

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Der Maschinenbau**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1863**

Die Steuerungen

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

eincylindrigen Maschinen den Vorzug geben müssen, wenn nicht der Umstand wäre, dass diese Woolf'sche zweicylindrige Maschine eine grössere Gleichförmigkeit der Bewegung gewährt. Um diesen Nachtheil der eincylindrigen Expansionsmaschine zu beseitigen, werden gegenwärtig sehr oft zwei gekuppelte Maschinen, von denen jede eincylindrig ist, angewendet und die Kupplung geschieht in der Art, dass die Schwungradswelle mit zwei unter rechtem Winkel gegeneinander gestellte Kurbeln versehen wird, auf welche die beiden Maschinen einwirken. Diese gekuppelten Maschinen sind zwar noch komplizirter als eine Woolf'sche Maschine, allein wir werden in der Folge in der Schwungradstheorie erfahren, dass bei gekuppelten Maschinen ungemein leichte Schwungräder ausreichen, um einen hohen Gleichförmigkeitsgrad zu erzielen.

Wir schliessen hiermit die allgemeine Theorie der Dampfmaschinen; die Theorie der sogenannten Wasserhaltungsmaschinen oder überhaupt der einfach wirkenden Dampfmaschinen mit Ventilsteuerung werden wir bei den Pumpwerken behandeln.

Wir gehen nun zum Studium der Dampfmaschinendetails über.

### Die Steuerungen.

**Einleitendes.** Die Steuerungen sind Vorrichtungen, durch welche das geeignete und rechtzeitige Ueberströmen des Dampfes aus dem Kessel nach dem Cylinder und Abströmen aus dem Cylinder nach dem Condensator oder in die freie Luft bewirkt wird.

Die Steuerung geschieht 1) mit Schiebern, 2) mit Ventilen, 3) mit Schiebern und mit Ventilen. Wir werden in Folgendem nur die Schiebersteuerungen erklären und die Ventilsteuerungen erst bei den einfach wirkenden Wasserhaltungsmaschinen behandeln.

Schiebersteuerungen gibt es sehr viele. Wir beschränken uns aber nur diejenigen zu erklären, welche gegenwärtig noch im Gebrauch sind.

**Einfache Schiebersteuerung für nicht expandirende Maschinen.** Wir legen unserer Erklärung eine Maschine mit horizontalem Cylinder zu Grunde und nehmen an, dass der Schieber direkt von der Schwungradswelle aus bewegt werde.

Auf Tafel XXVI, Fig. 11 sind  $f, f_1$  die Dampfkanäle, die nach den Cylinderenden führen,  $g$  ist der Kanal, welcher bei condensirenden Maschinen nach dem Condensator, bei nicht condensirenden Maschinen in's Freie führt,  $h$  ist der Steuerungsschieber in seiner

mittleren Position, in welcher er gegen die Oeffnungen der Kanäle  $f$  und  $f_1$  symmetrisch steht. Fig. 12 und 13 zeigen die Einströmungsöffnungen und die Ueberdeckungen in einem grösseren Maassstabe.  $a b = a_1 b_1$  nennt man die innere,  $c d = c_1 d_1$  die äussere Ueberdeckung. Wir nennen die erstere  $i$ , die letztere  $a$ . Die Bewegungen des Schiebers werden gewöhnlich durch eine excentrische Scheibe hervorgebracht, deren Wirkung gleich ist der einer Kurbel, deren Halbmesser gleich ist der Excentricität der excentrischen Scheibe. Für die Erklärung der Wirkung des Steuerungsschiebers nehmen wir an, er werde durch eine Kurbel bewegt und nennen dieselbe, sei es nun dass sie wirklich existirt oder nicht, die Steuerungskurbel. Die Kurbel hingegen, auf welche der Kolben durch Vermittlung der Kurbelstange oder Schubstange einwirkt, nennen wir die Dampfkurbel. Der Durchmesser  $2 r$  des Kreises, welchen die Mitte des Kurbelzapfens der Steuerungskurbel beschreibt, ist gleich der Schublänge des Steuerungsschiebers. Der Durchmesser  $2 R$  des Kreises, den der Mittelpunkt des Kurbelzapfens der Dampfkurbel beschreibt, ist gleich der Schublänge des Kolbens. Wenn die Steuerungskurbel senkrecht steht auf der Dampfkurbel, befindet sich der Schieber in der mittleren Stellung, wenn der Kolben seinen Schub beginnt. Die Einströmungsöffnungen sind dann am Anfange des Kolbenschubes durch den Schieberlappen geschlossen, und eine solche Gegeneinanderstellung nennt man eine Stellung ohne Voreilen. Sind jedoch die beiden Kurbeln so gestellt, dass der nach der Bewegungsrichtung der Kurbeln gemessene Winkel, den ihre Richtungen bilden, grösser als  $90^\circ$  und z. B. gleich  $90^\circ + \alpha^\circ$  ist, so nennt man  $\alpha$  den Voreilungswinkel und bei einer solchen Stellung der Kurbeln, die man eine voreilende nennt, steht der Schieber am Anfange des Schubes nicht in seiner mittleren Position, sondern ist bereits aus dieser mittleren Position nach der Richtung seiner Bewegung vorgerückt (vorgeeilt), so dass am Anfange des Schubes die Einströmungsöffnung bereits theilweise demaskirt sein kann.

Die Wirkungen des Schiebers hängen von den vier Elementen ab: 1) innere Ueberdeckung, 2) äussere Ueberdeckung, 3) Halbmesser der Steuerungskurbel, 4) Voreilungswinkel, d. h. von den Grössen, die wir mit  $i$ ,  $a$ ,  $r$  und  $\alpha$  bezeichnet haben. Auf Tafel XXVII., Fig. 1 bis 8 sind diejenigen Stellungen der Kurbeln und des Schiebers dargestellt, welche die Wirkung desselben erklären.

A) Anfang des Kolbenschubes. Der Kolben steht links am Anfange des Schubes. Der Schieber ist wegen des Voreilungswinkels nicht in der mittleren Position, sondern steht so weit

nach rechts hin, dass links Dampfeinströmung, rechts Dampfentweichung statt findet.

- B) Ende der Schieberbewegung. Die Steuerungskurbel steht rechts. Die Einströmungsöffnung ist ganz demaskirt, was voraussetzt, dass der Halbmesser der Steuerungskurbel gleich ist  $\bar{b} \bar{a}$ , Tafel XXVI., Fig. 12. Der Kolben steht noch nicht auf halbem Schub.
- C) Absperrung. Der Schieber ist im Rückgang, schliesst die Einströmungsöffnung links ab. Rechts freies Entweichen. Der Kolben hat die mittlere Stellung bereits überschritten. Links beginnt demnach eine Expansion.
- D) Ende der richtigen Expansion. Der Schieber schliesst rechts ab. Der Dampf kann also rechts nicht mehr entweichen, links ist die Einströmungsöffnung geschlossen, von C bis D hat demnach links (hinter dem Kolben) Expansion statt gefunden, während von C bis D der Dampf stets rechts (vor dem Kolben) entweichen konnte, von C bis D findet also eine korrekte Expansionswirkung des Dampfes statt. Allein der Kolben hat bei dem Uebergang aus C und D nur einen kleinen Weg zurückgelegt, diese Expansionswirkung ist daher nicht erheblich.
- E) Mittlere Position des Schiebers. Beide Einströmungsöffnungen sind geschlossen. Hinter dem Kolben Expansion, vor dem Kolben Compression des Dampfes. Dieser Zustand ist natürlich nicht gut, weil durch die Compression des Dampfes der schädliche Vorderdruck vermehrt wird. Diese Expansionsweise wollen wir die falsche nennen.
- F) Ende der falschen Expansion. Der Dampf beginnt (aus dem Raum hinter dem Kolben) links zu entweichen, rechts ist die Einströmungsöffnung geschlossen, es herrscht also vor dem Kolben Compression. Auch dieser Zustand ist nachtheilig, denn hinter dem Kolben hört nun der Druck auf, und vor dem Kolben wächst er.
- G) Ende des Gegendruckes. Links freies Entweichen des Dampfes, rechts Oeffnung der Einströmungsöffnung, d. h. von nun an tritt der Kesseldampf vor dem Kolben ein und wirkt seiner Bewegung entgegen.
- H) Ende des Kolbenschubes. Links Entweichen, rechts Dampfeinströmung, also Gegendruck des Dampfes von G bis H, ist also der Zustand gerade das Umgekehrte von dem was sein sollte.

Kurz zusammengefasst besteht also die Wirkung des Steuerungsschiebers in Folgendem:

- Von A bis C regelmässige constante Dampfwirkung,  
 „ C „ D durch kurze Zeit korrekte Expansion,  
 „ D „ F falsche Expansion,  
 „ F „ G hinter dem Kolben Entweichen, vor dem  
 Kolben Compression,  
 „ G „ H hinter dem Kolben Entweichen, vor dem  
 Kolben Gegendruck.

Von A bis D (ungefähr durch  $\frac{3}{4}$  des Kolbenschubes) ist also der Zustand gut, dagegen von D bis H ( $\frac{1}{4}$  des Kolbenschubes) ist der Zustand fehlerhaft.

Macht man die äussere Ueberdeckung klein und nimmt man ferner nur ein schwaches Voreilen an, so wird zwar die ächte Expansion sehr eingeschränkt, werden dagegen die fehlerhaften Zustände beinahe aufgehoben. Als Expansionssteuerung ist dieser voreilende Schieber mit starker äusserer Ueberdeckung von keinem Werth, aber er bringt in anderer Hinsicht eine nützliche Wirkung hervor, und diese besteht theils darin, dass der Dampf gleich beim Beginn leicht eintritt, theils darin, dass gegen das Ende des Kolbenschubes hin, wenn der Kolben kaum noch vorrückt, kein Dampf mehr in den Cylinder einströmt.

Es sind von verschiedenen Technikern analytische Theorien und geometrische Konstruktionen zur Darstellung der Wirkungen der Steuerungsschieber ausgedacht worden \*), ich will mich jedoch hier nicht tiefer in die Sachen einlassen, da dieselben von keinem grossen praktischen Werth sind. Das von *Zeuner* aufgestellte Konstruktions-Verfahren gründet sich auf Folgendes: Nennt man in dem Moment, wenn die Dampfkurbel einen Winkel  $\varphi$  mit der Bewegungsrichtung des Kolbens bildet,  $e$  die Entfernung eines bestimmten Punktes des Schiebers von der mittleren Stellung dieses Punktes, so ist  $e$  eine Funktion von  $\varphi$ , deren Form durch den geometrischen Zusammenhang aller Theile des Bewegungsmechanismus bestimmt wird. Betrachtet man  $\varphi$  als Polarwinkel und  $e$  als den Radiusvektor einer krummen Linie, so ist  $e = f(\varphi)$  die Polargleichung derselben. Konstruirt man diese Kurve, so gibt jeder Radiusvektor die Stellung des Schiebers für den Polarwinkel  $\varphi$ , und indem man diese Kurve mit den Abmessungen des Schiebers und der Dampfkanäle vergleicht, lassen sich die Wirkungen des Schiebers sehr anschaulich darstellen. Der geometrische Zusammenhang

\*) *Zeuner. Müller.*

der Mechanismen, durch welche die Schieber bewegt werden, ist meistens so, dass wenigstens sehr annähernd  $\rho = f(\varphi)$  die Form annimmt:  $\rho = A \sin k \varphi + B \cos k \varphi$  und dieser Gleichung entspricht ein Kreis, wobei der Pol des Coordinatensystems in einem Peripheriepunkt liegt und die Axen die Peripherie schneiden. Das Sehensystem eines solchen Kreises bestimmt also das Bewegungsgesetz des Schiebers.

**Theorie der Schiebersteuerung von Professor Beuner.** Wir wollen die von Professor Zeuner erdachte Theorie der Schiebersteuerung für den einfachsten Fall eines voreilenden mit innerer und äusserer Ueberdeckung angeordneten Schiebers anwenden. Nehmen wir an, der Schieber werde direkt von der Schwungradswelle aus durch ein Excentrum bewegt, das um einen Winkel  $\alpha$  voreilt und dessen Excentricität gleich  $\rho$  ist, dann weicht der Radius  $AO$  der Excentricität, Tafel XXVII., Fig. 9, um einen Winkel  $DOA = \alpha$  von der vertikalen Richtung ab, wenn die Maschinenkurbel  $OB$  horizontal steht, weicht dagegen der Halbmesser der Excentricität um einen Winkel  $\alpha + \varphi$  von der vertikalen Stellung ab, wenn die Maschinenkurbel mit der horizontalen Richtung einen Winkel  $\varphi$  bildet. Da die Excentricitätsstange gegen den Halbmesser der Excentricität sehr gross ist, so begeht man keinen merklichen Fehler, wenn man annimmt, dass das Excentrum eine reine Sinusbewegung hervorbringt und unter dieser Voraussetzung ist die Horizontalentfernung  $\xi$  des Schiebers von seiner mittleren Stellung (in welcher er beide Einstromungsöffnungen in gleicher Weise überdeckt)  $\xi = \rho \sin(\alpha + \varphi)$ . Hieraus folgt:

$$\xi = (\rho \sin \alpha) \cos \varphi + (\rho \cos \alpha) \sin \varphi \dots \dots (1)$$

Wir wollen nun die geometrische Bedeutung dieser Gleichung in der Voraussetzung bestimmen, dass wir  $\varphi$  als Polarwinkel und  $\xi$  als einen Radiusvektor auftragen. Nennen wir, Tafel XXVII., Fig. 10,  $\overline{Op} = x$ ,  $\overline{mp} = y$  die rechtwinkligen Coordinaten des Punktes  $m$ , dessen Polarcoordinaten  $\xi$  und  $\varphi$  sind, so ist:

$$x = \xi \cos \varphi, \quad y = \xi \sin \varphi \dots \dots (2)$$

$$x^2 + y^2 = \xi^2 \dots \dots (3)$$

und die Gleichung (1) kann nun geschrieben werden:

$$\xi = \rho \sin \alpha \frac{x}{\xi} + \rho \cos \alpha \frac{y}{\xi}$$

oder

$$x^2 + y^2 = \rho \sin \alpha x + \rho \cos \alpha y$$

oder endlich:

$$\left(x - \frac{1}{2} \rho \sin \alpha\right)^2 + \left(y - \frac{1}{2} \rho \cos \alpha\right)^2 = \frac{1}{4} \rho^2 \quad \dots (4)$$

Dieser Gleichung entsprechen zwei Kreise, die sich im Anfangspunkt der Coordinaten berühren. Die Coordinaten der Mittelpunkte  $A A_1$ , Fig. 11, dieser Kreise sind:  $\pm \frac{1}{2} \rho \sin \alpha$ ,  $\pm \frac{1}{2} \rho \cos \alpha$ , die Halbmesser der Kreise dagegen:  $\frac{1}{2} \rho = \overline{CA} = \overline{CA_1}$ .

Die Verbindungslinie  $A A_1$  der Mittelpunkte bildet mit der Axe der  $y$  einen Winkel  $\alpha$ . Verzeichnet man also diese zwei Kreise und zieht irgend eine Sehne  $C m$ , die mit der Axe der  $x$  einen Winkel  $\varphi$  bildet, so ist  $\overline{Cm} = \xi$  die Abweichung des Schiebers von seiner mittleren Stellung, wenn die Maschinenkurbel einen Winkel  $\varphi$  mit ihrer horizontalen Stellung bildet. Dies vorausgesetzt, lassen sich die Erscheinungen und Wirkungen des Steuerungsschiebers mittelst der Tafel XXVII., Fig. 12 erklären und anschaulich machen.

$k$  und  $k_1$  sind die beiden Kreise, die wir so eben erklärt haben und die der Gleichung (1) oder (4) entsprechen. Es ist demnach:

$$\overline{OB} = \frac{1}{2} \rho \sin \alpha, \quad \overline{CB} = \frac{1}{2} \rho \cos \alpha, \quad OC = OG = \frac{1}{2} \rho$$

$k_2, k_3$  sind zwei Kreise, deren Mittelpunkte mit  $O$  zusammenfallen, der Halbmesser  $OE$  des ersteren ist aber gleich der äusseren Ueberdeckung des Schiebers, der Halbmesser  $OF$  des letzteren ist gleich der inneren Ueberdeckung. Der grosse Kreis  $K$  stellt den Kurbelkreis der Maschine vor. Zieht man irgend eine Sehne  $OJ$ , so ist  $OJ = \xi$  die Abweichung des Schiebers von der mittleren Stellung, wenn die Maschinenkurbel einen Winkel  $\angle JOx = \varphi$  mit der Horizontalstellung bildet (diesen Werth von  $\xi$  wollen wir überhaupt die Schieberabweichung nennen); zieht man von der Schieberabweichung die äussere Ueberdeckung ab, so erhält man die Weite der Einströmungsöffnung.  $\overline{JE}$  ist demnach die Weite der Einströmungsöffnung, nachdem die Maschinenkurbel einen Winkel  $\varphi$  zurückgelegt hat. Zieht man von der Schieberabweichung die innere Ueberdeckung ab, so erhält man die Weite einer Dampfausströmungsöffnung.  $\overline{JF}$  ist demnach eine solche Weite. Für  $\varphi = 0$ , d. h. für den Anfang des Kolbenschubes ist demnach  $\overline{cd}$  die Weite der Einströmungsöffnung. Die Einströmungsöffnung  $\overline{EJ}$  ist am grössten für  $\varphi = DOx$  und beträgt dann  $DO$ . Im Moment, wenn die ächte Expansion beginnt, ist die Weite der Einströmungsöffnung gleich Null. Die

Expansion beginnt demnach, wenn die Kurbel in die Stellung  $o a$  gekommen ist, demnach der Kolben bei  $a_1$  steht. Die falsche Expansion beginnt, wenn die innere Ausströmung aufhört, d. h. wenn die Kurbel in die Stellung  $o e e_1$  und der Kolben in die Stellung  $e_1$  gekommen ist. Diese falsche Expansion ist zu Ende und es beginnt die Dampfausströmung aus dem Raum hinter dem Kolben, wenn die rechtseitige innere Ausströmungsöffnung verschwindet, d. h. wenn die Kurbel in die Stellung  $o f f_1$  und der Kolben in die Stellung  $f_2$  gelangt ist. Der Gegendruck vor dem Kolben beginnt, wenn eine linkseitige Einströmungsöffnung einzutreten anfängt, d. h. wenn die Kurbel nach  $o g g_1$ , der Kolben nach  $g_2$  gekommen ist. Der Kolbenshub ist zu Ende, wenn die Kurbel nach  $o h h_1$ , der Kolben nach  $h_2$  gekommen ist.

Die Schnensysteme der Kreise  $k_1, k_2, k_3$  geben die Erscheinung für den Rückgang des Kolbens.

Ausführlicheres über diese Theorie der Schiebersteuerung findet man in dem Werkchen von *Zeuner*. Wir wollen uns mit dem Wenigen, was wir bisher behandelt haben, begnügen.

**Die Dreiecksteuerung.** Man kann auch zur Bewegung des Schiebers statt einer Kurbel oder statt eines Excenters das in den Bewegungsmechanismen Seite 15 beschriebene Bogendreieck anwenden. In der That ist es bei den Original-Woolf'schen Maschinen allgemein im Gebrauch. Es hat den Vortheil, dass es rasche Bewegungen macht und dann stehen bleibt, was dem Zweck besser entspricht, als ein kontinuierliches Hin- und Hergehen des Schiebers, wie es ein Excenter oder eine Kurbel hervorbringt.

Das Dreieck kann aber wegen seiner Kleinheit nicht auf der Kurbelaxe der Dampfmaschine angebracht werden; man muss daher, wenn man das Dreieck anwenden will, von der Schwungradsaxe aus vermittelst Räderübersetzungen auf eine andere dünne Axe übergehen, und erst von dieser aus vermittelst des Dreieckes den Schieber bewegen.

**Die Steuerung mit verlängertem Schieber.** Tafel XXVII., Fig. 13 bis 16. Dieser Schieber unterscheidet sich von dem gewöhnlichen nur durch eine grössere Länge. Diese ist nämlich so gross, dass (wie Fig. 14 zeigt) die eine der Einströmungsöffnungen vollständig demaskirt ist, wenn die andere überdeckt wird. Es ist eine ganz korrekt wirkende Expansionseinrichtung.

A) Stellung des Schiebers am Anfang des Kolbenshubes. Links freie Einströmung, rechts freies Entweichen. In dieser Stellung

bleibt der Schieber bis der Kolben diejenige Stellung 1, erreicht hat, bei welcher die Absperrung eintreten soll, in diesem Moment tritt die Stellung

- B) ein. Links Absperrung, rechts freies Ausströmen. Diese Stellung bleibt bis an das Ende des Schubes, dann geht der Schieber plötzlich in die Stellung
- C) Rechts Dampfeinströmung, links freies Entweichen. So bleibt der Schieber, bis wiederum die Absperrung erfolgen soll. Dann begibt sich der Schieber in die Stellung
- D) Links Ausströmung, rechts Absperrung und bleibt bis an's Ende des Schubes, wo er wiederum nach A geht.

Der Schieber kann sich nicht kontinuierlich bewegen, er muss zweimal nach rechts und zweimal nach links rücken. Die ersteren dieser Bewegungen sind kleiner als die letzteren. Hierzu ist eine unrunde Scheibe nothwendig, ähnlich derjenigen, welche in den Bewegungsmechanismen Seite 15 erklärt wurde.

#### Expansion mit zwei Kammern, erster Fall. Tafel XXVIII., Fig. 1.

Die eigentliche Dampfkammer ist durch eine Zwischenwand in zwei Kammern getheilt. In dieser Zwischenwand ist eine rechtwinklige Oeffnung angebracht, an welcher ein einfacher Schieber vermittelt eines Excentrums hin und her bewegt wird. In der einen Kammer wirkt ein durch ein Excentrum bewegter gewöhnlicher Schieber. Die Expansion geschieht, indem der Expansionsschieber  $\Lambda$  die Oeffnung der Zwischenwand bedeckt. Beide Schieber gehen voreilend. In seiner mittleren Stellung fällt das Mittel des Expansionsschiebers mit dem Mittel der Oeffnung zusammen. Wenn der Schieber nach rechts geht, ist es das rechte, wenn er nach links geht, ist es das linke Ende, das die Absperrung hervorbringt. Indem man die Bewegungslänge des Schiebers und seinen Voreilungswinkel ändert, kann der Expansionsgrad innerhalb sehr weiter Grenzen geändert werden. Diese Einrichtung ist gut und wird oftmals gebraucht.

#### Expansion mit zwei Kammern, zweiter Fall. Tafel XXVIII., Fig. 1.

Diese Einrichtung unterscheidet sich von der vorhergehenden im Wesentlichen nur dadurch, dass der Expansionsschieber bei einem Spiel des Vertheilungsschiebers zweimal spielt, was dadurch bewirkt wird, indem die Drehungsaxe des Excentriks des Expansionsschiebers bei einer Umdrehung der Dampfkurbel zwei Umdrehungen macht. Das Expansionsexcentrum kann daher nicht auf der Kurbelwelle angebracht werden, sondern muss auf eine besondere Axe befestigt werden, die durch eine Räderübersetzung von

der Kurbelwelle aus bewegt wird. Die Absperrung geschieht hier stets durch das gleiche Schieberende.

**Expansion mit zwei aufeinander laufenden Schiebern, erster Fall.** Tafel XXVIII., Fig. 2. *a* der Vertheilungsschieber, *b* und *c* die Expansionschieber. *b* und *c* gehen mitsammen, können aber gegen einander verstellt werden. Der Vertheilungsschieber wird durch ein voreilend gestelltes Excentrum bewegt. Die Expansionschieber werden durch ein zweites ebenfalls voreilend gestelltes Excentrum bewegt. Beide Excenter machen gleich viel Umdrehungen und können von der Kurbelwelle aus bewegt werden. Wenn die Schieber *b* und *c* die Oeffnungen in *a* überdecken, ist die Absperrung vorhanden. Aendert man die Distanz der Schieber *b* und *c*, so wird der Expansionsgrad geändert. Auch diese Einrichtung ist gut und wird oftmals angewendet.

**Expansion mit zwei aufeinander laufenden Schiebern, zweiter Fall.** Tafel XXVIII., Fig. 3. Bei dieser Anordnung werden die Expansionschieber nicht durch einen Mechanismus bewegt, sondern dadurch, dass sie in der Mitte an einen Ansatz *a* und bei *e* und *f* an die Wände der Dampfkammer anstossen. Die Expansionschieber *b* und *c* liegen nämlich auf dem Vertheilungsschieber *a*, werden gegen denselben durch den Dampf angedrückt und werden durch den Vertheilungsschieber bei dessen Hin- und Herbewegung mit fortgenommen, bis sie entweder an den mittleren Ansatz *a* oder an die Wände der Dampfkammern stossen, was sie zum Stillstehen bringt, während der Vertheilungsschieber fort geht. Hierdurch geschieht die Verschiebung der Expansionschieber gegen den Vertheilungsschieber.

#### Der Condensationsapparat.

**Beschreibung der gewöhnlichen Apparate.** Vorzugsweise zwei Anordnungen von Condensationsapparaten werden bei den Dampfmaschinen angewendet: die *Watt'sche* und die *Maudslay'sche*. Bei ersterer, Tafel XXVIII., Fig. 4, stehen der Condensator und die Luftpumpe nebeneinander in der Kaltwassercysterne, bei letzterer, Fig. 5, ist die Stellung dieser drei Gefässe eine concentrische. Für die Funktionen des Apparates sind beide Anordnungen gleichwerthig. Die *Watt'sche* Anordnung ist minder gefällig als die *Maudslay'sche*, dafür aber leichter zugänglich. Der letztere dieser