

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Ventile, Hagnen, Schieber, Klappen

[urn:nbn:de:bsz:31-270970](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270970)

Ventile, Hahnen, Schieber, Klappen.

(Resultate Seite 87, Tafel XXV. und XXVI.)

Ventile, Hahnen, Schieber, Klappen sind Bestandtheile, vermittelst welchen die Kommunikation in Röhren hergestellt oder aufgehoben werden kann.

Einfache Regel-Ventile. Nach ihrer Grundform sind die Ventile Kegelveentile, Kugelveentile oder Klappenventile. Die beiden ersteren werden stets aus Metall, die letzteren zuweilen aus Metall, zuweilen aus Leder oder Kautschuk hergestellt. Die wesentlichsten Bedingungen, welche solche Ventile erfüllen sollen, sind, dass sie leicht und rechtzeitig geöffnet und geschlossen werden können, im geschlossenen Zustande vollkommen dicht verschliessen und im geöffneten Zustande dem Durchgang des Wassers oder der Flüssigkeiten keinerlei erhebliche Hindernisse in den Weg legen. Das Oeffnen der Ventile geschieht bei Pumpen durch Wasserdruck, bei den Dampfmaschinen dagegen durch einen geometrischen Zusammenhang des Ventiles mit anderen aktiven Maschinenbestandtheilen. Die ersteren kann man auch selbstwirkende Ventile nennen.

Wir wollen nun sehen, durch welche Formen und Verhältnisse gute Ventile zu Stande gebracht werden können.

Es sei Fig. 8, Tafel XIII., ein konisches Druckventil für eine Pumpe, d , der grössere, d_1 der kleinere Durchmesser des Ventilkörpers, p_1 der Druck, welchen das in der Steigröhre befindliche Wasser gegen jeden Quadratcentimeter der oberen Ventilfläche ausübt, q das Gewicht des Ventils, so ist $\frac{d_1^2 \pi}{4} p_1 + q$ die zum Heben des Ventils nothwendige Kraft. Allein bei einer Druckpumpe geschieht die Erhebung des Druckventils durch das unter dem Ventil befindliche Wasser. Nennen wir nun p den Druck, welcher auf jeden Quadratcentimeter der unteren Fläche des Ventils ausgeübt werden muss, damit der vertikal abwärts gerichtete Druck überwunden werden kann, so hat man offenbar:

$$\frac{d^2 \pi}{4} p = \frac{d_1^2 \pi}{4} p_1 + q$$

Hieraus folgt:

$$p = p_1 \left(\frac{d_1}{d} \right)^2 + \frac{4 q}{d^2 \pi} \dots \dots \dots (1)$$

Das letzte vom Gewicht des Ventils herrührende Glied kann in allen Fällen gegen das erstere vernachlässigt werden; es ist daher mit genügender Genauigkeit $p = p_1 \left(\frac{d_1}{d} \right)^2$, woraus zu ersehen ist, dass dieser untere Druck, den der Kolben hervorbringen muss, sehr stark ausfällt, wenn der grosse Durchmesser des Ventiles beträchtlich grösser ist, als der kleine. Bei guten Anordnungen von Ventilen findet man, dass $\frac{d_1}{d} = 1.2$ ist, und dann wird

$$\frac{p}{p_1} = (1.2)^2 = 1.44$$

Damit das Druckventil sich hebt, muss also der Kolben anfangs beinahe um die Hälfte stärker getrieben werden, als später, wenn sich das Ventil gehoben hat, und nur noch der Druck p_1 zu bewältigen ist. Dieser plötzliche im Moment des Oeffnens eintretende Uebergang aus dem starken Druck p in den schwächeren p_1 bringt jederzeit harte Stösse und Erschütterungen hervor, ist daher nachtheilig.

Damit das Ventil, wenn es in dem Ventilsitz liegt, möglichst genau abschliesst, müssen zunächst das Ventil und der Ventilsitz vollkommen übereinstimmende Formen haben, was durch Einschleifen des Ventiles in den Sitz mit Schmirgel erreicht werden kann. Allein eine mathematisch genaue Congruenz dieser Flächen wird man doch niemals hervorbringen können, oder würde sich doch nicht dauernd erhalten lassen, man muss daher dafür sorgen, dass kleine Unvollkommenheiten der Ausführung nicht leicht erhebliche Nachtheile hervorbringen können, und dies wird durch angemessene Breite der Auflage des Ventils erreicht.

Man erhält angemessene Formen, wenn man als Regel aufstellt, dass die Höhe des Ventilkörpers (und nicht die Auflage) constant und zwar gleich 1.2 Centimeter gemacht werden soll. Nach dieser Regel nimmt die Breite der Auflage mit der Grösse des Ventiles etwas zu, und werden die kleinen Ventile sehr spitzkegeln, die grösseren Ventile dagegen ganz flachkegeln, so zwar, dass man bei Ventilen, deren Durchmesser circa 20 Centimeter beträgt, eine ebene Platte für die Kegelform substituiren darf.

Berechnet man nach den zwei Regeln $\frac{d_1}{d} = 1.2$ und $h = 1.2$ Centimeter eine Reihe von Ventilen, und zwar in der Weise, dass der kleinere Durchmesser eines Ventils gleich ist dem grösseren Durchmesser des zunächst kleineren Ventils der Reihe und legt sodann alle Ventile nach der Reihenfolge ihrer Grösse auf-

einander, so bilden die Kegelseiten sämtlicher Ventile ein Polygon, und man kann sich die Aufgabe stellen, die stetige krumme Linie zu finden, welche durch sämtliche Punkte dieses Polygons geht. Man findet leicht, dass die Gleichung dieser Linie ΔMB , Fig. 9, Tafel XIII. ausgedrückt wird durch:

$$y = A \left(p \right)^{\frac{x}{h}} \dots \dots \dots (1)$$

Hierbei ist $OP = x$, $MP = y$, $p = \frac{d_1}{d} = 1.2$ das Verhältniss der Durchmesser irgend eines Ventiles, $h = PP_1 = 1.2$ Centimeter die constante Höhe eines Ventilkörpers, A eine willkürliche Constante, deren Werth von dem willkürlichen Ort des Anfangspunktes der Coordinaten abhängt. Für $x = 0$ wird $y = A$, es ist mithin A der Halbmesser desjenigen Ventils, nach welchem man den Anfangspunkt verlegt.

Die Kenntniss dieser Linie, die durch die Gleichung (1) bestimmt wird, hat nur in sofern einen praktischen Werth, als dadurch das Formensystem aller Kegelventile zur klaren Anschauung gebracht wird.

Damit die richtige Form eines Ventiles und seines Sitzes sich dauernd erhalten kann, ist es von Wichtigkeit, dass das Ventil genau die Grösse des Sitzes habe, Fig. 10, Tafel XIII., denn so wie das Ventil kleiner, Fig. 11, oder grösser, Fig. 12, ist als der Sitz, werden die Berührungsflächen durch die hämmernde Bewegung des Ventils nur theilweise angegriffen und verlieren dadurch ihre konische Form. Auch ist es gut, wenn die Ränder des Ventilkörpers wie des Sitzes etwas abgerundet werden, Fig. 13, weil die scharfen Kanten am leichtesten Formverletzungen veranlassen können.

Damit das Wasser wenn das Ventil gehoben ist ohne Hinderniss und ohne beschleunigt werden zu müssen aus dem Saugrohr um das Ventil herum in das Druckrohr gelangen kann, sollen die ringförmigen Querschnitte zwischen dem Sitz und der Ventilfläche, so wie auch zwischen dem oberen Rand des Ventils und dem inneren Umfang des Ventilgehäuses so gross sein, als der Querschnitt des Saugrohres.

Nennt man d_1 den Durchmesser des Ventilgehäuses, Δ die normale Entfernung der Ventilfläche von der Sitzfläche, die bei gehobenem Ventil vorhanden sein soll, so hat man zur Bestimmung von d_1 und Δ

$$d_1^2 \frac{\pi}{4} - \frac{d^2 \pi}{4} = d \pi \Delta = d^2 \frac{\pi}{4}$$

demnach

$$d_2^2 = d^2 \left[1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)^2 \right]$$

$$A = \frac{d}{4}$$

oder weil wir als Regel aufgestellt haben, dass $\frac{d_1}{d} = 1.2$ sein soll:

$$d_2 = 1.56 d, \quad A = 0.25 d$$

Ein für das prompte Spiel der Ventile wichtiges Moment ist noch die Führung des Ventiles beim Heben und Niederfallen desselben. Diese Führung geschieht bei ganz kleinen Ventilen bis zu 2 Centimeter Durchmesser durch einen cannelirten Stiel, bei grösseren bis zu 6 Centimeter Durchmesser vermittelt eines Hohlcyllinders mit durchbrochenen Wänden, bei noch grösseren bis zu 10 Centimeter Durchmesser durch einen Rundstab, der in einer Leitung schleift, endlich bei ganz grossen Ventilen durch einen runden Stiel, der oberhalb und unterhalb des Ventiles in Leitungen schleift, Fig. 7 bis 10, Tafel XXV. der Resultate.

Selbstwirkende Doppelsitz - Ventile. Eine besondere Art von Pumpenventilen sind die Doppelsitzventile, Fig. 12, Tafel XXV. der Resultate. Dieselben sind zuerst von *Wicksteed* bei den Londoner Pumpwerken in Anwendung gebracht worden und gewähren den Vortheil, dass sie nur sehr wenig gehoben zu werden brauchen, um für den Durchgang des Wassers hinreichend grosse Oeffnungen darzubieten, haben jedoch den Nachtheil, dass sie einen heftigen inneren Wasserdruck erfordern, um vom Sitz gehoben zu werden. Um dies nachzuweisen, dient Fig. 15, Tafel XIII.

Es sei A der Querschnitt der inneren Ventilhöhlung, a der Querschnitt des oberen Ventilsitzes, f, f_1 die Ringflächen, in welchen das Ventil die beiden Sitze berührt, p_1 und p die Intensitäten der äusseren und inneren Pressungen. Soll das Ventil gehoben werden, so muss der innere und nach aufwärts wirkende Druck $(A - a) p$ wenigstens so gross sein, als der äussere nach abwärts wirkende Druck $(A - a + f + f_1) p_1$. Für den kleinsten Werth von p , welcher die Hebung des Ventils zu bewirken vermag, ist demnach:

$$(A - a) p = (A - a + f + f_1) p_1$$

oder

$$p = \frac{A - a + f + f_1}{A - a} p_1 = \left(1 + \frac{f + f_1}{A - a} \right) p_1$$

Dieser Druck wird um so kleiner, je kleiner $f f_i$ und a ist, wird also am kleinsten, wenn $a = 0$ genommen wird. Dann aber verwandelt sich das Doppelsitzventil in ein ganz einfaches Ventil. Dass diese Ventile, obgleich sie sich so schwer heben lassen, dennoch gute Dienste leisten, rührt nicht von den Ventilen her, sondern hat seinen Grund in der eigenthümlichen Constructions- und Wirkungsweise der Pumpen, bei welchen sie angewendet werden.

Bei diesen Pumpen geschieht nämlich die Hebung des Wassers durch ein schweres Gewicht, das durch die Kraftmaschine gehoben, hierauf aber frei gelassen wird, um den Kolben in den Pumpencylinder hineinzutreiben. Würde man diese Doppelsitzventile bei Pumpen anwenden, deren Kolben durch die Kraftmaschine mittelst eines geometrischen Zusammenhanges getrieben wird, so würde man die Erfahrung machen, dass sie da keine guten Dienste leisten, denn es würde beim Beginn jedes Kolbenschubes ein harter Stoss entstehen.

Doppelsitzventile für Dampfmaschinen. Bei grossen Dampfmaschinen zum Heben von Trinkwasser, so wie auch bei den sogenannten Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke werden Ventilsteuerungen gebraucht, und diese Ventile sind ebenfalls mit Doppelsitzen versehen; allein in dieser Anwendung sind diese Ventile tadellos, denn sie lassen sich leicht öffnen und gewähren bei geringer Erhebung einen freien Dampfdurchgang. Fig. 1, Tafel XIV. ist eine theoretische Darstellung eines solchen Ventiles.

Es sei A der innere Querschnitt des unteren Ventilsitzes, a der Querschnitt des oberen Ventilsitzes, $f f_i$ die untere und obere ringförmige Auflagefläche, p_i der starke äussere, p der schwache innere Druck, K die Kraft, mit welcher auf den Ventilstiel nach vertikaler Richtung aufwärts eingewirkt werden muss, damit die Hebung des Ventils erfolgt, so hat man, wenn man das Gewicht des Ventiles vernachlässiget:

$$K = (A - a + f + f_i) p_i - (A - a) p$$

oder

$$K = (A - a) (p_i - p) + (f + f_i) p_i$$

Diese Kraft K fällt also klein aus, wenn a gross genommen wird, und wenn die Auflageflächen $f f_i$ klein sind.

Man erkennt die leichte Erhebung eines solchen Doppelventiles noch besser, wenn man demselben die Einrichtung Fig. 2, Tafel XIV. gibt, aus der man sieht, dass diese Anordnung aus zwei gewöhnlichen mit einander verbundenen Ventilen von ungleicher Grösse

besteht, von denen das kleine nur bestimmt ist, einen Theil des Druckes, der das Heben des grossen Ventiles erschwert, zu balanciren.

Heisst man A und a die untere Fläche der beiden Ventile, f f_1 die ringförmigen Auflagen derselben, p , den innen wirkenden Dampfdruck, p_1 den aussen wirkenden Druck, K die zum Heben des Doppelventiles erforderliche Kraft, so hat man:

$$K = (A + f) p_1 + (a + f_1) p - a p_1 - A p$$

oder

$$K = (A - a) (p_1 - p) + f p_1 + f_1 p$$

Klappenventile aus Metall. Die metallenen Klappenventile, Fig. 5 und 6, Tafel XXV. der Resultate, werden nur bei Pumpwerken gebraucht, vermittelt welchen sehr grosse Wassermengen auf geringe Höhen zu heben sind. Sie geben nämlich sehr grosse Oeffnungen, verschliessen aber nie so genau als Kegelventile, denn es hält sehr schwer, die Gewerbe so vollkommen anzufertigen und in dauerndem guten Zustand zu erhalten, wie es für einen dichten Verschluss bei hohem Wasserdruck nothwendig ist. Auch bei den sogenannten Luftpumpen der condensirenden Dampfmaschinen werden metallene Klappenventile gebraucht. Wenn die Ventilöffnung sehr gross sein muss, wird sie nicht rund oder quadratisch, sondern länglich viereckig gemacht, und zwar so, dass die lange Seite des Viereckes parallel läuft mit der Drehungsaxe der Klappe. Bei dieser Form braucht die Klappe nur sehr wenig gehoben zu werden, um den Flüssigkeiten einen hinreichend freien Durchgang darzubieten.

Klappenventile aus Leder. Fig. 13, Tafel XXV. der Resultate. Lederklappenventile werden oftmals und insbesondere bei Schachtpumpwerken gebraucht. Die ganze Klappe besteht aus einer runden, zwischen vier halbmondförmigen Metallplatten eingeklemmten Lederscheibe. Längs ihres Durchmessers ist dieselbe zwischen einer an dem Ventilsitz angegossenen Querstange und einem oben darüberliegenden Eisenstab vermittelt Schrauben eingeklemmt. Das Leder bildet durch seine Biegsamkeit ein natürliches dichtschiessendes Gewerbe. Das Ueble bei diesen Lederklappen ist nur, dass das Leder durch die fortdauernde Nässe, der es ausgesetzt ist, bald schwammig, oder gar chemisch verändert wird und deshalb oft erneuert werden muss. In neuerer Zeit wird bei Ventilen oftmals Kautschuk statt Leder angewendet, Fig. 14, Tafel XXV. der Resultate.

Hahnen.

Hahnen werden vorzugsweise bei kleineren Wasserleitungsröhren gebraucht, um die verschiedenen Kommunikationen herzustellen oder aufzuheben.

Fig. 1 und 2, Tafel XXV. der Resultate ist ein Hahn, um eine gerade fortlaufende Röhre zu verschliessen.

Fig. 3 und 4 ist ein Hahn für zwei unter rechtem Winkel zusammen treffende Röhren.

Ueber die Formen dieser Hahnen ist folgendes zu bemerken: Die Oeffnungen sind an dem Hahngehäuse aussen an der Flantsche kreisrund, innen an dem Hahnkörper und im Hahnkörper selbst vier-eckig, die beiden Querschnitte sind jedoch von gleicher Grösse. Diese Verschiedenheit in der Querschnittsform ist nur deshalb angenommen, weil der Hahn bei einer schmalen und hohen Oeffnung einen beträchtlich kleineren Durchmesser erhalten kann, als bei einer kreisrunden Oeffnung, und dadurch wird der ganze Gegenstand leichter, was bei dem kostspieligen Material, aus welchem die Hahnen angefertigt werden, wohl zu berücksichtigen ist, und überdies erhält der ganze Gegenstand eine gefälligere Form.

Die äussere Form des Gehäuses entspricht einerseits der innern Höhlung, ist aber andererseits so beschaffen, dass sie sich auf Werkzeugmaschinen regelmässig bearbeiten lässt. Die konische Form des Hahnkörpers hat den Zweck, den Hahn an die Gehäusehölzung anschliessen zu machen, wenn sich die Berührungsflächen durch den Gebrauch abgerieben haben. Für grosse Röhren sind diese Hahnen-einrichtungen nicht angemessen, sie fallen zu schwer und daher kostspielig aus, und das Herumdrehen eines grossen Hahnen geht zu schwer.

Drehklappen.

Fig. 3, Tafel XXVI. der Resultate. Drehklappen sind vorzugsweise zum Verschliessen weiter Röhren sehr geeignet, insbesondere wenn nicht der höchste Grad von Dichte verlangt wird. Die Einrichtung ist verhältnissmässig sehr einfach, leicht zu bearbeiten und gewährt den Vortheil der leichten Beweglichkeit, indem nur allein die Zapfenreibung der Klappenaxe zu überwinden ist. Wegen ihrer Beweglichkeit werden die Drehklappen auch bei Dampfmaschinen gebraucht, um die Dampfzuströmung mit Hilfe eines Schwungkugelregulators so zu reguliren, dass keine beträchtlichen Ungleichförmigkeiten im Gang der Maschine eintreten können.

Schieber.

Die Schieber bewirken bei sorgfältiger Ausführung und wenn insbesondere Schieber und Bahn auf einander geschliffen werden, einen sehr exakten und möglicher Weise den besten Verschluss, den man überhaupt hervorbringen kann. Die ganze Einrichtung ist aber eine verhältnissmässig complizirte und kostspielige und erfordert bei intensivem Druck gegen die Schieber ziemlich viel Kraft. Die Anordnung Fig. 2, Tafel XXVI. der Resultate, bei welcher der Schieber durch eine Schraube bewegt wird, ist für Wasserleitungen angemessen. Die Anordnung Fig. 1, wobei der Schieber durch Zahnstange und Getriebe bewegt wird, ist angemessen für Gaswerke, und wird auch zu diesem Zwecke allgemein gebraucht.

Deckel mit Stopfbüchsen für Dampfzylinder und Pumpenzylinder.

(Resultate Seite 86, Tafel XXIV.)

Der Durchmesser und die innere Länge (von Deckel zu Deckel gemessen) der Dampf- und Pumpenzylinder ergibt sich aus dem Studium dieser Maschinen. Hier betrachten wir diese Grössen als gegebene Daten, aus welchen die übrigen Detailabmessungen der Cylinder und Deckel mit Stopfbüchsen bestimmt werden können.

Die wichtigste Detaildimension ist die Wanddicke s eines Dampf- oder Pumpenzylinders, wenn der Durchmesser D gegeben ist.

Wenn man nur allein die Pressung des Dampfes oder des Wassers und den von aussen her gegen einen solchen Cylinder wirkenden atmosphärischen Druck zu berücksichtigen hätte, würde in der Regel eine ungemein schwache Wanddicke vollständig genügen. Allein diese Cylinder müssen gegen das Entweichen des Dampfes einen hohen Grad von Dichte gewähren, und müssen überdies sehr steif sein, damit sie durch das gewaltsame Einspannen in Drehbänke und Bohrmaschinen nicht merklich deformirt werden. Denn wenn ein Cylinder durch das Einspannen deformirt und dann ausgebohrt wird, entsteht eine Höhlung, die nur so lange cylindrisch ist, als sich der Cylinder noch im eingespannten Zustand befindet, die aber aufhört cylindrisch zu sein, so wie die Einspannung beseitigt wird.

Die Wanddicke, welche ein Cylinder erhalten muss, um nicht nur dem inneren Dampfdruck und äusseren atmosphärischen Druck,