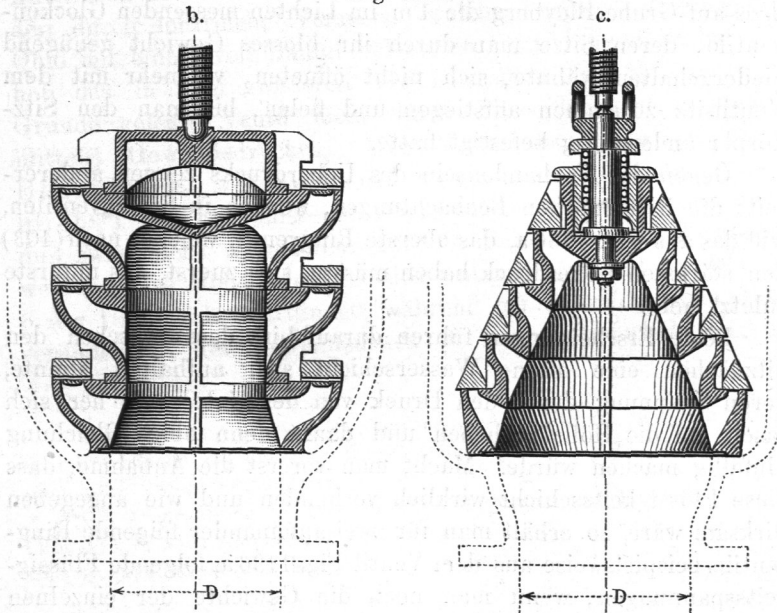


§. 368.

Der Ueberdruck selbstthätiger Hubventile.

Wenn man die Abschlussfläche eines Hebungsventiles vollkommen dicht voraussetzt und dessen Projektion von der Ober-
säule her $= F_1$, die von der Untersäule her $= F$ ist, so hat

Fig. 1136.



man für den Augenblick des Gleichgewichts zwischen den Pressungen der beiden Säulen dicht vor der Hebung des Ventiles $pF = p_1 F_1$, wenn p und p_1 die zu den Flächen gehörigen Flächendrücke sind und das Gewicht des Ventilkörpers vernachlässigt oder als anderweitig aufgehoben angesehen wird. Aus der Gleichung kommt $(p - p_1) : p_1 = (F_1 - F) : F$ oder, wenn das Verhältniss $F_1 : F = \alpha$ gesetzt wird:

$$\frac{p - p_1}{p_1} = \alpha - 1 \quad (403)$$

Der Druck $p - p_1$ wird der Ueberdruck, das Verhältniss $(p - p_1) : p_1$ das Ueberdruckverhältniss oder auch kurz ebenfalls der Ueberdruck des Ventils genannt. Man hat nach demselben

vielfach die Brauchbarkeit verschiedener Ventilgattungen beurtheilt und berechnet und musste daraus unter anderem für das Glockenventil, Fig. 1134, ungünstige Schlüsse ziehen. Versuche an Pumpen grosser und kleiner Abmessungen haben aber gezeigt, dass der Ueberdruck nur in ganz geringem Maasse, wenn überhaupt, vorhanden sei*). Von anderer Seite wird das Vorhandensein des Ueberdruckes festgehalten**), immerhin auch dann als geringwerthiger bezeichnet, als obige Formel angibt.

Für Vorhandensein des Ueberdruckes scheint zu sprechen, dass auf Grube Bleyberg die 1 m im Lichten messenden Glockenventile, deren Sitze man durch ihr blosses Gewicht genügend niedergehalten währte, sich nicht öffneten, vielmehr mit dem Ventilsitz zusammen aufstiegen und fielen, bis man den Sitzkörper anderweitig befestigt hatte.

Gegen das Vorhandensein des Ueberdrucks zeugen andererseits die Riedler'schen Beobachtungen, wonach in Stufenventilen, wie das aus Fig. 1136 a, das oberste Ringventil, welches nach (403) den stärksten Ueberdruck haben müsste, sich zuerst, das unterste zuletzt hebt.

Beide Erscheinungen führen darauf hin, dass zwischen den Sitzflächen eine dünne Wasserschicht sich aufhalten könnte, deren Spannung durch den Druck von der Untersäule her sich rasch auf die Höhe p_1 heben und damit denn obige Gleichung hinfällig machen würde. Macht man vorerst die Annahme, dass diese Flüssigkeitsschicht wirklich vorhanden und wie angegeben wirksam wäre, so erhält man für zwei aufeinander folgende Ringventile, beispielsweise aus dem Ventil Fig. 1136 a, folgende Flüssigkeitsspannungen, wenn man noch die Gewichte der einzelnen Ventile, oben beginnend, mit G_1 und G_2 , ihre Projektionen mit F_1 und F_2 einführt:

$$p' = p_1 + \frac{G_1}{F_1} \quad \text{und} \quad p'' = p_1 + \frac{G_1 + G_2}{F_1 + F_2} \quad \dots \quad (404)$$

Nun zeigt sich bei Ermittlung der Ventilgewichte und Ventilflächen, dass unter Umständen $G_2:F_2$ grösser ist, als $G_1:F_1$,

*) Namentlich ginge dies aus den sehr schönen und zahlreichen Versuchen von Riedler, siehe die schon oben angezogene Schrift Indikatorversuche an Pumpen etc., hervor.

**) Siehe die eingehenden und umfangreichen Mittheilungen von Prof. C. Bach in der Z. D. Ingenieure 1886: Versuche zur Klarstellung der Bewegung selbstthätiger Pumpenventile.

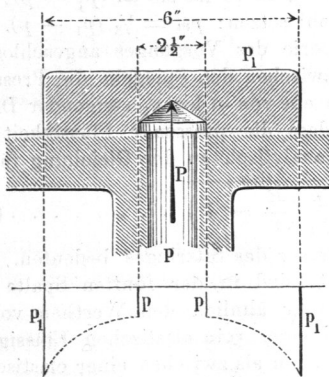
dann aber auch das ganze zweite Glied in dem Ausdruck für p''^*), wonach sodann p' die Widerstände zuerst überwinden muss. In dem Bleyberger Falle ist dagegen F_2 sehr viel grösser als F_1 , so dass dort p'' kleiner ausfällt als p' , somit sich das Aufsteigen des Ventilsitzes erklärt.

Das wirkliche Verhalten der Flüssigkeitsreste zwischen den Dichtungsspiegeln mag vielleicht nicht genau so sein, wie soeben vorausgesetzt, nähert sich aber wahrscheinlich den gemachten Annahmen in hohem Grade an. Dies scheint bestätigt zu werden durch lehrreiche Versuche, welche Professor Robinson in Ohio mit einem von Dampf belasteten Ventil angestellt hat. Er hob das in zwei grösseren Versuchsreihen den Messungen zu Grunde gelegte Ventil nicht durch Flüssigkeitsdruck, sondern mittelst Gewichtsdruckes. Die Versuche ergaben einen Ueberdruck, welcher weit unter dem Werthe $p_1 - p$ blieb**). Die Ergebnisse der Robinson'schen Versuche lassen sich nun zwar nicht unmittelbar auf die Pumpenventile übertragen, weil hier das Heben des Ventiles unter Steigerung des Druckes p der Untersäule stattfindet, während bei den Versuchen p unveränderlich, der Gewichtsdruck P nur veränderlich war und

*) Bei dem Ventil Fig. 1136 a wachsen die Verhältnisse zwischen Gewicht und Unterfläche bei den drei Ringen rund wie 50:76:85, wenn man von oben nach unten fortschreitet.

**) S. Transactions of the Am. Soc. of Mechanical Engineers 1882/83 (Vol. IV), S. 150, Robinson, Back pressure on valves, or the Equilibrium line by experiment and theory for broad seated valves. — Das Versuchs-

Fig. 1137.



ventil, Fig. 1137, hatte einen ebenen kreisringförmigen Sitz von 6" äusserem und 2,1" innerem Durchmesser, war oben mit Dampf vom Drucke p_1 , unten mit atm. Druck p belastet. p' bezeichnet in folgender Tafel den auf die Projektion der Muschel bezogenen Flächendruck, welcher aus der das Ventil hebenden Kraft P abzuleiten war, ferner a den Flächeninhalt, d den Durchmesser desjenigen Kreises, für welchen $a(p_1 - p) = P$ ist. Diesen Kreis nennt Robinson die Gleichgewichtslinie; derselbe ist stets weit kleiner, als die obere Projektion des Ventils.

man wohl nicht ohne weiteres das Eine für das Andere setzen darf. Folgt man indessen der von Robinson den Versuchen angeschlossenen Theorie, so gelangt man in der That zu dem, was oben nur vorläufig angenommen wurde, nämlich, dass sich bei Steigerung von p auf die Grösse p_1 zwischen den Spiegelflächen

$p_1 - p$ Pfund, Quadratzoll	p' Pfund, Quadratzoll	a Quadratzoll	d Zoll	d' Zoll
5	8	5,6	2,6	2,53
10	17	5,8	2,7	2,85
15	26	6,0	2,8	2,92
20	36	6,2	2,8	3,02
25	46	6,4	2,9	3,09
30	57	6,6	2,9	3,14
35	69	6,8	2,9	3,19
40	81	7,0	3,0	3,22
45	95	7,3	3,0	3,25
50	112	7,8	3,1	3,27
55	129	8,2	3,2	3,29
60	150	8,7	3,3	3,31
65	172	9,2	3,4	3,33
70	198	9,8	3,5	3,34
75	230	10,5	3,7	3,35

Die Zahlen unter a und d sind abgerundet. Man kann aus der Tafel den stattfindenden Ueberdruck leicht entnehmen. Bei $p_1 - p = 45$ Pfd. beträgt derselbe, da $d = 3 = \frac{1}{2} \cdot 6''$ ist, den vierten Theil von $p_1 - p$; bei $p_1 - p = 75$ ist er $= 0,38 (p_1 - p)$. Das Gesetz, nach welchem die Spannung zwischen die Spiegelflächen von der Grösse p_1 auf p herab abnimmt, ist nicht einfach. Die dasselbe darstellende Kurve ist nach der Abscissenachse hin gebogen, wie in Fig. 1137 angedeutet ist. Was die mittlere Spannung p_m betrifft, so ist diese nach der Tabelle bei $p_1 - p = 5$ von der Grösse $p_m = (p_1 - p) : 4,43$; bei $p_1 - p = 75$ ist sie $= (p_1 - p) : 2,36$. Für grobe Annäherungen kann man wohl setzen: $p_m = \frac{1}{3} (p_1 - p)$. An diese Versuche hat Robinson eine Theorie des Vorganges angeschlossen. Er nimmt an, dass am äusseren Rand zwischen den Spiegeln die Pressung p_1 , am inneren diejenige p , dazwischen ein von p bis p_1 steigender Druck herrsche. Unter der Voraussetzung, dass die pressende Flüssigkeit unzusammendrückbar sei, gelangt er rein analytisch zu der Gleichung für d :

$$d' = 2r \sqrt{\frac{R}{r} - \frac{p}{p_1} \left(\frac{R}{r} - 1 \right)} \dots \dots \dots (405)$$

worin auch R und r die beiden Halbmesser des Sitzringes bedeuten. Die Werthe d' , welche die Gleichung liefert, sind in der fünften Spalte der Tafel zusammengestellt. Sie wachsen sehr ähnlich den Werthen von d , sind aber nach Robinson's Ansicht bei einer rein elastischen Flüssigkeit 10 bis 15 Prozent zu gross. Der Dampf kann als zwischen einer elastischen und einer unelastischen Flüssigkeit stehend angesehen werden.

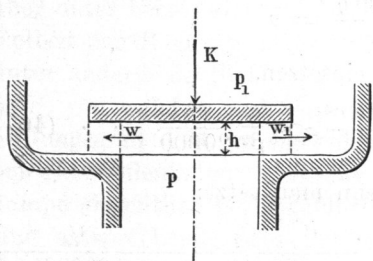
die Spannung p_1 herstellen müsse, indem Gleichung (405) für $p = p_1$ den Werth $d' = 2r$, d. i. Ueberdruck Null liefert. Damit würde denn Riedler's Schlussfolgerung, die er daraus zieht, dass der Indikator einen Ueberdruck nicht anzeigt, als richtig bestätigt sein. Auf jeden Fall leiten die vorhandenen Versuchsergebnisse dahin, dass der Ueberdruck, wenn überhaupt vorhanden, nicht gross sein kann und deshalb bei den üblichen Bauarten der selbstthätigen Ventile vernachlässigt werden darf. Die Robinson'schen Versuche und die daran geknüpfte Theorie gestatten auch, mit einer gewissen Genauigkeit den Druck zu ermitteln, bei welchem ein Sicherheitsventil sich zu heben beginnt.

§. 369.

Schliessungsdruck selbstthätiger Hubventile.

Die selbstthätigen Hebungsventile öffnen sich nach dem Vorstehenden leicht, wenn sie von der Untersäule her einen Druck erfahren, welcher denjenigen der Obersäule etwas übersteigt. Bei ihrer Verwendung in Pumpen sollen sie sich aber auch rasch wieder schliessen, sobald Hubwechsel des Kolbens eintritt. Dies gilt vor allem, worauf auch Riedler hinweist, von den Saugventilen, weil, wenn deren Schliessung verspätet eintritt, der bereits

Fig. 1138.



in Bewegung befindliche Kolben die zu hebende Flüssigkeitssäule mit Stoss treffen muss. Man hat deshalb den Saugventilen vor allem in dieser Beziehung Aufmerksamkeit zu widmen, wie sich auch bei der oben erwähnten Luftpumpe von Creuzot zeigt, indem diese nämlich 38 Saugventile neben 27 Druckventilen aufweist.

Damit die selbstthätige Auflüftung nicht zu hoch ausfalle und die Schliessung rasch vor sich gehe, soll das Ventil mit einem gewissen Druck K belastet sein, welcher entweder durch das Gewicht des Ventilkörpers, oder durch eine Feder, oder durch beides zusammen bewirkt wird. Derselbe ist hier zu ermitteln.