

welche mit ihrer Spitze gegen den Keil drückt. Auch diese Anordnung ist verschieden von der in Fig. 13 dargestellten, bei welcher die Schraubenspindel an dem Keil fest war, dessen Verlängerung sie bildete, und lose durch eine Oeffnung in dem Spannringe hindurch gesteckt war. Eine Gegenmutter an der Innenfläche der Spannfeder sichert auch hier die Spannschraube gegen eine nicht beabsichtigte Lösung. Man sieht übrigens, dass während bei der in Fig. 13 dargestellten Anordnung jede Spannfeder nur an einem Punkte sich gegen ihren Liderungsring legt, hier die Spannfedern auf ihrer ganzen Peripherie (mit Ausschluss der sehnenförmigen Einbiegung) sich gegen die innere Peripherie der Liderungsringe drängen. Man will dadurch eine gleichmässige Spannung der Liderungsringe gegen die Cylinderwandung bewirken, indessen ist doch zu bemerken, dass beim Anziehen der Spannschrauben die Liderungsringe und die Spannringe ihre Form nicht gleichmässig ändern, und dass dann die gleichmässige Berührung beider nicht bestehen bleiben kann.

Taf. 44. Fig. 1 ist eine Kolben- und Ventil-Konstruktion einer Luftpumpe für eine Schiffsdampfmaschine; dieselbe wird weiter unten in § 154 beschrieben werden. Taf. 44.
Fig. 1.

Taf. 44. Fig. 2 zeigt einen von Brunton konstruirten Dampfmaschinenkolben mit Metall-Liderung, welcher gegen die sonst gebräuchlichen Konstruktionen den Vortheil hat, dass man die Liderung anspannen kann durch Drehung einer einzigen Schraube, und ohne den Deckel des Kolbens abzunehmen. Fig. 2a ist die Ansicht des Kolbens von unten, nach Abnahme des Deckels, Fig. 2b ist ein Vertikalschnitt nach der Linie *de* in Fig. 2a, beide Figuren sind in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Grösse gezeichnet. Die Kolbenstange ist von Schmiedeeisen, der Kolbenkörper, der Kolbendeckel, die Liderungsringe, die Spannringe sind von Gufseisen. Der Kolbenkörper liegt hier oben, der Deckel unten, und zwar ist der Kolbenkörper dadurch an der Kolbenstange befestigt, dass diese unten wesentlich verstärkt, und mit einem Schraubengewinde versehen ist; auf dieses Schraubengewinde ist der Kolbenkörper mit seiner Nabe, welche das Muttergewinde enthält, fest aufgeschraubt. Die Verstärkung des unteren Endes der Kolbenstange, auf welcher der Kolben befestigt ist, ist aber mit einer cylindrischen Höhlung versehen, in welcher die Vorrichtung zum Spannen der Liderung liegt. Die hier getroffene Anordnung ist nämlich folgende:

Zwei Liderungsringe von Gufseisen, deren jeder an einer

Stelle aufgeschlitzt ist, liegen über einander, so daß die Schlitzte versetzt sind; innerhalb jedes Liderungsringes liegt ein concentrischer Spannung von Gußeisen, welcher ebenfalls an einer Stelle aufgeschlitzt ist, indessen liegt der Schlitz des inneren Ringes dem Schlitz des äußeren Ringes (Liderungsringes) diametral gegenüber. Wird der innere Ring aufgebogen, so drängt er auch den äußeren Ring auseinander, und sucht ihn zu erweitern; kann diese Formveränderung vermöge des Widerstandes der umschließenden Cylinderwand nicht stattfinden, so wird der äußere Ring einen entsprechenden Druck auf die Cylinderwand ausüben, und dadurch die zur Dichtung erforderliche Spannung erlangen. Ein Bestreben den inneren Ring aufzubiegen, und dadurch die eben angegebene Wirkung zu erzielen, wird durch fünf Blattfedern ausgeübt, welche so hoch sind, daß jede die beiden inneren Spannringe gleichzeitig übergreift, und welche auf der inneren Peripherie der Spannringe gleichmäßig vertheilt sind. Die Enden jeder Blattfeder liegen an den Spannringen, die Mitte ist nach dem Mittelpunkt des Kolbens hin gebogen, und trägt einen Stift, welcher durch Mutter und Gegenmutter (der Form und Spannung der Feder entsprechend) sehr genau an derselben befestigt werden kann, und radial durch die gußeiserner Nabe des Kolbens hindurchgehend, in die oben erwähnte innere Höhlung des verstärkten Endes der schmiedeeisernen Kolbenstange hineingeführt ist. Schiebt man den Stift von dem Mittelpunkt nach auswärts, so wird dadurch die Spannfeder flacher gedrückt, und übt somit einen Druck auf den Spannring aus; kann man alle fünf Blattfedern auf diese Weise gleichzeitig spannen, so wird die Kolben-Liderung überall gleichzeitig gegen die Cylinderwandung geprefst. Um ein solches gleichzeitiges Herausschieben der fünf Stifte zu bewirken, liegt in der cylindrisch ausgebohrten Höhlung der Kolbenstange ein genau eingepaßter Kloben von Schmiedeeisen, welcher sich in der Höhlung verschieben läßt; da wo einer der fünf Stifte in die Höhlung hineintritt, hat der Kloben einen keilförmigen Schlitz, gegen dessen schräge Fläche sich das Ende des Stiftes stützt, wie dies in Fig. 2b bei dem Stift rechts zu sehen ist. Wird nun dieser Kloben in der Höhlung der Kolbenstange aufwärts geschoben, so drängt er gleichzeitig alle fünf Stifte nach auswärts. Um die Verschiebung des Klobens zu bewirken ist derselbe in seiner Mitte durchbohrt, und mit einem Muttergewinde versehen; eine Schraubenspindel, welche in dies Muttergewinde eingreift, ist mit einem Ansatz in den Deckel des Kolbens versenkt, und reicht mit ihrem

quadratischen Kopf durch den Deckel hindurch nach ausßen. Wenn man den Deckel an dem Kolbenkörper befestigt, was durch fünf Befestigungsschrauben (von denen eine in dem Vertikalschnitt Fig. 2b links sichtbar ist), die in ebensoviel armförmige Verstärkungsrippen des Kolbenkörpers eingreifen, geschieht, so ist die Schraubenspindel gehindert, sich gradlinig zu bewegen, es muß also ihre Mutter, das ist der Kloben sich gradlinig verschieben, wenn man die Schraubenspindel dreht. Dies kann mittelst eines Schraubenschlüssels geschehen, ohne den Kolbendeckel zu lösen. Natürlich lassen sich hierdurch die Spannungen der Liderungsringe nur innerhalb gewisser Grenzen reguliren; will man sie in größerem Umfange ändern, so nimmt man den Kolbendeckel ab, und regulirt die Stellung der Stifte an den Blattfedern mit Hilfe der Muttern und Gegenmuttern, mit denen sie versehen sind.

Taf. 44. Fig. 3 zeigt einen Ventilkolben mit Hanf-Liderung von eigenthümlicher Konstruktion, welcher weiter unten in § 154 beschrieben werden wird, Taf. 44. Fig. 4 ist ebenfalls ein Ventilkolben mit Hanf-Liderung, dessen Beschreibung in § 154 folgt, und Taf. 44. Fig. 5 ist ein Ventilkolben mit Leder-Liderung, dessen Erläuterung in § 153 gegeben werden wird.

Taf. 44.
Fig. 3
bis 5.

Taf. 45. Fig. 1 stellt einen Kolben dar von einer Lokomotive auf der französischen Südbahn; der Kolben ist im Vertikaldurchschnitt in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe gezeichnet. Der ganze Kolben, mit Ausnahme der Liderungsringe, welche von Gufseisen, und der Spannringe, welche von Stahl sind, ist aus Schmiedeeisen. Der Kolbenkörper besteht aus einer Scheibe, welche nach der Mitte schalenförmig vertieft ist, und unten einen cylindrischen Rand hat, der zur Unterstützung des Deckels dient. In der Mitte hat diese Scheibe eine näbenförmige Verstärkung, ist von oben her auf die Kolbenstange aufgesteckt, und mittelst eines Rechts-Gewindes auf die Verstärkung der Kolbenstange aufgeschraubt; sie legt sich sodann auf den unteren Flansch, welcher an die Kolbenstange angeschmiedet ist, auf, und wird mittelst kleiner Schraubchen an diesem Flansch festgehalten, so daß hierdurch eine unbeabsichtigte Lösung des Kolbens vermieden wird. Der Kolbendeckel ist ähnlich wie der Boden des Kolbenkörpers nach der Mitte hin gefäßförmig eingebogen; er hat einen vorspringenden Rand, und legt sich mit diesem in den cylindrischen Rand des Kolbenkörpers ein, während er mit seiner Mitte sich auf den oben erwähnten Flansch der Kolbenstange legt. Man sieht in dem

Taf. 45.
Fig. 1.

Durchschnitt links, daß der Kolbendeckel an einer Stelle seines Randes noch eine vorspringende Nase hat, mit welcher er durch einen Bayonetschluss in den Rand des Kolbenkörpers eingreift (vergl. Thl. I. S. 380). Der Kolbendeckel wird mittelst einer Befestigungsschraube mit Links-Gewinde, die zur besseren Dichtung mit einem konischen Ansatz sich in den Deckel ein-senkt, an der Kolbenstange befestigt; ein quer hindurch geschlagener Stift hindert diese Schraube zurückzugehen. Man sieht im Deckel noch rechts und links kleinere Oeffnungen mit Schraubengewinden; hier werden Bolzen mit Handhaben eingeschraubt, wenn man den Deckel abnehmen, oder aufsetzen will. Die Liderung besteht aus zwei gufseisernen, aufgeschlitzten Ringen, mit versetzten Schlitten, hinter welchen eine gemeinschaftliche Feder liegt, die in einem kreisförmigen, an einem Ende aufgeschnittenen Ringe besteht, der von Hause aus einen größeren Durchmesser hat, als das Innere der Liderungsringe; drückt man diesen Federring zusammen und legt ihn hinter die Liderungsringe, so sucht er sich zu seiner größeren Peripherie wieder auszudehnen, und übt vermöge dieses Bestrebens einen Druck auf die Liderungsringe aus. Eine besondere Vorrichtung, um die Spannung zu reguliren, ist nicht vorhanden.

Taf. 45.
Fig. 2.

Taf. 45. Fig. 2 giebt einen eigenthümlich konstruirten Kolben von einer horizontalen Schiffsdampfmaschine, welche in der Fabrik von A. Borsig in Moabit bei Berlin für das, zwischen St. Petersburg und Rostock gehende Dampfschiff „Prinz Constantin“ erbaut ist. Die Zeichnung stellt nicht allein den durchweg aus Gufseisen konstruirten Kolben mit seiner hohlen Kolbenstange dar, sondern auch des Zusammenhanges und besseren Verständnisses wegen den Dampfeylinder, in welchem sich der Kolben bewegt, und die Lenkerstange nebst Kurbel, und zwar ist Fig. 2a ein Vertikalschnitt, Fig. 2b ein Horizontalschnitt durch die Axe der Kolbenstange. Beide Figuren sind in $\frac{1}{24}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet.

Der Kolbenkörper ist mit der hohlen Kolbenstange in einem Stück gegossen; die Kolbenstange bildet eine, an beiden Enden offene Röhre, welche zu beiden Seiten durch den Cylinderboden hindurch reicht, und hier durch starke Stopfbuchsen geführt wird, so daß das Gewicht des Kolbens im Wesentlichen von der Kolbenstange getragen wird. Die hohle Kolbenstange ist an dem einen Ende durch einen aufgesetzten Deckel verschlossen, am anderen Ende ist sie offen, und es tritt hier die Lenkerstange von Schmiede-

eisen in die Kolbenstange ein; der Ausschlag dieser Lenkerstange bestimmt die Weite der inneren Höhlung der Kolbenstange. Das Lager für die Kurbelwelle ist unmittelbar an dem Cylinder befestigt, wie dies Fig. 2a angiebt, während Fig. 2b, in welcher die Lenkerstange fortgelassen ist, zeigt, wie die Axe für das Charnier der Lenkerstange in der hohlen Kolbenstange befestigt ist. Man sieht, dafs für diesen Zweck in der hohlen Kolbenstange eine durchbrochene Querwand sich befindet, an welche diese Axe so angeschraubt ist, dafs ihre Mittellinie mit dem mittleren Durchmesser des Kolbens zusammenfällt. Fig. 2a zeigt nicht nur das Kopflager, welches diese Axe umschliesst, sondern auch die Art und Weise, wie demselben von dem verschlossenen Ende der Kolbenstange her durch ein kupfernes Rohr Schmiere zugeführt werden kann. Der Kolbendeckel ist durch Befestigungsschrauben auf dem Kolbenkörper befestigt; da dieselben oft gelöst werden müssen, um zur Kolbenliderung zu gelangen, so hat man die Muttergewinde für diese Befestigungsschrauben in bronzene Buchsen eingeschnitten, welche, wie der Schnitt in Fig. 2b zeigt, in den Kolbenkörper eingestämmt sind. Die Kolbenliderung wird durch gusseiserne Liderungsringe gebildet, doch ist keine besondere Spannvorrichtung vorhanden, selbst nicht eine hinter den Liderungsringen liegende Ringfeder. Die Liderungsringe sind vielmehr an einem Ende aufgeschlitzt und von Hause aus von gröfserem Durchmesser, als die Cylinderbohrung; sie werden zusammengeprefst, und in den Cylinder hineingeschoben, indem sie das Bestreben haben, ihre Form wieder anzunehmen, pressen sie gegen die innere Wandung des Cylinders. Soll diese Pressung auf der ganzen Peripherie gleichförmig stattfinden, so darf der Querschnitt der Ringe nicht durchweg gleich grofs sein (vergl. hierüber die auf S. 476 angeführten Aufsätze in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover). — Das Dampfschiff, welchem dieser Kolben angehört ist ein Schraubenschiff, und die Schraube ist unmittelbar auf der Verlängerung der Kurbelwelle befestigt, hieraus erklärt sich einmal der geringe Hub, welchen der Kolben im Verhältnifs zu seinem Durchmesser hat, weil die Schraube eine verhältnifsmäfsig grofse Anzahl von Umdrehungen zu machen hat, sodann aber ist hierin auch die eigenthümliche Konstruktion des Zapfenlagers der Kurbelwelle begründet, welches in Fig. 2a in der Ansicht erscheint, und, welches um es besser anschaulich zu machen, nach der Linie *no* im Vertikalschnitt und in gröfserem Maafsstabe ($\frac{1}{16}$ der natürlichen Gröfse) aber wegen Mangel an Platz nicht

hier, sondern auf Taf. 50 in Fig. 3, noch besonders gezeichnet ist. Um nämlich den Druck, welchen die Schraube in der Richtung der Wellenaxe (Längsrichtung des Schiffes) auf die Welle ausübt von der Kurbel abzuhalten, ist das der Schraube zunächst stehende Lager mit 5 Nuthen versehen, in denen 5 genau passend eingeschliffene ringförmige Ansätze der Welle Platz finden. Hierdurch wird erreicht, daß der Längendruck auf die Welle sich auf 5 Flächen vertheilt.

Taf. 45.
Fig. 3.

Taf. 45. Fig. 3 ist ein von Ramsbotton angegebener, und gegenwärtig vielfach in Gebrauch gekommener Kolben, welcher sich ganz besonders durch Leichtigkeit auszeichnet. Fig. 3a ist ein Vertikalschnitt des Kolbens in $\frac{1}{10}$ der natürlichen Gröfse, und Fig. 3b stellt in halber natürlicher Gröfse einen Schnitt durch die Kolbenwandung mit den Liderungsringen dar. Der hier dargestellte Kolben hat $17\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, ist von Gufseisen und besteht nur aus einer einzigen Platte ohne Kolbendeckel, welche in der Mitte nabenförmig verstärkt, auf das verstärkte und konisch zugespitzte Ende der Kolbenstange aufgeschoben ist, und durch eine vorgelegte Schraubenmutter festgehalten wird. Man pflegt auch wohl den Kolben in ähnlicher Form von Schmiedeeisen oder von Stahl zu machen, und mit der Kolbenstange in einem Stück zu schmieden. Die Kolbenplatte hat aufsen einen cylindrisch aufgebogenen Rand, dessen Durchmesser ein ganz klein wenig geringer ist, als der Durchmesser des Cylinders. Nun sind in der Mantelfläche dieses Randes gewöhnlich drei, zuweilen nur zwei, auch vier ringförmige Nuthen eingedreht (nicht Schraubengänge), und in diese Nuthen werden Stahlringe von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll Höhe gelegt. Diese Stahlringe sind an einem Ende aufgeschlitzt und haben von Hause aus einen etwas gröfseren Durchmesser, als die Bohrung des Cylinders, man biegt sie etwas aus einander, um sie über die äufere Mantelfläche des Kolbens hinüber schieben zu können, und sobald sie bis an die Nuth geschoben sind, ziehen sie sich vermöge ihrer Elasticität in dieselbe hinein. Um den Kolben in den Cylinder einzusetzen müssen die Stahlringe komprimirt werden, dann haben sie das Bestreben sich wieder auszudehnen, und üben vermöge dieses Bestrebens einen Druck auf die Cylinderwandung aus. Die Schlitze der einzelnen Ringe müssen gegen einander versetzt sein, gleichwohl wird keine ganz vollständige Dichtung erreicht, da zwischen den Schlitzen hindurch immer Dampf entweichen kann. Bei genauer Ausführung und bei schnellem Gange des Kolbens ist dieser Verlust aber sehr unerheblich. Der aufge-

bogene Rand des Kolbens würde, wenn man die untere Fläche des Cylinderdeckels eben machte, einen sehr bedeutenden schädlichen Raum über dem Kolben bedingen; um dies zu vermeiden schließt sich die Form des Cylinderdeckels derjenigen des Kolbenkörpers an, wie solches in Fig. 3a anschaulich gemacht ist.

Anstatt wie bei dem Ramsbotton'schen Kolben die Nuthen in dem Mantel des Kolbenkörpers concentrisch und cylindrisch zu machen, hat man auch wohl eine spiralförmige, kontinuierlich um den Kolben herumlaufende Nuth eingedreht, und dann, anstatt der einzelnen Stahlringe, einen zusammenhängenden Stab der Nuth entsprechend spiralförmig gewunden, und in die Nuth hineingelegt; dergleichen Kolben sind unter Andern von Th. Schultz in Wien angegeben und ausgeführt.

Aehnlichkeit mit dieser Anordnung von Schultz hat die auf Taf. 48. Fig. 2 dargestellte Konstruktion eines Dampfkolbens von Jay, Fig. 2a zeigt eine Vorder-Ansicht des Kolbens, Fig. 2b einen Vertikalschnitt, und Fig. 2c die Kolbenliderung besonders; sämtliche Figuren sind in $\frac{1}{8}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolbenkörper ist von Gußeisen, ähnlich demjenigen des auf Taf. 45 in Fig. 3 dargestellten, und kurz vorher beschriebenen Ramsbotton'schen Kolbens; derselbe ist auf das Ende der Kolbenstange aufgeschraubt; damit aber die Schraube möglichst dicht halte, ist ein konischer Ansatz der Kolbenstange in die obere Fläche des Kolbens versenkt. Ein quer durch die Nabe des Kolbens und durch die Schraube der Kolbenstange getriebener Stift, hindert eine unbeabsichtigte Lösung derselben. Nur ist die äußere Mantelfläche des Kolbenkörpers nicht wie beim Ramsbotton'schen Kolben mit mehreren ringförmigen Nuthen, auch nicht mit einer mehrere Umgänge machenden schmalen spiralförmigen Nuth versehen, sondern mit einer breiten Nuth, in welche ein spiralförmig gewundener elastisch gehämmerter Messingstab Platz finden kann. Fig. 2c stellt diesen Messingstab dar, bevor er in die Nuth des Kolbens eingebracht wird. Man sieht, daß hier, wenn die Liderung eingelegt ist, die einzelnen Schraubengänge der Liderung fest auf einander schließen, und daß folglich hier keine Kommunikation wie sie bei dem Ramsbotton'schen und Schultz'schen Kolben zwischen den Liderungsringen hindurch stattfinden kann, möglich ist.

Eine dieser soeben beschriebenen Konstruktion verwandte Kolbenkonstruktion ist auf Taf. 48 in Fig. 3 im Vertikalschnitt und in $\frac{1}{8}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Es ist ein Dampfkolben von einem von F. Wöhlert in Berlin erbauten 30 Centner

wiegenden Dampfhammer. Der Kolben ist von Schmiedeeisen; er wird durch zwei schmiedeeiserne Platten gebildet, von denen die eine, den Kolbenkörper darstellend in der Mitte nabenförmig verstärkt, und auf das cylindrische Ende der Kolbenstange aufgeschoben ist, so daß sie sich gegen einen Ansatz der Kolbenstange legt. Die andere Platte bildet den Deckel, sie ist durchweg gleich dick, in der Mitte durchbohrt, auf die Kolbenstange aufgesteckt, und nun sind die beiden Platten aneinander und an der Kolbenstange durch eine starke Schraubmutter, welche über die Deckelplatte auf das Ende der Kolbenstange aufgeschraubt ist, zusammengehalten. Zwischen beiden Platten, über die Peripherie derselben ein wenig vortretend, liegt ein einziger gußeiserner Liderungsring, an einer Stelle mit einem feinen Schlitz versehen, und durch einen innerhalb liegenden konzentrischen und ebenfalls aufgeschlitzten Spannring an die Cylinderwandung angepreßt. Der Schlitz des Spannringes liegt dem des Liderungsringes diametral gegenüber. Auch hier kann ein geringes Entweichen des Dampfes durch den Schlitz des Liderungsringes stattfinden.

Schließlich seien hier noch drei Beispiele von Kolben mit Metall-Liderung erwähnt, welche ebenfalls auf Taf. 48 in den Fig. 4, 5 und 6 dargestellt sind. Diese drei Kolben haben Liderungsringe, welche durch Keile gespannt werden, nach Art der auf Taf. 43. Fig. 13 gegebenen, und oben S. 491 beschriebenen Konstruktion.


Taf. 48. Fig. 4 stellt einen großen Dampfkolben dar von 28 Zoll Durchmesser, welcher auf der Königshütte in Oberschlesien bei einer Dampfmaschine von 80 bis 100 Pferdekraft ausgeführt ist, und zum Betriebe eines Walzenzuges für Eisenbahnschienen dient. Fig. 4a ist die obere Ansicht nach Abnahme des Deckels, Fig. 4b ist ein Vertikalschnitt durch den Kolben nach der Linie *efg* in Fig. 4a, und Fig. 4c ist eine Ansicht des Deckels, wenn man denselben abgenommen und umgelegt denkt. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Größe gezeichnet.

Der Kolbenkörper besteht aus einer Bodenplatte, in der Mitte mit einer nabenförmigen Verstärkung versehen, welche auf das nach unten konisch zugespitzte Ende der Kolbenstange aufgesteckt, und durch einen starken Keil befestigt ist. Ein System von zwölf radialen, armförmigen Verstärkungsrippen geht von dieser Nabe aus, und ist mit derselben und mit dem Boden des Kolbens aus einem Stück gegossen. Die Arme sind an ihren Enden durch eine aufrechtstehende cylindrische Rippe verbunden, auf derselben,

und auf einem Ansatz der Nabe ruht der Kolbendeckel von Gufseisen, welcher an den Stellen, wo er aufliegt, und da, wo er die Liderungsringe berührt, vorspringende Leisten hat, die sich leichter bearbeiten lassen, als wenn der Deckel eine vollständige Ebene bildet (vergl. Fig. 4c). Zwölf Deckelschrauben befestigen den Deckel an den Enden der Arme, und vier andere Deckelschrauben in der Nähe der Nabe an dem Kolbenkörper. Die Muttern dieser Deckelschrauben sind in das Gufseisen der Arme, welche an den betreffenden Stellen verstärkt sind, eingeschnitten; die Köpfe derselben sind in die Oberfläche des Deckels versenkt. Zwischen Boden und Deckel liegen die aufgeschlitzten Liderungsringe mit ihren Spannrings, ähnlich konstruiert, wie in Fig. 13 auf Tafel 43; die Erläuterung dieser Konstruktion ist auf S. 491 nachzulesen. Die Keile werden hier jedoch ähnlich wie bei der Anordnung in Fig. 14 auf Taf. 43 bewegt, indem sie durch Schraubenbolzen, deren Muttern in die gufseisernen Spannrings eingeschnitten sind, angezogen, und durch Gegenmuttern festgestellt werden. Diese Spannschrauben gehen durch die cylindrische Verstärkungsrippe des Kolbenkörpers durch, und erhalten in selbiger noch eine gewisse Führung und Unterstützung.

Taf. 48. Fig. 5 zeigt einen Lokomotivkolben von 16 Zoll Durchmesser. Fig. 5a giebt die Ansicht von unten, Fig. 5b einen Vertikalschnitt nach *hi* der Fig. 5a und Fig. 5c einen Vertikalschnitt nach der Linie *kl* in Fig. 5a; sämtliche Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolbenkörper von Gufseisen ist auf dem konisch zugespitzten verstärkten Ende der Kolbenstange mittelst eines Stahlkeils befestigt. Der Deckel ruht auf vier Armen des Kolbenkörpers und ist auf einen Ansatz der Nabe aufgeschoben, seine Befestigung erfolgt durch vier Deckelschrauben, deren Köpfe in den Deckel, der zu diesem Zwecke in der Mitte verstärkt ist, versenkt sind. Die Muttern der Deckelschrauben sind von Bronze, und von der Seite her in ausgesparte Oeffnungen der Arme eingeschoben (vergl. Fig. 5c). Die Liderungsringe von Gufseisen sind geschlitzt, die Schlitze der beiden übereinander liegenden Ringe sind versetzt, und jeder Schlitz kann durch einen Stahlkeil aufgetrieben werden. Um jedoch die durch den Schlitz gebildete Oeffnung möglichst zu decken ist ein Stück Stahl in die Schneide des Keils und in die Liderungsringe eingeschliffen (vergl. Fig. 5b links). Die Spannung des Keils wird hier durch Blattfedern von Stahl bewirkt, welche sich mit ihren Enden gegen Ansätze stemmen, die an der inneren Peripherie

der Liderungsringe angegossen sind, und welche einen Bogen von 120 Grad einschließen. Eine Spannschraube, deren Mutter in der Mitte dieser Blattfedern angeordnet ist, wirkt mit ihrer Spitze gegen den Rücken des Spannkeils, der an der betreffenden Stelle eine kleine Vertiefung hat. Damit die Liderungsringe sich nicht gegen einander, und gegen die Ebene des Kolbens verschieben können, ist an einem der vier Arme eine Vorrichtung angebracht, welche in Fig. 5a in der oberen Ansicht, in Fig. 5c rechts im Durchschnitt sichtbar ist. Dieselbe besteht in zwei bügelartigen Streben, die mittelst eines Gelenkes an den betreffenden Arm angeschlossen sind, und welche sich gegen die innere Peripherie der Liderungsringe stemmen. Ein Ansatz an der inneren Peripherie der Liderungsringe, welcher von den beiden Streben klauenartig umfaßt wird, hindert das Drehen der Liderungsringe. Noch ist darauf aufmerksam zu machen, daß die Liderungsringe nicht durchweg von gleicher Dicke sind; sie haben an dem Schlitz die geringste Dicke, und an der dem Schlitz diametral gegenüberliegenden Stelle die größte Dicke.

Taf. 48. Fig. 6 stellt einen von Mathern angegebenen Kolben dar, welcher nur einen einzigen Liderungsring aus einer Metallkomposition hat. Fig. 6a ist die obere Ansicht des Kolbens nach Abnahme des Deckels, Fig. 6b die Seiten-Ansicht, Fig. 6c ist die obere Ansicht des Spannkeils, und Fig. 6d die Seiten-Ansicht desselben; sämtliche Figuren sind in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Größe gezeichnet. Der Kolbenkörper ist ganz ähnlich der in Fig. 5 auf Taf. 48 dargestellten und soeben beschriebenen Konstruktion, angeordnet; der Deckel wird durch vier Deckelschrauben befestigt. Zwischen Boden und Deckel liegt nur ein Liderungsring, aus einer Metall-Legirung bestehend, dessen Schlitz oben eigenthümlich geformt ist. Derselbe hat nämlich, wie Fig. 6b zeigt, in der äußeren Ansicht diese Form: ; der horizontale Theil desselben wird durch einen flachen Ansatz des Keils ausgefüllt, während die vertikalen Theile des Schlitzes oben und unten nach dem Inneren des Kolbens hin sich keilartig erweitern (Fig. 6a). Die Feder zum Spannen des Keils ist sehr ähnlich der in Fig. 14 auf Taf. 43 dargestellten und oben S. 492 beschrieben; sie ist von Stahl, legt sich ringförmig an die ganze innere Peripherie des Liderungsringes an, und ist nur in der Nähe des Keils etwa auf $\frac{1}{4}$ der Peripherie sehnenartig eingebogen, um die Spannschraube aufzunehmen. Diese hat hier jedoch ihre Mutter nicht in der Feder,

sondern sie ist mit Mutter und Gegenmutter, die zu beiden Seiten der Feder liegen, versehen; damit die Schraube beim Anziehen der Spannmutter sich nicht drehe, muß man sie mittelst eines Schraubenschlüssels fest halten, zu welchem Zwecke sie an ihrem inneren Ende mit einem Kopfe versehen ist.

Ventilkolben mit Leder-Liderung.

§ 153. Die durchbrochenen Kolben oder Ventilkolben finden vorzugsweise bei Pumpen, und zwar bei solchen Pumpen Anwendung, bei denen die Flüssigkeit (Wasser oder Luft) durch den Kolben hindurch treten soll. Gewöhnlich geschieht der Durchgang der Flüssigkeit durch den Kolben, beim Niedergange desselben, so daß also die Flüssigkeit von unten nach oben den Kolben passirt, und die Ventile, welche bei der entgegengesetzten Bewegung, d. i. beim Aufgange des Kolbens, die Oeffnung verschließen sollen, müssen sich daher nach oben hin öffnen. Bei Pumpen für kaltes Wasser wendet man meist Leder-Liderung an, bei Wasser von höheren Temperaturen, z. B. bei den Luftpumpen der Dampfmaschinen, gewöhnlich Hanf-Liderung. Die Anwendung der Metall-Liderung für Ventilkolben kommt nur in sehr seltenen Fällen vor.

Wenn man die Ventilkolben mit Leder-Liderung versteht, so braucht man nach den in § 146 S. 469 und § 151 S. 485 gemachten Angaben nur einen Lederstulp anzuwenden, da der Kolben nur nach einer Richtung hin dicht zu halten braucht, nämlich nur beim Aufgange der Kolbenstange, während beim Niedergange, wo ohnehin sich das Ventil öffnet, ein Dichthalten der Liderung nicht erforderlich ist. Die Ventilkolben mit Leder-Liderung haben daher stets nur einen Lederstulp, dessen aufgestülpter Rand nach oben hin gerichtet ist.

Wo man das Leder zur Liderung anwenden kann, ist auch die Anwendung desselben zu den Ventilen gestattet; und da Lederklappen zu den einfachsten und besten Ventilen gehören, so pflegt man bei den Ventilkolben mit Leder-Liderung gewöhnlich auch Ventile mit Lederklappen zu finden. Indessen ist dies nicht immer der Fall, wie das Beispiel auf Taf. 44. Fig. 5 zeigt, welches einen Ventilkolben mit Leder-Liderung und mit einem Muschelventil vorstellt.

In den Tafeln sind vier verschiedene Konstruktionen durchbrochener Kolben mit Leder-Liderung gegeben:

Taf. 45. Fig. 4 zeigt einen kleinen Ventilkolben von $4\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser mit Leder-Liderung und mit zwei Klappenventilen von Leder. Fig. 4a ist die obere Ansicht des Kolbens, Fig. 4b ist ein Vertikalschnitt, Fig. 4c ist ein Horizontalschnitt durch den Kolben nach der Linie *ab* in Fig. 4b und nach Abnahme der Ventile, Fig. 4d ist die Querschiene, welche die Ventilplatte festhält in der Ansicht von oben und von einem Ende, und Fig. 4e stellt eine der beiden Klammern dar, durch welche die Querschiene an dem Kolbenkörper fest gehalten wird, ebenfalls in zwei Ansichten, von oben und von der Seite. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet.

Der Kolbenkörper ist von Bronze; er besteht aus einem cylindrischen Ringstück, welches oben einen nach der inneren Höhlung vortretenden Rand und mit diesem zusammenhängend, einen diametralen Querarm hat zur Aufnahme der Lederplatte, welche zwei Klappventile bilden soll; über diesen Rand wölbt sich ein Bügel, der gleichfalls mit dem Kolbenkörper aus einem Stück gegossen ist, und in dessen Gipfel eine Hülse angeordnet ist zur Befestigung der Kolbenstange von Schmiedeeisen. Die Leder-scheibe zur Bildung der Klappventile liegt flach über den Rand und den Querarm des Kolbenkörpers, und wird im Durchmesser durch ein Querstück von Schmiedeeisen fest gehalten, das sich mit seiner abgeflachten Seite stumpf auf die Lederscheibe auflegt (Fig. 4d), während seine Enden in einen rechteckigen Querschnitt übergehen, und durch zwei kleine schmiedeeiserne Klammern festgehalten werden. Diese Klammern (Fig. 4e) werden durch je zwei Schraubchen an dem Rande des Kolbenkörpers, welcher an der betreffenden Stelle etwas verbreitert ist, festgeschraubt. Um den beiden Lederklappen, die auf diese Weise entstehen, und welche ihre Drehaxe im Durchmesser des Kolbens haben; den nöthigen Halt zu geben, sind dieselben durch schmiedeeiserne Platten überdeckt, welche mit den unter den Ventilkappen liegenden Gewichtsplatten zusammen mit Hilfe von je zwei Schraubchen an dem Leder befestigt sind. Die Ledermanchette, welche die Liderung bilden soll, ist von unten auf den Kolbenkörper aufgeschoben, sie wird durch einen Bronze-Ring, und mittelst vier Schrauben, deren Muttern in Verstärkungen des Kolbenringes eingeschnitten sind, an dem Kolbenkörper befestigt.

Taf. 45. Fig. 5. Taf. 45. Fig. 5 stellt eine andere Konstruktion für einen kleinen Kolben mit Leder-Liderung und Klappventil von Leder dar. Fig. 5a ist die Ansicht von oben, Fig. 5b die Seiten-

Ansicht, Fig. 5c ein Vertikalschnitt nach der Linie *cd* in Fig. 5a, sämtliche Figuren sind in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolbenkörper ist wie bei der vorigen Konstruktion von Messing oder Bronze, der Bügel zur Befestigung der Kolbenstange ist mit dem Kolbenkörper in einem Stück gegossen, und die Kolbenstange von Schmiedeeisen ist in den Bügel eingeschraubt und gegen unbeabsichtigte Lösung durch eine Gegenmutter gesichert. Die Mantelfläche des ringförmigen Kolbenkörpers hat unten etwa bis zur halben Höhe desselben einen geringeren Durchmesser, so daß sich ein Ansatz bildet, gegen diesen legt sich der flache Rand des von unten aufgeschobenen, zur Liderung dienenden Lederstulps, welcher durch eine, auf den unteren Theil des Kolbenkörpers aufgezogene Schraubenmutter festgehalten wird. Die Schraubenmutter wird durch einen Dorn gedreht, und ist für diesen Zweck an ihrer äußeren Peripherie mit radialen Bohrungen versehen. Das Ventil ist durch eine Lederplatte gebildet, die mit der einen schmalen Seite durch drei Schräubchen an dem Rande des Kolbenkörpers befestigt ist, so daß die Drehaxe des Ventils an einer Seite des Kolbens liegt. Die schmiedeeisernen Platten, mit denen das Ventil belastet ist, sind ähnlich konstruirt und befestigt, wie in Fig. 4 derselben Tafel.

Man hat auch die Leder-Liderung und das Lederventil in eigenthümlicher Weise zu einem Stück vereinigt. Dies wird erreicht durch die sogenannten Trichterkolben.

Taf. 48. Fig. 7 zeigt einen solchen Trichterkolben im Vertikalschnitt, und in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Gröfse. Der Kolbenkörper besteht aus einem hohlen, trichterförmig gestalteten Kegel von Bronze oder von Eisen, welcher an seiner ganzen Mantelfläche mit zahlreichen cylindrischen Bohrungen von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Durchmesser versehen ist. Diese Bohrungen sind entweder parallel mit der Axe der Kolbenstange (wie in der Figur angegeben), gerichtet, oder man bringt sie auch wohl normal zum Kegelmantel an; dieselben haben den Zweck dem Wasser den Durchgang in das Innere des Kolbens zu gestatten. Um beim Aufgange des Kolbens dem Wasser diesen Durchgang zu verschließen, sind die Oeffnungen von Innen mit einem Ledertrichter, oder einer Düte von Leder bedeckt, welche da, wo die Ränder der Ledertafel, aus welcher sie gebildet ist, über einander greifen, sich nach Erfordern zu einem kleineren Durchmesser zusammenschieben kann. Diese Lederdüte wird unten in dem Kolbentrichter festgeklemmt, indem man an dieser Stelle auch die mit einem konischen Wulst

versehene Kolbenstange durch den Kolben durchsteckt, und mittelst Mutter und Gegenmutter befestigt. Die Lederdüte reicht oben noch ein ganzes Stück aus dem Kolben heraus, und entwickelt sich zu dem Durchmesser des Pumpenstiefels, während der obere Durchmesser des Kolbenkörpers ein Stück kleiner ist, als der Durchmesser des Pumpenstiefels. Geht nun der Kolben aufwärts, und befindet sich über dem Kolben eine Wassermasse, die von demselben gehoben wird, so erfüllt diese die Lederdüte, und preßt sie nicht nur an die Wandung des Trichters an, so daß die Durchgangsöffnungen bedeckt werden, sondern sie drängt auch den über den Rand des Kolbenkörpers vorstehenden Theil der Lederdüte gegen die Cylinderwandung, und bewirkt so die Liderung des Kolbens. Wenn dagegen der Kolben abwärts geht, und sich in eine unter dem Kolben befindliche Wassermasse eindringt, so dringt diese durch die Oeffnungen in der Mantelfläche des Kolbens hindurch, und tritt auch in dem Spielraum zwischen dem oberen Rande des Kolbenkörpers und der Wandung des Cylinders, über den Kolben. Hierbei faltet sich die Lederdüte zu einem kleineren Durchmesser zusammen. Zu der Düte verwendet man mit Vortheil anstatt des Leders auch vulkanisirten Kautschuck, und Gutta-Percha.

Um noch ein Beispiel für einen Ventilkolben mit Lederliderung zu geben, der ein Ventil von Metall hat, ist auf Taf. 44 in Fig. 5 ein solcher dargestellt, und zwar im Vertikalschnitt in halber natürlicher Gröfse. Der Kolbenkörper ist aus Bronze oder Messing, ein cylindrischer Ring, über den sich oben vier Arme bügelförmig wölben. Diese Arme tragen oben eine Oese, zu einem Gelenk dienend, durch welches die Lenkerstange an den Kolben angeschlossen werden soll; unterhalb der Oese sind die Arme zu einer cylindrischen Hülse ausgezogen, welche den Zweck hat, den Stiel des Muschelventils zu führen, und zugleich zur Hubbegrenzung des Ventils zu dienen. Der Lederstulp ist auf den Mantel des Ventilkolbens aufgeschoben, und wird durch einen Bronzering und durch vier Befestigungsschrauben, deren Muttergewinde in die Wandung des Kolbenkörpers eingeschnitten sind, befestigt. Dieser Bronzering bildet zugleich den Ventilsitz für das Muschelventil dessen Schlußfläche eine Kugelzone ist.

Ventilkolben mit Hanf-Liderung.

§ 154. Wo man bei den Ventilkolben Leder-Liderung nicht anwenden will, bedient man sich in der Regel der Hanf-Liderung, welche ganz in derselben Weise angewandt wird, wie dies bereits früher bei den massiven Kolben mit Hanf-Liderung beschrieben worden ist. Da man in den meisten Fällen, wo man Hanf-Liderung für die Kolben anwendet, das Leder überhaupt nicht brauchen kann, so sind auch bei den Ventilkolben mit Hanf-Liderung die Ventile gewöhnlich nicht aus Leder, sondern entweder aus Metall, oder aus Kautschuck, indessen kommen Ausnahmen vor, und ist eine solche als Beispiel in dem Kolben auf Taf. 48. Fig. 8 dargestellt, welcher Hanf-Liderung und vier Lederklappen hat. In den Tafeln sind im Ganzen sechs Ventilkolben mit Hanf-Liderung darstellt, von denen einer mit Kautschuckventilen (Taf. 44. Fig. 1), einer mit Lederklappen (Taf. 48. Fig. 8) und die übrigen vier mit Ventilen aus Metall versehen sind.

Taf. 45. Fig. 6 giebt einen kleinen Ventil-Kolben von Gusseisen mit Hanf-Liderung und Klappventil. Fig. 6a ist die Seiten-Ansicht, Fig. 6b ein Horizontalschnitt nach der Linie *gh* in Fig. 6a, und Fig. 6c ist ein Vertikalschnitt nach der Linie *ef* in Fig. 6b. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der gusseiserne Kolbenkörper ist bestimmt auf seiner Mantelfläche die Hanf-Liderung aufzunehmen, er ist deshalb mit einer hinreichend tiefen und breiten Nuth versehen. Die Bohrung des Kolbenkörpers ist cylindrisch, die Klappe, welche dieselbe verschliesst, hat jedoch einen viereckigen Grundrifs, sie ist von Bronze und hat an der einen schmalen Seite zwei Ohren, welche zur Bildung des Gelenkes dienen, um welches sich die Klappe drehen soll; zwischen diese beide Ohren greift eine mit dem Kolbenkörper aus einem Stück gegossene Oese, und indem man durch diese drei Oeffnungen einen schmiedeeisernen Stift zieht, ist das Gelenk hergestellt. Die Klappe hat an ihrer unteren Fläche ringsum vorspringende Ränder, welche so bearbeitet sind, daß sie einen möglichst vollkommenen Schluß mit der Oberfläche des Kolbenkörpers gewähren. Quer über die Klappe ist ein schmiedeeiserner Bügel gestellt, welcher aber nicht allein die Kolbenstange aufnimmt, die in demselben durch eine vorgelegte Schraubenmutter befestigt ist, sondern auch zugleich zur Hubbegrenzung des Klappventils dient, und zu diesem Zweck mit einer vor-

Taf. 45.
Fig. 6.

springenden Nase versehen ist; in Fig. 6c ist der Zweck dieser Nase durch die punktirte Stellung der geöffneten Klappe angedeutet. Die Kolbenstange kann übrigens auch mit dem Bügel in einem Stück geschmiedet sein. Um den Bügel im Kolbenkörper zu befestigen, sind seine Schenkel verlängert und mit Ansätzen versehen; die Verlängerungen werden durch Schlitzte in der Wandung des Kolbenkörpers zu beiden Seiten der Bohrung desselben durchgesteckt, und unten durch Keil und Schliefskeil angezogen, wobei sich die Ansätze auf die Oberfläche des Kolbenkörpers stützen.

Taf. 45. Fig. 7. Taf. 45. Fig. 7 stellt einen Ventilkolben mit Scheibenventil und mit Hanf-Liderung dar. Fig. 7a ist der Vertikalschnitt nach der Linie *lm* in Fig. 7b, und Fig. 7b ein Horizontalschnitt nach der Linie *ik* in Fig. 7a. Der Kolbenkörper ist von Bronze, auf seiner äußeren Mantelfläche zur Aufnahme der Hanf-Liderung, ohne besondere Spannvorrichtung, eingerichtet, und stellt einen mit 7 cylindrischen Durchbohrungen versehenen Kloben dar. Die mittelste dieser 7 Bohrungen dient zur Aufnahme der Kolbenstange, welche mit einem kleinen Ansatz sich gegen die Oberfläche des Kolbens stützend, hindurch gesteckt ist, und unten durch eine vorgelegte Schraubenmutter angezogen wird. Die sechs übrigen Bohrungen, welche symmetrisch um die Kolbenstange vertheilt sind, dienen zum Durchflus des Wassers, wenn der Kolben niedergeht; beim Aufgange des Kolbens werden sie durch eine ebene Scheibe von Bronze bedeckt, welche auf der Kolbenstange aufgeschoben ist, und welche beim Niedergange des Kolbens durch den Wasserdruck gehoben wird. Hierbei erhält diese Scheibe durch die Kolbenstange die nöthige Führung, und durch einen Ansatz der Kolbenstange die Hubbegrenzung.

Taf. 48. Fig. 8 zeigt einen Kolben von 16 Zoll Durchmesser, mit Hanf-Liderung und vier Lederklappen. Derselbe ist bei einer Pumpe zum Ausschöpfen eines schwimmenden Docks ausgeführt. Fig. 8a giebt die Ansicht von oben nach Fortnahme zweier Klappen, Fig. 8b ist ein Vertikalschnitt nach der Linie *mn* in Fig. 8a, und Fig. 8c ist ein Vertikalschnitt durch einen der Arme nach der Linie *op* in Fig. 8c. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{8}$ der natürlichen Gröfse gezeichnet. Der Kolbenkörper ist von Gufseisen, und stellt einen cylindrischen, auf der Mantelfläche mit einer Nuth zur Aufnahme der Hanf-Liderung versehenen Ring dar, welcher in der Mitte eine Nabe trägt, die zur Aufnahme der Kolbenstange bestimmt ist. Diese Nabe ist konisch ausgebohrt, und die

Kolbenstange ist mit ihrem verstärkten, nach unten konisch zugespitzten Ende hindurch gesteckt, und durch eine vorgelegte Schraubenmutter darin befestigt. Die Nabe hängt mit dem Ringe des Kolbenkörpers durch vier Arme zusammen, welche aber nicht radial stehen, sondern so gestellt sind, daß sie einen aus dem Mittelpunkt des Kolbens beschriebenen Kreis berühren. Der Querschnitt eines dieser Arme ist in Fig. 8c besonders gezeichnet. Jeder Arm dient je einem der vier Klappventile zur Befestigung und einem benachbarten Ventil als Auflager. Die Ventile sind aus Lederplatten gebildet, sie werden durch Schienen, welche parallel mit dem betreffenden Arm über das Leder gelegt werden, und durch je fünf Befestigungsschrauben, deren Muttern in den Arm eingeschnitten sind, befestigt, und erhalten dadurch zugleich ihr Gelenk. Jede Klappe ist von oben durch eine Platte von Gufseisen, von unten durch ein Blechstück beschwert und versteift; diese Stücke sind aneinander und an dem Leder durch Schraubenbolzen befestigt. Diese Anordnung der Ventile gestattet dem Wasser einen freieren Durchfluß, als wenn dasselbe durch zwei Ventile, deren Drehaxe im Durchmesser liegt, sich durchdrängen müßte, indem die geöffneten Ventile sich so stellen, als bildeten sie die Anfänge eines vierfachen Schraubengewindes; das durch eine Ventilöffnung strömende Wasser nimmt seinen Ausweg nicht nur an der Cylinderwandung, sondern auch über den Rücken des benachbarten Ventils, indem es auf diesem spiralförmig aufsteigt.

Taf. 44. Fig. 4 stellt einen Ventilkolben mit Hanf-Liderung mit zwei Klappen von Metall dar. Fig. 4a ist die obere Ansicht, Fig. 4b ein Vertikalschnitt nach der Linie *hi* in Fig. 4a, Fig. 4c eine obere Ansicht nach Abnahme der Klappen und ihrer Lager, Fig. 4d stellt eine der beiden Metallklappen in der oberen Ansicht besonders dar, und Fig. 4e zeigt in zwei Ansichten die schmiedeeisernen Axlager für die Drehaxen der Klappen besonders. Sämmtliche Figuren sind in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe gezeichnet. Der Kolbenkörper ist von Gufseisen, die Mantelfläche ist zur Aufnahme der Hanf-Liderung eingerichtet, und daher oben und unten mit einem vorspringenden Rande versehen; der Kolbenkörper erhebt sich noch über den oberen vorspringenden Rand, und bildet oben die Auflagefläche für die beiden Klappventile von Bronze oder Messing. Der hohle Kolben hat in seiner Mitte eine Nabe, welche konisch ausgebohrt ist, und die entsprechend gestaltete Kolbenstange aufnimmt; der größere Durchmesser des Konus ist unten, es wird daher die Kolbenstange von


unten durchgesteckt, und demnächst durch einen Keil festgetrieben. Dieser Keil ruht auf dem Mittelarm, welcher die Nabe mit dem Kolbenringe verbindet. Durch diesen Arm wird die Höhlung des Kolbens in zwei Durchbohrungen geschieden, deren Form im Allgemeinen durch die punktirten Linien in Fig. 4c angedeutet ist. Nur in der Nähe der oberen Mündung geht die Form dieser beiden Durchbohrungen in die Begrenzungen über, welche sich in Fig. 4c als obere Oeffnungen darstellen; dies wird durch die Ansätze *aa* (Fig. 4b) bewirkt. Diese oberen Oeffnungen sind mit Lederplatten eingefasst, welche durch je 6 kleine Schraubchen mit versenkten Köpfen auf dem oberen Kolbenrande befestigt sind, und welche den Klappventilen als elastische Auflageflächen dienen sollen. Die beiden Klappen von Metall, von denen eine in Fig. 4d besonders gezeichnet ist, haben angegossene und abgedrehte Zapfen, mit welchen sie sich in schmiedeeisernen Lagern drehen können. Es sind zwei Lagerstücke vorhanden, von denen eines in Fig. 4e in zwei Ansichten besonders dargestellt ist; jedes Lagerstück enthält zwei Bohrungen, nimmt die benachbarten Zapfen beider Klappen auf, und ist nach unten hin mit einer schienenartigen Verlängerung von quadratischem Querschnitt versehen, welche durch eine passende Oeffnung des Kolbenkörpers (Fig. 4c sind diese Oeffnungen sichtbar) hindurchreicht, und mittelst welcher es mit Hilfe einer Mutter und Gegenmutter unterhalb des Kolbens verschraubt wird. Auf den Oberkanten der beiden Lagerstücke ruht eine schmiedeeiserne Schiene, welche im Durchmesser quer über den Kolben reicht, auf die Kolbenstange mittelst einer Oeffnung aufgeschoben und an den beiden Lagerstücken durch Schrauben befestigt ist. Diese Schiene hat zu beiden Seiten in der Mitte ihrer Länge schräg aufwärts gebogene Vorsprünge, welche den Zweck haben, den Ventilen als Hubbegrenzung zu dienen. In Fig. 4a ist diese Schiene in der oberen Ansicht, in Fig. 4b im Durchschnitt sichtbar.

Taf. 44. Fig. 1 zeigt einen großen Luftpumpenkolben von $34\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, mit Hanf-Liderung und Ventilen, die aus Kautschuckklappen gebildet sind. Des besseren Verständnisses wegen ist nicht nur der Kolben, mit seiner Kolbenstange, sondern in Fig. 1a ein Vertikalschnitt durch die ganze Luftpumpe gegeben; der Kolben selbst ist in Fig. 1a nach der Linie *abc* in Fig. 1b durchschnitten gezeichnet. Fig. 1b ist eine obere Ansicht des Kolbens und zwar in vier verschiedenen Zusammenstellungen, der eine Quadrant (links unten) giebt eine Ansicht des eigentlichen

Kolbenkörpers, entblößt von allen darauf befestigten Theilen, der zweite Quadrant (links oben) zeigt den Kolben mit dem Gitterwerk bedeckt, welches die Durchflußöffnungen für das Wasser bildet, der dritte Quadrant (rechts oben) zeigt die Ansicht des mit den Kautschuckplatten bedeckten Kolbens, und der vierte Quadrant (rechts unten) stellt die obere Ansicht des vollständig zusammengestellten Kolbens dar.

Die Luftpumpe, welche in Fig. 1a gezeichnet ist, dient für eine Schiffsdampfmaschine, und hat bei ihrer Aufstellung eine geneigte Lage, so daß die Axe derselben etwa unter 45 Grad gegen die Vertikale geneigt ist. Der Pumpencylinder ist von Gußeisen, soweit sich jedoch der Pumpenkolben bewegt ist ein Metallfutter in den gußeisernen Cylinder eingesetzt. Am Boden der Pumpe ist das Bodenventil, und in dem, dem Kolben zunächst liegenden Deckel ist ein Druckventil angebracht; diese beiden Ventile, sowie das Kolbenventil sind im Wesentlichen nach denselben Prinzipien konstruirt, nur ist das Bodenventil etwas einfacher als die beiden anderen, indem es nur aus einer Etage besteht, während diese zwei Etagen haben. Die Kolbenstange ist von Bronze, sie ist hohl, und wird durch zwei Stopfbuchsen mit Hanfpackung geführt, von denen die eine in der Mitte des Druckventils, die andere in dem oberen gußeisernen Deckel angebracht ist (vergl. § 146. S. 465). Die Weite der Höhlung der Kolbenstange bestimmt sich durch den Ausschlag der Lenkerstange, welche in die Kolbenstange hineingeführt ist, und sich etwa in der Mitte derselben durch ein Gelenk an dieselbe anschließt. Das Auge für dies Gelenk ist an einem schmiedeeisernen, kolbenartig konstruirten Stück befindlich, welches sich mit seiner Kolbenstange gegen die Nabe des Kolbens stützt, und von unten her durch eine Schraubenmutter von Bronze in derselben befestigt wird. Auf die eigenthümliche Konstruktion der Schraubenmutter, welche das Gewinde der schmiedeeisernen Stange vor jeder Berührung mit dem Wasser (Seewasser) schützt, ist hier besonders aufmerksam zu machen. Die hohle Kolbenstange ist auf die Nabe des Kolbens unmittelbar aufgeschraubt.

Der Kolben ist aus Bronze; er besteht aus einem cylindrischen Ringe, welcher durch sechs Arme mit der Nabe verbunden ist. Die äußere Mantelfläche des Kolbens ist zur Aufnahme der Hanfliederung mit einem unten vorspringenden Rande versehen, während oben die für die Hanfzöpfe bestimmte Nuth durch einen Deckel von Bronze geschlossen ist. Dieser Deckel dient zugleich zum Anspan-

nen der Liderung; er ist durch 12 Deckelschrauben mit hervorstehenden vierkantigen Köpfen befestigt; die Muttern dieser Deckelschrauben sind in Verstärkungen, welche an der inneren Mantelfläche des Kolbenringes vortreten, eingeschnitten. Man sieht aus Fig. 1b, daß diese Köpfe kleine gezahnte Scheiben haben, und daß zwischen je zwei derselben eine Feder auf dem Rande des Deckels angeschraubt ist, deren mit Zähnen versehene Enden in die gezahnten Scheiben eingreifen, und so ein unbeabsichtigtes Lösen der Deckelschrauben verhindern. Die sechs Arme des Kolbens sind etwa in der Mitte ihrer Länge durch ein Ringstück von Lförmigem Querschnitte verbunden, und hier bildet sich auf der Oberkante der Arme ein treppenförmiger Absatz , so daß die Oberkante der Arme in dem an die Nabe grenzenden Theile etwas höher liegt, als in dem an den Kolbenring grenzenden Theile. Die beiden Ringflächen, welche sich solcher Gestalt, als zwei Stufen bilden, sind beide mit ringförmigen Gittern überdeckt, wie dies der Quadrant oben links in Fig. 1b in der oberen Ansicht, und Fig. 1a im Durchschnitt zeigt. Diese Gitter enthalten jedes in drei concentrischen Reihen trapezförmige Durchflußöffnungen für das Wasser, sie sind beide an dem mittleren Ringstück von Lförmigem Querschnitt durch Schraubchen mit versenkten Köpfen befestigt; das äußere Gitter durch acht, das innere Gitter durch sechs solcher Schraubchen, deren Muttern in Verstärkungen der vertikalen Rippe des Lförmigen Ringstücks eingeschnitten sind; zugleich wird das äußere Gitter an seiner äußeren Peripherie durch acht ähnliche Befestigungsschraubchen gehalten, welche in Verstärkungen des Kolbenringes eingeschraubt sind, und das innere Gitter, welches an seiner inneren Peripherie auf einem Absatz der Nabe des Kolbens ruht, wird durch die hohle Kolbenstange, welche hier auf die Nabe aufgeschraubt ist, festgeklemmt. Um beim Aufgange des Kolbens diese Durchflußöffnungen im Kolbenventil zu verschließen, sind über jedes der beiden ringförmigen Gitter entsprechend geformte Scheiben von vulkanisirtem Kautschuck gelegt, welche sämtliche Oeffnungen, deren jede etwa 1 Zoll lang und $\frac{7}{8}$ Zoll breit ist, gleichzeitig zudecken. Geht der Kolben abwärts, so sollen die Durchflußöffnungen frei werden; dies geschieht nicht, indem sich die Kautschuckscheiben vertikal heben, sondern indem sie sich um ihre innern Peripherien, welche festgehalten werden, dütenförmig aufklappen. Es ist hierzu nöthig, einmal, daß die innere Peripherien der ringförmigen Kautschuckscheiben festgehalten werden, sodann aber auch,

dafs das Aufklappen der äufseren Peripherien angemessen begrenzt werde, weil sonst die Scheiben sich fast vertikal aufrichten, und demnächst sich nicht gehörig wieder schliessen würden. Beides wird durch ein schalenartiges Gefäfs bewirkt, welches über jede der beiden ringförmigen Kautschuckscheiben gestellt ist. Die Schale für die äufere Kautschuckscheibe wird durch Schraubenbolzen festgehalten, welche die Verlängerungen der acht Befestigungsschrauben bilden, die zur Befestigung des äufseren ringförmigen Gitters dienen (s. oben), die Schale für die innere Kautschuckscheibe wird durch die hohle Kolbenstange festgehalten, welche hier mit einem kleinen Ansatz auf dieselbe drückt. Man sieht, dafs die Wandung beider Schalen von einer grossen Menge cylindrischer Oeffnungen durchbrochen ist; diese Oeffnungen haben den Zweck zu verhindern, dafs sich die aufgeklappten Kautschuckscheiben an die Oberfläche der Schalen fest ansaugen, wodurch sie abgehalten werden würden, sich beim Aufgange des Kolbens, zu schliessen. Vermöge dieser Oeffnungen aber kann beim Aufgange des Kolbens das über demselben stehende Wasser auf die Rückseite der Kautschuckscheiben wirken, und dieselben niederdrücken.

Man hat vielfach bei Anwendung dieser Art von Ventilen darüber Klage geführt, dafs die Kautschuckscheiben sehr bald an dem inneren Rande, um welchen sie sich beim Spiel des Ventils drehen müssen, brechen. Abgesehen von der Mangelhaftigkeit des verwendeten Kautschucks, kann dieser Uebelstand auch durch eine fehlerhafte Befestigung der Kautschuckscheiben herbeigeführt werden. Wenn man nämlich die Kautschuckscheiben an ihrem inneren Rande festklemmt, so brechen sie sehr bald, während sie sich sehr gut halten, wenn man sich hütet den inneren Rand einzuklemmen, denselben vielmehr frei aufliegen läfst. Aus diesem Grunde ruhen die beiden Schalen nicht auf den Kautschuckplatten, sondern sind direkt auf die Ventilgitter aufgestellt, und überragen nur mit entsprechenden Ansätzen die inneren Ränder der Scheiben so, dafs diese hier noch einen geringen Spielraum haben.

Das Druckventil in dem oberen Theile des Pumpencylinders ist fast ganz genau so konstruirt, wie das Kolbenventil, nur dafs hier die Schale für die innere Kautschuckscheibe nicht durch die hohle Kolbenstange gehalten werden kann, sondern ähnlich, wie die Schale für die äufere Kautschuckscheibe durch Verlängerung der Befestigungsschrauben des Gitters befestigt wird.

Das Bodenventil hat nur eine Etage, folglich auch nur ein Gitter mit Durchflußöffnungen und ist dasselbe nicht besonders aufgesetzt, sondern mit dem Cylinderboden in einem Stück gegossen.

Taf. 44. Fig. 3 zeigt eine eigenthümliche Konstruktion eines Kolbens mit Hanf-Liderung und mit zwei Klappventilen von einer doppelwirkenden Saugpumpe. Des besseren Verständnisses wegen ist die Anordnung der Pumpe in Fig. 3a im Vertikalschnitt in ihrem ganzen Zusammenhange gegeben, während Fig. 3b einen Horizontalschnitt nach der Linie *fg* der Fig. 1a zeigt. Beide Figuren sind in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Größe gezeichnet. Der Kolben hat einen Durchmesser von 8 Zollen; er ist an einer hohlen gusseisernen Kolbenstange befestigt, deren größter Querschnitt genau die Hälfte des Querschnittes des Pumpenkolbens beträgt; der äußere Durchmesser derselben ist also $\frac{8}{\sqrt{2}} = 5,65$ Zoll. Der Grund dieser Anordnung soll weiter unten erläutert werden. Der Kolben selbst besteht aus einem Ringe von Bronze, dessen äußere Mantelfläche in mehrfach beschriebener Weise zur Aufnahme der Hanf-Liderung mit einer Nuth versehen ist. Der Kolbenring hat einen diametral hindurch gehenden Steg (Scheidewand) in Form eines Y; in dem Winkel, welchen die beiden oberen Arme dieses Y bilden, liegt die gemeinschaftliche Drehaxe der beiden Klappventile, welche durch einen Bolzen von Messing gebildet wird, der durch entsprechende Ohren dieser Klappen und des Steges gezogen ist. Die Schlußflächen der Klappventile sind von außen nach innen geneigt, und werden durch den hervorragenden Rand des Kolbenringes gebildet. Der Kolben trägt einen zwischen den beiden Klappen hindurch gehenden Bügel von Schmiedeeisen, welcher sowohl zur Hubbegrenzung der Klappen dient, als auch die Befestigung des Kolbens an der hohlen gusseisernen Kolbenstange mit Hilfe eines Schraubenbolzens vermittelt. Diese Kolbenstange geht mittelst einer gewöhnlichen Stopfbuchse durch den Cylinderdeckel, und ist oben durch eine Hülse mit Keil an eine schmiedeeiserne Stange angeschlossen, welche die Verlängerung der Kolbenstange bildet.

Das Pumpenrohr ist cylindrisch, oben mit einem Steigerohr versehen, unten auf einen vierkantigen Kasten aufgeschraubt, welcher die Bodenventile enthält. Auch diese Ventile sind von Bronze; sie erscheinen in Fig. 3b in der oberen Ansicht; ihre Drehaxen, ähnlich gebildet, wie die der Kolbenventile, fallen aber

nicht zusammen, sondern liegen zu beiden Seiten des Ventil Sitzes, während die Ventile selbst sich von der Mitte des Ventil Sitzes aus öffnen; hier ist ebenfalls ein Steg, auf welchen sich die Ventile auflegen, und endlich sind auch die Schlußflächen dieser Ventile, wie diejenigen der Kolbenventile unter etwa 45 Grad geneigt. Der Ventilkasten, welcher die Bodenventile enthält, hat unten eine cylindrische Verlängerung, an welche sich das Saugerohr anschließt; er ist übrigens durch vier angegossene Lappen mittelst Schraubenbolzen auf zwei Unterlageschwellen befestigt.

Die Eigenthümlichkeit der hier beschriebenen Pumpe, durch welche die Konstruktion des Kolbens und der Kolbenstange bedingt wird, besteht darin, daß sowohl beim Aufgange, als beim Niedergange des Kolbens, also kontinuierlich Wasser durch das Steigerohr ausfließen soll, während bekanntlich bei einer ähnlich gebauten Pumpe mit dünner Kolbenstange allein beim Aufgange des Kolbens Wasser ausfließt. Das Spiel der Pumpe wird durch folgende Betrachtung sich erklären. Wenn der Pumpenkolben den tiefsten Stand hat, und in die Höhe geht, so bildet sich unter dem Kolben ein luftverdünnter Raum, der Atmosphärendruck treibt das Wasser durch das Saugerohr, indem dasselbe das Bodenventil aufstößt, in den Pumpentiefel, und dieser füllt sich mit Wasser an. Hat der Kolben seinen Lauf aufwärts vollendet, und bewegt er sich wieder abwärts, so schließt sich das Bodenventil, das Kolbenventil öffnet sich, und das angesogene Wasser tritt über den Kolben. Dies ist der erste Doppelhub der Pumpe, und soweit stimmt ihre Wirkung mit den gewöhnlichen Pumpen überein; beim zweiten Aufgange des Kolbens, wo das über dem Kolben stehende Wasser in das Steigerohr gehoben wird, auch noch; allein beim darauf folgenden Niedergange, wo der Raum unter dem Kolben und derjenige über dem Kolben, sowie das Steigerohr mit Wasser gefüllt sein mögen, drängt sich die dicke Kolbenstange in die Wassermenge ein, und muß natürlich ein entsprechendes Volum des über dem Kolben stehenden Wassers verdrängen, welches durch das Steigerohr ausfließt. Ist nun der Querschnitt der Kolbenstange halb so groß als derjenige des Cylinders, so wird beim Niedergange des Kolbens auch die Hälfte des beim Aufgange angesogenen Wassers durch das Steigerohr hinausgedrängt, während die andere Hälfte im Pumpentiefel zurückbleibt, und beim nachfolgenden Aufgange des Kolbens gehoben wird.