

Man vergrößert diese konstanten Werthe, wenn die Röhren starken Abnutzungen unterworfen sind, noch um ein Gewisses. So nimmt man für gußeiserne Röhren, die der Wärme oder gar der Flamme ausgesetzt sind, anstatt $\frac{1}{3}$ Zoll auch $\frac{1}{2}$ Zoll, und bei Dampfmaschinen-Cylindern auch wohl $\frac{3}{4}$ Zoll als geringste Wandstärke. Andererseits findet man auch geringere Röhrenstärken als die oben angegebenen ausgeführt, wenn die Röhren sehr kleine Bohrungen haben, und keinen beträchtlichen Drucken ausgesetzt sind. Man kann dann bei gußeisernen Röhren auf $\frac{1}{4}$ Zoll herabgehen; ebenso haben die sogenannten Drain-Röhren von gebranntem Thon oft nur $\frac{1}{2}$ Zoll Wandstärke bei 2 Zoll Bohrung.

Die Berechnung der Röhrenstärken nach dem Druck, welchen sie auszuhalten haben, geschieht in zwei Beziehungen:

1) Die Röhren haben einen Druck von Innen nach Aussen zu erleiden; die Flüssigkeit, welche die Höhlung der Röhre ausfüllt, drückt auf alle Punkte der Röhre gleich stark, und äußert das Bestreben, die Röhre entweder in einer Ebene, normal zur Axe abzureißen (Querbruch, Transversalbruch), oder die Röhre in der Richtung der Axe, also der Länge nach, aufzureißen (Längbruch, Longitudinalbruch) — Röhren mit innerem Druck.

2) Die Röhren haben einen Druck von Aussen nach Innen auszuhalten; eine Flüssigkeit, oder auch die Erde, welche die Röhren von Aussen umgiebt, äußert einen größern Druck, als die Flüssigkeit im Innern der Röhre, und hat das Bestreben, die Röhre flach zu drücken, einzudrücken — Röhren mit äußerem Druck.

Bestimmung des Drucks einer Flüssigkeit auf die Röhrenwände.

§ 121. Der Druck einer Flüssigkeit auf die Wandungen der Gefäße, oder der Röhren, welche dieselbe einschließen (der hydrostatische Druck) pflegt in verschiedener Weise gemessen zu werden.

1) Man giebt den Druck in Gewichts-Einheiten (Pfund, Kilogramme) an, welchen jede Flächen-Einheit (Quadratzoll, Quadratfuß — Quadrat-Centimètre etc.) der Gefäßwandung auszuhalten hat. Ist der Druck auf die Flächen-Einheit p , und der Flächeninhalt der Projektion der gedrückten Fläche auf irgend eine Ebene f , so ist der hydrostatische Druck P , den die Fläche in der Richtung normal zu jener Ebene auszuhalten hat, $P = pf$.

2) Da dieser Druck nach bekannten Gesetzen der Hydrostatik in einfachem Verhältniß mit der Höhe der Flüssigkeitssäule,

d. i. mit dem vertikalen Abstände des höchsten Flüssigkeitsspiegels von dem Schwerpunkt der Projektion der gedrückten Fläche, und mit dem spezifischen Gewicht der Flüssigkeit wächst, so pflegt man ihn auch durch Angabe jener Höhe (der hydrostatischen Druckhöhe) und durch das spezifische Gewicht der Flüssigkeit zu bestimmen.

Ist die hydrostatische Druckhöhe h , der Flächeninhalt der Projektion, wie unter 1) gleich f , und das Gewicht einer Kubik-Einheit gleich s , wobei Alles auf dieselbe Maafs-Einheit bezogen wird, so ist:

$$P = f \cdot s \cdot h; \quad p = s \cdot h.$$

3) Man kann für die Flüssigkeit, welche den Druck wirklich ausübt, behufs Messung dieses Druckes auch irgend eine andere Flüssigkeit substituirt denken, deren Gewicht für die Volum-Einheit z. B. s' sein mag. Die hydrostatische Druckhöhe h' , welche dieser Flüssigkeit zukommen würde, um einen gleich grossen Druck auszuüben, findet sich leicht durch die Gleichsetzung von

$$p = sh = s'h',$$

$$h' = \frac{s}{s'} h; \quad h = \frac{p}{s}.$$

Hiernach kann man also den hydrostatischen Druck des Wassers, der Luft, des Dampfes etc. auch durch eine Quecksilbersäule, oder durch eine Wassersäule messen.

Es betrage z. B. der Druck irgend einer Flüssigkeit auf einen Quadratzoll 15,08 Pfund, wie gross ist die Wassersäule, und die Quecksilbersäule, welche diesen Druck misst? — Ein Kubikfuss Wasser wiegt 66 Pfund, ein Kubikzoll also $\frac{66}{1728}$ Pfund, folglich ist die Wassersäule nach der Formel $h = \frac{p}{s}$:

$$h = \frac{15,08 \cdot 1728}{66} = 394,92 \text{ Zoll,}$$

oder 32,91 Fufs.

Nun ist Quecksilber 13,594mal so schwer als Wasser; man hat also $s' = 13,594s$, folglich die Höhe der Quecksilbersäule:

$$h' = \frac{s}{s'} h = \frac{394,92}{13,594} = 29,05 \text{ Zoll.}$$

4) Da der natürliche Druck der Atmosphäre im Barometer einer Quecksilbersäule von etwa 29,05 Zoll das Gleichgewicht hält, so beträgt derselbe nach dem Vorigen 15,08 Pfund auf jeden Quadratzoll. Man kann nun den Druck einer Flüssigkeit auch dadurch bestimmen, dafs man angiebt, wie viel mal er den Druck

einer Atmosphäre enthalte; in diesem Falle sagt man, der Druck werde nach Atmosphären bestimmt. Es betrage z. B. der Druck n Atmosphären, und der Druck der natürlichen Atmosphäre betrage auf die Flächen-Einheit α Gewichts-Einheiten, so ist nach dem Vorigen:

$$P = n\alpha f = hsf = h's'f = pf,$$

worin s das Gewicht einer Volum-Einheit Wasser, s' dasjenige einer Volum-Einheit Quecksilber bezeichnet. Es folgt daraus:

$$n = \frac{hs}{\alpha} = \frac{h's'}{\alpha} = \frac{p}{\alpha}.$$

Die Bestimmung des hydrostatischen Druckes nach Atmosphären hat den Vortheil, dass die Zahl n unabhängig von den Landes-Maassen und Gewichten ist. Folgende Tabelle giebt eine Vergleichung der verschiedenen Ausdrucksweisen zur Bestimmung des hydrostatischen Druckes:

XXII. Tabelle

über die Bestimmung des hydrostatischen Druckes nach Atmosphären, nach Gewichts-Einheiten, Wassersäulen und Quecksilbersäulen.

Anzahl der Atmosphären.	Druck		Wassersäule		Quecksilbersäule	
	Pfund pro □ Zoll	Kilogr. pro □ Centim.	Fufs	Mètres	preufs. Zoll	Centimètres
$\frac{1}{8}$	1,89	0,129	4,11	1,29	3,63	9,5
$\frac{1}{4}$	3,77	0,258	8,22	2,58	7,26	19
$\frac{1}{2}$	7,54	0,516	16,45	5,16	14,53	38
$\frac{3}{4}$	11,31	0,774	24,67	7,74	21,78	57
1	15,08	1,033	32,91	10,33	29,05	76
1,5	22,62	1,549	49,36	15,49	43,57	114
2	30,17	2,066	65,82	20,66	58,11	152
2,5	37,71	2,582	82,27	25,82	72,63	190
3	45,25	3,099	98,73	30,99	87,16	228
3,5	52,79	3,615	115,18	36,15	101,69	266
4	60,33	4,132	131,64	41,32	116,22	304
4,5	67,87	4,648	148,09	46,48	130,74	342
5	75,42	5,165	164,56	51,65	145,27	380
5,5	82,96	5,681	181,02	56,81	159,80	418
6	90,50	6,198	197,47	61,98	174,33	456
7	105,58	7,231	230,38	72,31	203,38	532

Anzahl der Atmo- sphären	Druck		Wassersäule		Quecksilbersäule	
	Pfund pro □ Zoll	Kilogr. pro □ Centim.	Fuß	Mètres	preufs. Zoll	Centimè- tres
8	120,66	8,264	263,29	82,64	232,44	608
9	135,75	9,297	296,20	92,97	251,49	684
10	150,84	10,335	329,11	103,35	290,55	760
11	165,92	11,363	362,02	113,63	319,60	836
12	181,00	12,396	394,94	123,96	348,66	912
13	196,09	13,429	427,85	134,29	377,71	988
14	211,17	14,462	460,76	144,62	406,77	1064
15	226,26	15,495	493,67	154,95	435,82	1140
16	241,34	16,528	526,59	165,28	464,88	1216
17	256,43	17,561	559,50	175,61	493,93	1292
18	271,51	18,594	592,41	185,94	522,99	1368
19	286,59	19,627	625,32	196,27	552,04	1444
20	301,67	20,660	658,23	206,60	581,10	1520

Man hat hiernach:

$$n = \frac{p}{15,08} = 0,0663p, \quad p = 0,458h,$$

$$n = \frac{h}{32,91} = 0,0304h, \quad p = 0,519h',$$

$$n = \frac{h}{29,05} = 0,0344h', \quad h = 1,13h'.$$

wenn n die Anzahl der Atmosphären,

p den Druck in preufs. Pfunden auf einen preufs. Qua-
dratzoll,

h die Höhe einer Wassersäule in preufs. Fussen,

h' die Höhe einer Quecksilbersäule in preufs. Zollen
bezeichnet;

$$(\text{oder } n = \frac{p}{1,033} = 0,968p, \quad p = 0,100h,$$

$$n = \frac{h}{10,33} = 0,097h, \quad p = 0,0136h',$$

$$n = \frac{h'}{76} = 0,0131h', \quad h = 0,136h',$$

wenn p den Druck in Kilogrammes auf 1 □ Centimètre,

h die Höhe einer Wassersäule in Mètres,

h' die Höhe einer Quecksilbersäule in Centimètres
bezeichnet).