

Eine Übersicht über die Verwendungsgebiete gußeiserner und glatter Flußstahlrohre und die Dinormen, in denen die Rohrmaße und sonstige wichtige Einzelheiten festgelegt sind, bietet Zusammenstellung 84b.

Zusammenstellung 84b. Übersicht über die Verwendungsgebiete der Rohre.

Werkstoff	Rohrart	Benennung	Verwendungsbereich				DIN		
			für Nenndruck	bis Betriebsdruck in kg/cm <sup>2</sup>				für Nennweite mm	
				W	G	H			
Gußeisen	Flanschenrohre Muffenrohre		10	10	—	—	40 bis 1200	2422	
			10	10	—	—	40 bis 2000	2432	
Flußstahl	Glatte Rohre	nahtlos	Festigkeit 3400 bis 4500 kg/cm <sup>2</sup>	1 bis 32	32	25	20	6 bis 400	2450
				40	40	32	25		
			Festigkeit 4500 bis 5500 kg/cm <sup>2</sup>	50	50	40	32	6 bis 400	2451
				1 bis 40	40	32	25		
			patent geschweißt	1 bis 50	— <sup>1)</sup>	— <sup>1)</sup>	— <sup>1)</sup>	60 bis 400	2452
			wassergas- geschweißt	1 bis 6	6	5	—	250 bis 2000	2453
				10	10	8	—	250 bis 1200	
				16, 25, 32 40 u. 50	— <sup>1)</sup>	— <sup>1)</sup>	— <sup>1)</sup>	250 bis 500 250 bis 400	
			autogen geschweißt	1 u. 2,5	2,5	2	—	50 bis 2000	2454
				6	6	5	—	50 bis 1200	
	genietet	1 u. 2,5	2,5	2	—	600 bis 2000	2455		
		6	6	5	—	600 bis 1200			

Verbindlich für die vorstehenden Angaben bleiben die Dinormen.

<sup>1)</sup> Die Betriebsdrucke zu den einzelnen Druckstufen sind der Zusammenstellung 84 zu entnehmen.

## II. Arten der Rohre.

### A. Gußeisenrohre.

Gußeiserne Rohre finden in ausgedehntem Maße zu Wasser-, Gas- und Kanalisationsleitungen Verwendung und wurden bisher nach den deutschen Rohrnormalien für gußeiserne Muffen- und Flanschenrohre vom Jahre 1882, Zusammenstellung 85, von 40 bis zu 1200 m lichter Weite hergestellt. Die angegebenen Wandstärken gelten für Rohre mit 10 at Betriebsdruck. Bei geringeren Drucken ist eine Verminderung der Wanddicken zulässig. Dabei soll aber in Rücksicht auf die Dichtungen der äußere Rohrdurchmesser und die innere Muffenform beibehalten, die Regelung der Wandstärke also im glatten Rohr durch Verändern des lichten Durchmessers, an den Muffen aber durch diejenige des äußeren Umrisses bewirkt werden. Die Formen der Muffen und Flansche sind später behandelt.

In den neuen deutschen Normen waren Ende 1926 nur die gußeisernen Flanschenrohre durch DIN 2422 für den Nenndruck 10 einheitlich festgelegt worden. Sie lehnen sich eng an die Normen von 1882 an, so daß vorhandene Modelle weiter verwandt werden können. Auch die Lochkreisdurchmesser stimmen an der Mehrzahl der Rohre mit den früheren überein. Wohl aber ist die Zahl der Schrauben grundsätzlich durch vier teilbar gemacht worden, damit Schraubenlöcher in den Hauptebenen vermieden werden können. Die Maße der Rohre sind dem stark umrahmten Feld der Zusammenstellung 93c, S. 366, für Nenndruck 10, Spalte 1 bis 12 zu entnehmen. Normale „Lagerlängen“ sind für die Rohre der Nennweiten 40 bis 175 mm 2000 und 3000 mm, für 200 bis 1200 mm 3000 und 4000 mm. Flanschenrohre größeren Durchmessers können auch bis zu 5000 mm Länge geliefert werden. Die in Zusammenstellung 93c eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden. Zur Bezeichnung eines normalen Flanschenrohres dient das

Zusammenstellung 85. Deutsche  
gemeinschaftlich aufgestellt von dem Vereine deutscher Ingenieure  
Abmessungen und Ge-  
Muffen-Rohre

Abmessungen											Gewichte (kg)			
lichter Rohrdurchm. $D$ mm	normale Wandstärke $s$ mm	äußerer Rohrdurchm. $D_1$ mm	übliche Baulänge $L$ m	innere Muffentiefe $t$ mm	Weite der Dichtungstufe $f$ mm	innere Muffenweite $D_2$ mm	Muffenwandstärke $y = 1,4s$ mm	Wulst		Dichtungstiefe $t' = t - 1,5s$ mm	der Muffe (doppelt schräffierter Teil)	von 1 m Rohr ausschl. der Muffe	eines Rohres von üblicher Baulänge	von 1 m Rohr einschl. der Muffe
								Dicke, Drei- seite und An- schlußhalb- messer $7 + 2s$ mm	äußerer Durchm. $D_3$ mm					
40	8	56	2	74	7	70	11	23	116	62	2,68	8,75	20,18	10,09
50	8	66	2	77	7,5	81	11	23	127	65	3,14	10,57	24,28	12,14
60	8,5	77	2	80	7,5	92	12	24	140	67	3,89	13,26	30,41	15,21
70	8,5	87	3	82	7,5	102	12	24	150	69	4,35	15,20	49,95	16,65
80	9	98	3	84	7,5	113	12,5	25	163	70	5,09	18,24	59,81	19,94
90	9	108	3	86	7,5	123	12,5	25	173	72	5,70	20,29	66,57	22,19
100	9	118	3	88	7,5	133	13	25	183	74	6,20	22,34	73,22	24,41
125	9,5	144	3	91	7,5	159	13,5	26	211	77	7,64	29,10	94,94	31,65
150	10	170	3	94	7,5	185	14	27	239	79	9,89	36,44	119,21	39,74
175	10,5	196	3	97	7,5	211	14,5	28	267	81	12,00	44,36	145,08	48,36
200	11	222	3	100	8	238	15	29	296	83	14,41	52,86	172,99	57,66
225	11,5	248	3	100	8	264	16	30	324	83	16,89	61,95	202,71	67,57
250	12	274	4	103	8,5	291	17	31	353	84	19,61	71,61	306,05	76,51
275	12,5	300	4	103	8,5	317	17,5	32	381	84	22,51	81,85	349,91	87,48
300	13	326	4	105	8,5	343	18	33	409	85	25,78	92,68	396,50	99,13
325	13,5	352	4	105	8,5	369	19	34	437	85	28,83	104,08	445,15	111,29
350	14	378	4	107	8,5	395	19,5	35	465	86	32,23	116,07	496,51	124,13
375	14	403	4	107	9	421	20	35	491	86	34,27	124,04	530,43	132,61
400	14,5	429	4	110	9,5	448	20,5	36	520	88	39,15	136,89	586,71	146,68
425	14,5	454	4	110	9,5	473	20,5	36	545	88	41,26	145,15	621,82	155,46
450	15	480	4	112	9,5	499	21	37	573	89	44,90	158,87	680,38	170,10
475	15,5	506	4	112	9,5	525	21,5	38	601	89	48,97	173,17	741,65	185,41
500	16	532	4	115	10	552	22,5	39	630	91	54,48	188,04	806,64	201,66
550	16,5	583	4	117	10	603	23	40	683	92	62,34	212,90	913,94	228,49
600	17	634	4	120	10,5	655	24	41	737	94	71,15	238,90	1026,75	256,69
650	18	686	4	122	10,5	707	25	43	793	95	83,10	273,86	1178,54	294,64
700	19	738	4	125	11	760	26,5	45	850	96	98,04	311,15	1342,64	335,66
750	20	790	4	127	11	812	28	47	906	97	111,29	350,76	1514,33	378,58
800	21	842	4	130	12	866	29,5	49	964	98	129,27	392,69	1700,03	425,01
900	22,5	945	4	135	12,5	970	31,5	52	1074	101	160,17	472,76	2051,21	512,80
1000	24	1048	4	140	13	1074	33,5	55	1184	104	195,99	559,76	2435,03	608,76
1100	26	1152	4	145	13	1178	36,5	59	1296	106	243,76	666,81	2911,00	727,75
1200	28	1256	4	150	13	1282	39	63	1408	108	294,50	783,15	3427,10	856,78

Wegen der Bezeichnungen vgl. Abb. 628.

**Bemerkungen:** Die normalen Wandstärken gelten für Rohre, welche einem Betriebsdrucke von etwa 10 at und einem Probedrucke von höchstens 20 at ausgesetzt sind und vor allem Wasserleitungszwecken dienen. Für gewöhnliche Druckverhältnisse von Wasserleitungen (4 bis 7 at) ist eine Verminderung der Wandstärke und dementsprechend auch der Gewichte zulässig, desgleichen für Leitungen, in welchen nur ein geringer Druck herrscht (Gas-, Wind-, Kanalisationsleitungen usw.). Für Dampfleitungen, welche größeren Temperaturunterschieden und dadurch entstehenden Spannungen, sowie für Leitungen, welche unter besonderen Verhältnissen schädlichen äußeren Einflüssen ausgesetzt sind, ist es empfehlenswert, die Wandstärken und Gewichte entsprechend zu erhöhen. — Der äußere Durchmesser des Rohres ist feststehend; Änderungen der Wandstärke sollen nur auf den lichten Durchmesser des Rohres von Einfluß sein. — Als unabänderlich gilt ferner die innere Muffenform, die Art des Anschlusses an das Rohr, sowie die Bleifugendicke. Aus Gründen der Herstellung sind bei geraden Normalrohren Abweichungen von den durch Rechnung ermittelten Gewichten höchstens um  $\pm 3\%$  zu gestatten. — In den Gewichtberechnungen ist das Einheitsgewicht des Gußeisens zu 7,25 eingesetzt worden. Für die Anordnung der Schraubenlöcher bei den Flanschenrohren gilt die Regel, daß die lotrechte Ebene durch die Achse des Rohres die Entfernung zwischen zwei Schraubenlöchern halbiert.

**Rohr-Normalien,**

und dem deutschen Vereine von Gas- und Wasserfachmännern (1882).  
wichte für gußeiserne

**Flanschen-Rohre**

Abmessungen														Gewichte (kg)		
Rohrdurchm. lichter <i>D</i> mm	normale Wandstärke <i>s</i> mm	äußerer Rohrdurchm. <i>D</i> <sub>1</sub> mm	übliche Baulänge <i>L</i> m	Flansch		Lochkreis- durchm. <i>D</i> '' mm	Dichtungs- leiste		Zahl <i>i</i>	Schrauben			Schraubenloch- durchm. <i>d</i> <sub>0</sub>	ein. Flansches (dop- pelt schraff. Teil)	eines Rohres von üblicher Baulänge	von 1 m Rohr einschl. d. Flansche
				Durch- messer <i>D</i> ' mm	Stärke <i>s</i> <sub>1</sub> mm		Breite <i>b</i> mm	Höhe <i>h</i> mm		Stärke		Länge				
										<i>d</i>	Zoll engl.					
40	8	56	2	140	18	110	25	3	4	13	1/2	70	15	1,89	21,28	10,64
50	8	66	2	160	18	125	25	3	4	16	5/8	75	18	2,41	25,96	12,98
60	8,5	77	2	175	19	135	25	3	4	16	5/8	75	18	2,96	32,44	16,22
70	8,5	87	3	185	19	145	25	3	4	16	5/8	75	18	3,21	52,02	17,34
80	9	98	3	200	20	160	25	3	4	16	5/8	75	18	3,84	62,40	20,80
90	9	108	3	215	20	170	25	3	4	16	5/8	75	18	4,37	69,61	23,20
100	9	118	3	230	20	180	28	3	4	19	3/4	85	21	4,96	76,94	25,65
125	9,5	144	3	260	21	210	28	3	4	19	3/4	85	21	6,26	99,82	33,27
150	10	170	3	290	22	240	28	3	6	19	3/4	85	21	7,69	124,70	41,57
175	10,5	196	3	320	22	270	30	3	6	19	3/4	85	21	8,96	151,00	50,33
200	11	222	3	350	23	300	30	3	6	19	3/4	85	21	10,71	180,00	60,00
225	11,5	248	3	370	23	320	30	3	6	19	3/4	85	21	11,02	207,89	69,30
250	12	274	3	400	24	350	30	3	8	19	3/4	100	21	12,98	240,79	80,26
275	12,5	300	3	425	25	375	30	3	8	19	3/4	100	21	14,41	274,37	91,46
300	13	326	3	450	25	400	30	3	8	19	3/4	100	21	15,32	308,68	102,89
325	13,5	352	3	490	26	435	35	4	10	22,5	7/8	105	25	19,48	351,20	117,07
350	14	378	3	520	26	465	35	4	10	22,5	7/8	105	25	21,29	390,79	130,26
375	14	403	3	550	27	495	35	4	10	22,5	7/8	105	25	24,29	420,70	140,23
400	14,5	429	3	575	27	520	35	4	10	22,5	7/8	105	25	25,44	461,55	153,85
425	14,5	454	3	600	28	545	35	4	12	22,5	7/8	105	25	27,64	490,73	163,58
450	15	480	3	630	28	570	35	4	12	22,5	7/8	105	25	29,89	536,39	178,80
475	15,5	506	3	655	29	600	40	4	12	22,5	7/8	105	25	32,41	584,33	194,78
500	16	532	3	680	30	625	40	4	12	22,5	7/8	105	25	34,69	633,50	211,17
550	16,5	583	3	740	33	675	40	5	14	26	1	120	28,5	44,28	727,26	242,42
600	17	634	3	790	33	725	40	5	16	26	1	120	28,5	47,41	811,52	270,51
650	18	686	3	840	33	775	40	5	18	26	1	120	28,5	50,13	921,84	307,28
700	19	738	3	900	33	830	40	5	18	26	1	120	28,5	56,50	1046,45	348,82
750	20	790	3	950	33	880	40	5	20	26	1	120	28,5	59,81	1171,90	390,63

Wegen der Bezeichnungen vgl. Abb. 674.

Die neuen Normen gußeiserner Flanschenrohre siehe S. 366.

Produkt aus der Nennweite und der Lagerlänge, z. B. gußeisernes Flanschenrohr 250-3000 DIN 2422.

Die Gebiete, in denen Gußeisen für Rohrleitungen verwandt werden darf, sind noch nicht endgültig festgelegt. Voraussichtlich wird es in größerem Umfange bis zum Nenn-  
druck 10, darüber hinaus aber nur in Sonderfällen zugelassen werden; für Heißdampf  
von 300 bis 400° Temperatur soll es vermieden werden.

Nach den vom Verein deutscher Ingenieure 1912 aufgestellten Normalien der Rohr-  
leitungen für Dampf von hoher Spannung ist Gußeisen bis zu 8 at Überdruck zu Rohren,  
Formstücken und Ventilkörpern bei allen Durchmesser, von 8 bis 13 at zu Ventil-  
körpern und Formstücken für alle, zu Rohren jedoch nur bis zu 150 mm Durchmesser  
zulässig. Bei höherem Druck als 13 at darf es, Ventile bis zu 50 mm Durchmesser aus-  
genommen, überhaupt nicht verwendet werden. Das Gußeisen muß eine Biegefestigkeit,  
ermittelt an Rundstäben mit Gußhaut von 30 mm Durchmesser bei 600 mm Auflager-  
entfernung, von mindestens  $K_b = 3400 \text{ kg/cm}^2$  bei 10 mm Durchbiegung besitzen.  
Solches von geringerer Güte darf selbst bei kleinen Dampfrohrleitungen nur dann



Da nun die Wandstärke je nach dem Betriebsdruck und dem Betriebsmittel verschieden ist, stimmt die Nennweite nicht immer mit dem lichten Durchmesser des Rohrs überein. Wohl aber konnten die Flanschbohrungen und damit die Flansche selbst einheitlich in Übereinstimmung mit den Rohraußendurchmessern genormt werden.

Das Produkt aus dem Außendurchmesser und der Wandstärke dient zur Bezeichnung der Flußstahlrohre bei der Bestellung; z. B. kennzeichnet: nahtloses Rohr 121.4 ein nahtloses Flußstahlrohr von 121 mm Außendurchmesser und 4 mm Wanddicke. Seine Lichtweite ist 113, seine Nennweite dagegen nach Zusammenstellung 84a 110 mm.

Rohre für Heißdampfleitungen sollen nach ihrer Herstellung ausgeglüht werden.

### 1. Geschweißte Rohre.

Geschweißte Röhren aus weichem Fluß- oder Schweißstahl werden entweder stumpf oder überlappt gestoßen. Die stumpfe Schweißung nach Abb. 612, bei welcher der vorher zusammengerollte, auf Weißglut gebrachte Rohrstreifen durch eine runde Düse gezogen, längs der Naht stark zusammengepreßt und dadurch geschweißt wird, ergibt infolge der schmalen Schweißstellen geringere Widerstandsfähigkeit, namentlich beim Biegen der Rohre, ist aber billiger als die überlappte nach Abb. 613. Bei dieser werden die vorher durch Walzen oder Hobeln zugeschärfen, dann zusammengerollten und schweißwarm gemachten Blechstreifen in einem Walzwerk über einem Dorn zusammengepreßt und geschweißt (patentgeschweißte Rohre).

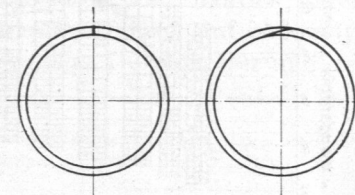


Abb. 612 und 613. Stumpf und überlappt geschweißte Rohre.

Bei der hauptsächlich auf größere Wandstärken und Rohrdurchmesser (von 267 mm Außendurchmesser an) angewandten Wassergasschweißung wird jeweils eine kurze Strecke der Stoßstelle durch Wassergasbrenner erhitzt und dann durch Hämmern über einem Amboß verschweißt (wassergasgeschweißte Rohre).

Autogen geschweißte Rohre werden durch Schmelzschweißung, d. i. durch Einschmelzen flüssigen Stahls in die Fuge hergestellt.

Die stumpf geschweißten „Gasrohre“ finden zu Gas- und Wasserleitungen, in Heizungs- und Lüftungsanlagen ausgedehnte Verwendung und werden in den normalen Abmessungen, Zusammenstellung 86, geliefert. Ihre Normung ist noch nicht abgeschlossen. Als Bezeichnung dient die Angabe des lichten Durchmessers in englischen Zollen.

Zusammenstellung 86. Stumpfgeschweißte Gasrohre.

Innerer Durchmesser	(1/8)	1/4	3/8	1/2	(5/8)	3/4	(7/8)	1	1 1/4	1 1/2	(1 3/4)	2	(2 1/4)	2 1/2	(2 3/4)	3	3 1/2	4	engl. Zoll
Äußerer Durchm.	3	6	10	13	16	20	22	25	32	38	44	51	57	63	70	76	89	102	mm abger.
Gewicht . . . . .	0,4	0,57	0,87	1,15	1,50	1,72	2,25	2,44	3,4	4,2	4,6	5,8	6,8	7,7	8,9	10	11,5	13,5	kg/m

Die eingeklammerten Durchmesser sind ungebräuchlich.

Für Dampf von höherer Spannung dürfen stumpf geschweißte Rohre nicht verwandt werden.

Rohre bis zu 2 Zoll Durchmesser sind auch mit 1/4" Wandstärke in folgenden Maßen zu haben.

Zusammenstellung 87. Rohre für hohen Druck für Manometer, Wasserdruckpressen usw.

Innerer Durchmesser . . . . .	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	in engl. Zoll	
	6	10	13	16	20	25	32	38	44	51	mm	
Gewicht bei 1/4" engl. Wandstärke	2,05	2,5	2,9	3,4	3,9	4,9	6,0	7,0	7,8	9,5	kg/m abger.	

Überlappt oder patentgeschweißte Rohre, auch als Kessel- und Siederohre bezeichnet, werden von 38 bis 305, von manchen Firmen bis zu 420 mm Außendurchmesser mit verschiedenen Wandstärken, z. B. von Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr,

nach Abb. 614 geliefert. In ihr sind die äußeren, festliegenden Rohrdurchmesser als Abszissen, die Wandstärken als Ordinaten aufgetragen. Die mit den Durchmesserzahlen versehenen senkrechten Linien geben durch ihre Endpunkte die größte und kleinste Wandstärke an. Ein Rohr von 70 mm Außendurchmesser wird z. B. von 3 bis zu 13 mm Stärke geliefert, die zwischen 3 und 6 mm in Stufen von je  $\frac{1}{4}$ , von da ab um je  $\frac{1}{2}$  mm steigt. Die normale Stärke ist durch den untern Linienzug gekennzeichnet.

Die für die Nenndrucke 1 bis 50 auf Grund der Formel (154e) berechneten Wandstärken sind in DIN 2452 für weichen Flußstahl von 3400 bis 4100 kg/cm<sup>2</sup> von 70 bis 420 mm Nenndurchmesser festgelegt. Entsprechend gelten die DIN 2453 für wasser-

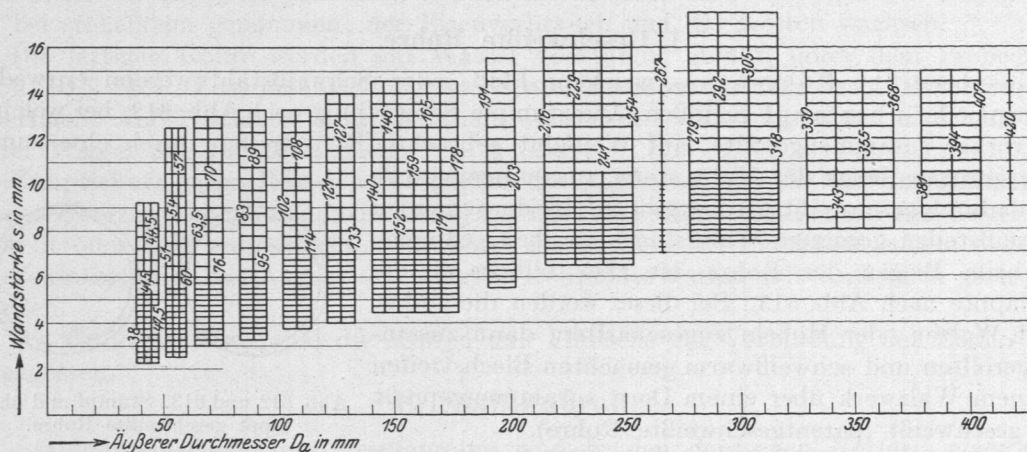


Abb. 614. Wandstärken von Stahlrohren.

geschweißte Rohre von mindestens 3400 kg/cm<sup>2</sup> und 267 bis 2020 mm Außendurchmesser, DIN 2454 für autogen geschweißte Rohre von mindestens 3400 kg/cm<sup>2</sup> und 57 bis 2020 mm Außendurchmesser, letztere jedoch nur für die Nenndrucke 1 bis 6. Vgl. Zusammenstellung 84b.

## 2. Gelötete und genietete Rohre.

Schmiedeeiserne Rohre großen Durchmessers, aber geringer Wandstärke für niedrigen Druck (Auspuffrohre, Gas- und Windleitungen an Hochöfen, Kuppelöfen usw.) werden heutzutage an den Längsnähten meist autogen oder elektrisch geschweißt, manchmal auch genietet und verstemmt oder mittels besonderer Einlagen gedichtet.

In der Längsnaht hart oder mit Kupfer gelötete Rohre finden zu Dampfheizungen Verwendung.

Genietete Flußstahlrohre von 620 bis 2020 mm Außendurchmesser für die Nenndrucke 1 bis 6 enthalten die DIN 2455 und 2516. Vgl. Zusammenstellung 84b.

## 3. Nahtlose Rohre.

Nahtlose Rohre können auch aus Stahl größerer Festigkeit hergestellt werden, sind in bezug auf Gleichmäßigkeit und Widerstandsfähigkeit allen anderen überlegen und besonders für hohe Drucke geeignet. Das Mannesmannverfahren benutzt mehrere schräggestellte Walzen, zwischen welchen das Rohr aus einem vollen Stück herausgewalzt wird; nach dem Ehrhardtschen Verfahren der Firma Rheinmetall, Düsseldorf, wird zunächst ein dickwandiges Rohrstück aus einem vollen Block durch Einpressen eines Dornes hergestellt. Die endgültige Wandstärke, für welche die Zahlen der Abb. 614 mit nur geringen Abweichungen gelten, wird dann durch weiteres Auswalzen oder Ziehen erreicht. Beide Firmen liefern die Rohre von 38 bis 318 bzw. 305 mm Außendurchmesser.

Die für die Nenndrucke 1 bis 50 normalen nahtlosen Rohre aus Flußstahl von 3400 bis 4500 bzw. 4500 bis 5500 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit sind in den DIN 2450 und 2451 zusammengestellt.

#### 4. Schutz und Verarbeitung von Stahlrohren.

Zum Schutz gegen Rosten streicht man Stahlrohre mit Mennige und Ölfarbe, versieht sie heiß mit einem Asphalt- oder Teerüberzug oder umgibt sie für den Fall, daß sie in feuchtem Erdreich liegen, in welchem sie dem Rosten besonders stark unterworfen sind, mit Band- oder Schnurumwickelungen aus geteeter Jute. Wasserleitungsrohre werden oft verzinkt; dadurch, daß das Zink eine Legierung mit dem Eisen eingeht, die sehr fest haftet, sind sie gegen Rosten gut geschützt.

Stahlrohre mäßiger Lichtweite lassen sich warm leicht biegen; doch soll der mittlere Krümmungshalbmesser mindestens gleich dem Vierfachen des lichten Durchmessers sein. Damit sie sich beim Biegen nicht flach drücken, füllt man sie vorher mit Sand oder benutzt besondere Rohrbiegemaschinen.

#### D. Kupfer- und Messingrohre.

Kupfer- und Messingrohre werden entweder hart gelötet oder nahtlos durch Walzen und Ziehen, Kupferrohre außerdem nach dem Elmoreverfahren auf elektrolytischem Wege hergestellt. Die Grenzen, in denen diese Rohre dem Durchmesser und der

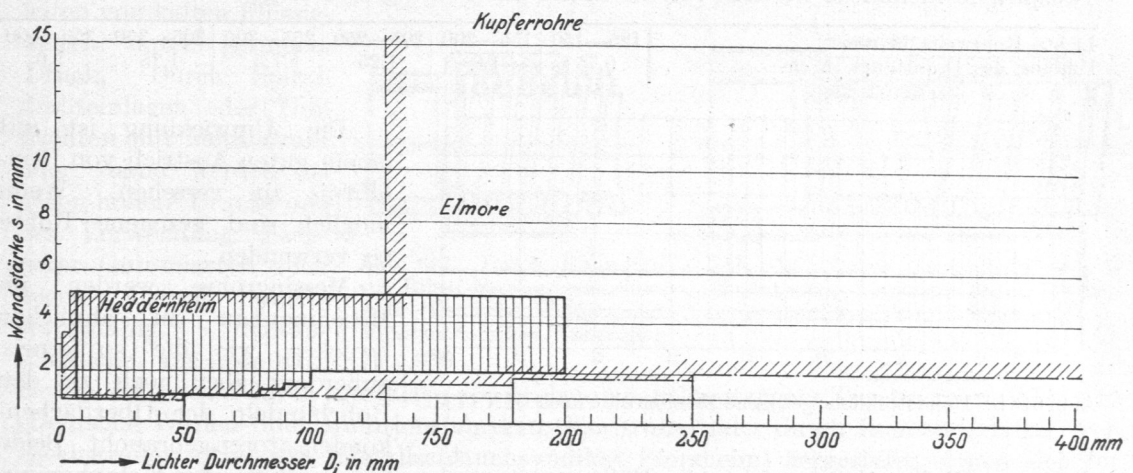


Abb. 615. Abmessungen gezogener Kupferrohre; — Hedderheimer Kupferwerke, — — Elmore's Metall A. G.

Wandstärke nach geliefert werden, zeigen die Abb. 615 und 616. Die Elmore's Metall A.-G. in Schludern a. d. Sieg stellt nahtlose Kupferrohre in dem durch schräge Strichelung umgrenzten Gebiete und bis zu 2500 mm Durchmesser bei 4 und mehr Millimetern Wandstärke, solche bis zu 4000 mm Durchmesser nach besonderer Vereinbarung her. Das dort verwandte Verfahren dient auch zum Verkupfern von Eisenrohren, Walzen, Preßzylindern und Pumpenkolben. Die handelsüblichen nahtlos gezogenen Kupferrohre bis 100 mm Außendurchmesser sind in DIN 1754, die Messingrohre bis 80 mm Außendurchmesser in DIN 1755 zusammengestellt worden. In Abb. 616a und 616b sind diese gängigen Größen durch Punkte gekennzeichnet. Kupferrohre finden außer in chemischen Fabriken und Brauereien wegen ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit als Kühl- und Heizrohre, wegen ihrer großen Elastizität als Federrohre und nachgiebige Zwischenstücke und in den kleineren Lichtweiten zu allen scharf zu biegenden Leitungen an Maschinen

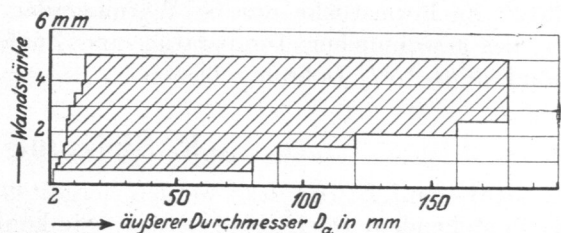


Abb. 616. Abmessungen gezogener Messingrohre (Heckmann, Düsseldorf).

Anwendung. Bei höheren Wärmegraden nimmt die Festigkeit des Kupfers und die der Löt­nähte rasch ab; zu Dampfleitungen dürfen deshalb gelötete Rohre bei hohem Druck und Überhitzung nicht verwendet werden. Selbst nahtlose Kupferrohre sind dafür

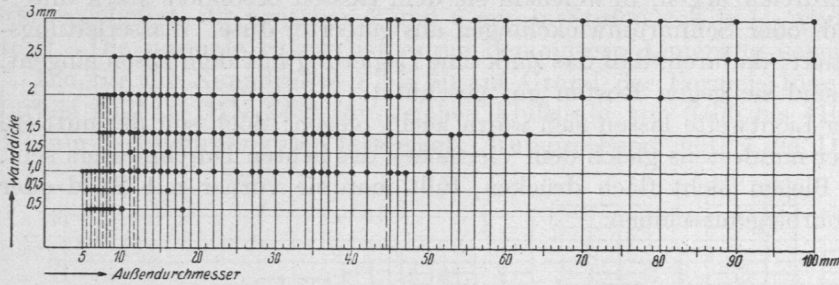


Abb. 616a. Handelsübliche nahtlos gezogene Kupferrohre nach DIN 1754.

nicht zu empfehlen; sie haben mehrfach zu Unglücksfällen geführt und sind zudem teurer als schmiedeiserne.

Nach den Vorschriften der Marine sind kupferne Rohre von 125 mm lichte­m Durchmesser und darüber für Dampf

von mehr als 8 at mit verzinktem Stahldrahttau so zu umwickeln, daß die Tauspiralen sich berühren, und daß beim Bruche des Taus in einer Spirale die anderen anliegenden Tauspiralen nicht lose werden; für die Dicke des Taus gelten folgende Maße:

Lichte Rohrweite in mm . . . . .	125—150	155—200	205—250	255—300	305—350	355—400
Umfang des Drahttaues in cm . . . . .	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

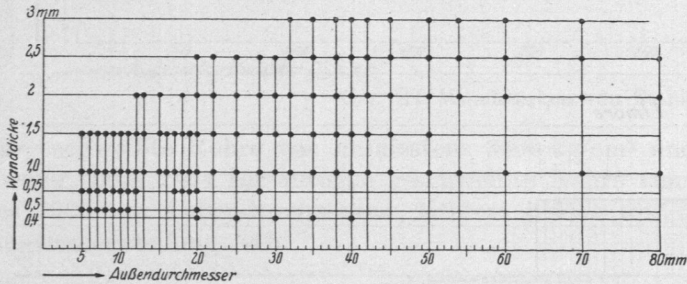


Abb. 616b. Handelsübliche gezogene Messingrohre nach DIN 1755.

Die Umwicklung ist mit einem guten Anstrich von Lein­ölfirnis zu versehen. Wenn möglich sind gezogene Rohre zu verwenden.

Messingrohre werden im Maschinenbau zu ähnlichen Zwecken wie die kupfernen, außerdem aber noch zu den Rohrbündeln der Oberflächen­kondensatoren gebraucht. Beide

Arten von Rohren lassen sich unter Füllung mit geschmolzenem Pech oder Kolophonium leicht kalt biegen. Bei kleinerem Durchmesser kann der Krümmungshalbmesser zu 3 bis herab zu  $2 d_i$ , bei größerem Durchmesser zu 4 bis  $5 d_i$  gewählt werden.

### E. Bronzerohre.

Bronze ist nach den „Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung 1912“ für Formstücke nur bei Wärmegraden bis zu  $220^{\circ}\text{C}$  zulässig, vorausgesetzt, daß sie bei gewöhnlicher Temperatur eine Zugfestigkeit von wenigstens  $2000\text{ kg/cm}^2$  bei mindestens  $15\%$  Dehnung besitzt.

### F. Blei- und Zinnrohre.

Blei- und Zinnrohre werden hergestellt, indem das Metall durch eine Düse mit darin stehendem Dorn gepreßt wird. Sie können auf diese Weise in sehr großen Längen angefertigt werden, so daß sie wenig Verbindungsstellen benötigen und finden wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Säuren in chemischen Fabriken, wegen ihrer leichten Biegsamkeit zu Wasserleitungen viel Verwendung. Kohlensäurehaltiges Trinkwasser kann durch Auflösen des Bleis giftig werden. Gegen diese Wirkung werden Blei­rohre innen verzinkt oder durch Behandlung mit Schwefelnatrium mit einem Schwefel­bleiüberzug versehen. Man unterscheidet Weich- und Hartblei­rohre. Die letzteren be-



stehen aus einer Legierung mit 1 bis 3% Antimon, besitzen bedeutend größere Festigkeit und Elastizität, so daß sie den doppelten Druck aushalten und zu Dampf- und Wasserleitungen benutzt werden können.

Bleirohre werden in dem Preisverzeichnis des Handelsbureaus der Sächsischen Hüttenwerke zu Freiberg in Sachsen von 3 mm lichtem Durchmesser an mit 1, 1,5 und 2 mm Wandstärke bis zu 300 mm Durchmesser mit 5 und 10 mm Wanddicke aufgeführt. Die zulässigen Drucke sind bei 30° Temperatur für Weichblei mit 25 kg/cm<sup>2</sup>, für Hartblei mit 50 kg/cm<sup>2</sup> Spannung in der Wandung berechnet. Bei höheren Wärmegraden müssen wesentlich geringere Beanspruchungen gewählt werden.

Zinnrohre sind von 4 mm lichtem Durchmesser und 2 mm Wandstärke an bis zu 50 mm Durchmesser bei 2 bis 3 mm Wanddicke zu haben. Als zulässige Spannung in der Wandung werden 60 kg/cm<sup>2</sup> angegeben. Näheres enthalten die Listen der oben angeführten und anderer Firmen.

### G. Biegsame Rohre, Schläuche.

Biegsame Rohre und Schläuche werden aus Metall, Hanf oder Gummi hergestellt. Einfache Hanfschläuche, roh oder gummiert und Gummischläuche dienen zum Fort-

leiten von kalten Flüssigkeiten unter geringem Druck. Durch Spiraldrahteinlagen oder Umflechten mit Metalldraht oder -band werden sie gegen höhere Drucke und bei Verwendung geeigneter Gummiarten auch gegen Dampf widerstandsfähig. Metallschläuche aus Tombak,

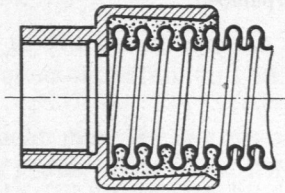


Abb. 617. Durch Einwalzen von Rillen biegsam gemachtes Rohr (Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe).

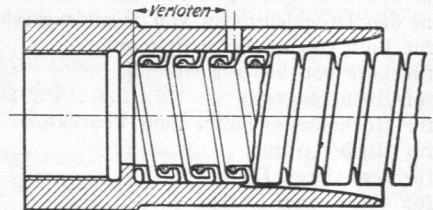


Abb. 618. Durch Ineinanderfalzen von Blechstreifen biegsames Rohr (Metallschlauchsyndikat, Pforzheim).

Bronze oder Stahl durch Einwalzen von Rillen in nahtlos gezogene Tombakrohre, Abb. 617 (Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe) oder durch Ineinanderfalzen von Blechstreifen, Abb. 618 (Metallschlauchsyndikat Pforzheim) hergestellt, eignen sich für hohe Drucke und Temperaturen und für Flüssigkeiten, welche Gummi angreifen würden.

## III. Berechnung der Rohre.

Die Berechnung der Rohrleitungen erstreckt sich:

A. auf die Bestimmung des Querschnitts auf Grund der hindurch zu leitenden Dampf-, Gas- oder Flüssigkeitsmenge,

B. auf genügende Festigkeit gegenüber dem inneren oder äußeren Druck oder den sonstigen Kräften, denen die Rohre ausgesetzt sind.

### A. Ermittlung des Rohrquerschnitts.

Bei einer Fördermenge  $Q$  in m<sup>3</sup>/sek und einer mittleren Geschwindigkeit  $v_m$  in m/sek folgt der nötige Querschnitt  $f$  in m<sup>2</sup> oder der lichte Durchmesser  $d$  in m aus:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{Q}{v_m} \text{ m}^2. \quad (150)$$

Die mittlere Geschwindigkeit wählt man in erster Linie nach dem Einheitsgewicht des durchzuleitenden Stoffes und zwar um so geringer, je größer dieses ist; man muß aber auch auf die Betriebsverhältnisse Rücksicht nehmen, indem bei gleichmäßigem Fluß und