

Vorhanden ist ein Querschnitt

$$(75 - 52) \cdot 28 = 645 \text{ qmm.}$$

Die Größe der schraffierten Fläche ist

$$\frac{3,4 \cdot 13}{2} - \frac{\pi \cdot 5,2^2}{4} = 26,86 \text{ qcm,}$$

demnach ist

$$\sigma = \frac{14 \cdot 26,86}{\pi \cdot 5,2} = 23 \text{ kg.}$$

Für die flußeiserne Wand beträgt der Stegquerschnitt 472 qmm, während $1,5 \cdot 180 = 270$ qmm erforderlich sind; und es ist

$$\sigma = 17 \text{ kg.}$$

6. Gewölbte Böden.

A. Gewölbte Böden mit innerem Druck.

a) Volle Böden.

Die Blechstärke wird berechnet wie diejenige einer Kugel, welche denselben Wölbungshalbmesser wie der Boden hat.

1. Bezeichnet

s die Blechdicke in mm,

p den größten Betriebsüberdruck in at,

R den inneren Halbmesser in der Mitte der Wölbung in mm,

k die zulässige Belastung in kg/qmm,

so ist
$$s = \frac{p \cdot R}{200 \cdot k} \quad \text{oder} \quad p = \frac{200 \cdot s \cdot k}{R} \quad (109)$$

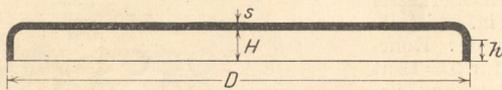


Fig. 414.

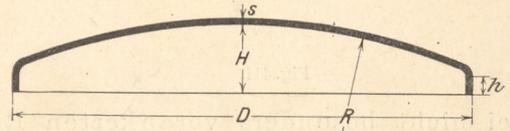


Fig. 415.

Zahlentafel Nr. 84.

Abmessungen und Gewichte flacher und gewölbter Böden mit umgezogenen Rändern, mit Maschinen hergestellt, nach Schulz-Knaudtschen Normalien.

Äußerer Durchmesser D mm	Höhe des zylindrischen Teiles der Kreppe bei 9 mm und stärker h mm	Wandstärke s mm	Flache Böden			Gewölbte Böden			
			Ganze innere Höhe bei 9 mm und stärker H mm	Gewicht der Böden in kg bei der Wandstärke s		Wölbungshalbmesser R mm	Ganze innere Höhe bei 9 mm und stärker H mm	Gewicht der Böden in kg bei der Wandstärke s	
				10 mm	20 mm			10 mm	20 mm
400	65	6,5—13	90	21	—	550	120	20	—
500	65	6,5—16	95	29	—	650	135	30	—
600	65	6,5—20	105	39	78	750	160	40	81
700	65	6,5—25	105	49	99	850	175	51	102
800	70	6,5—25	110	62	124	950	185	65	130
900	70	6,5—25	110	75	150	1100	205	82	164
1000	70	6,5—25	110	90	180	1300	200	94	187
1100	70	6,5—25	115	106	213	1400	215	111	222
1200	75	6,5—25	115	123	246	1500	230	130	257
1300	75	6,5—25	115	142	284	1600	230	150	298
1400	75	6,5—25	120	160	320	1700	235	170	340
1500	80	6,5—25	125	185	370	1800	270	193	385
1600	80	6,5—25	125	208	415	2000	270	215	430
1700	80	10—25	125	230	460	2200	275	240	480
1800	80	10—25	130	256	512	2400	275	267	532
1900	85	10—26	130	284	567	2600	290	295	595
2000	90	13—26	130	—	625	2800	300	—	650
2100	90	13—26	130	—	683	3300	300	—	710
2200	90	13—26	130	—	743	3300	300	—	770
2300	90	13—26	130	—	805	3300	315	—	835
2400	90	13—26	130	—	870	3300	330	—	905
2500	90	13—26	130	—	940	3300	350	—	975
2600	90	16—26	130	—	1010	3300	370	—	1050
2700	90	16—26	130	—	1080	3500	380	—	1120
2800	90	16—26	130	—	1155	3500	400	—	1215
2900	90	16—26	130	—	1235	3500	420	—	1300
3000	90	16—26	130	—	1310	3500	445	—	1390

Bei 5, 6, 7 und 8 mm ist die Kreppe h 25 mm niedriger, somit auch die Tiefe H 25 mm geringer. Abweichungen der Durchmesser bis zu 5/100 und in der Höhe H bis zu 20 mm sind gestattet. Die angegebenen Gewichte sind nur annähernd richtig. Die nicht angegebenen Gewichte für die übrigen Wandstärken können durch Interpolieren leicht annähernd ermittelt werden.

2. Unter der Voraussetzung, daß der Krepungshalbmesser ausreichend groß gewählt wird, damit ein allmählicher Übergang von dem zylindrischen Teile am Umfange des Bodens in den gewölbten mittleren Teil stattfindet, darf k gewählt werden

bis zu 5 kg/qmm für Schweißisen,

„ „ 6,5 „ „ Flußeisen,

„ „ 4 „ „ Kupfer,

sofern die Dampftemperatur 200° C nicht überschreitet.

Zahlentafel Nr. 83.

Wandstärken gewölbter voller Böden, berechnet nach Gl. (109).

Äußerer Durchmesser D mm	Halbmesser der inneren Wölbung R mm	Bodenwandstärken s bei p at Überdruck									
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1100	1400	10	11	11	12	12	13	14	16	17	
1200	1500	11	11	12	12	13	14	15	17	18	
1300	1600	11	12	12	13	14	15	16	18	19	
1400	1700	12	12	13	13	15	16	17	19	20	
1500	1800	12	13	13	14	16	17	18	20	21	
1600	2000	13	13	14	16	17	19	20	22	23	
1700	2200	13	14	16	17	19	21	22	24	26	
1800	2400	14	15	17	19	21	22	24	26	28	
1900	2500	15	16	18	20	22	24	25	27	29	
2000	3000	16	19	21	23	26	28	30	33	35	
2100	3000	16	19	21	23	26	28	30	33	35	
2200	3000	17	19	21	23	26	28	30	33	35	
2300	3000	17	19	21	23	26	28	30	33	35	
2400	3000	18	19	21	23	26	28	30	33	35	
2500	3000	18	19	21	23	26	28	30	33	35	

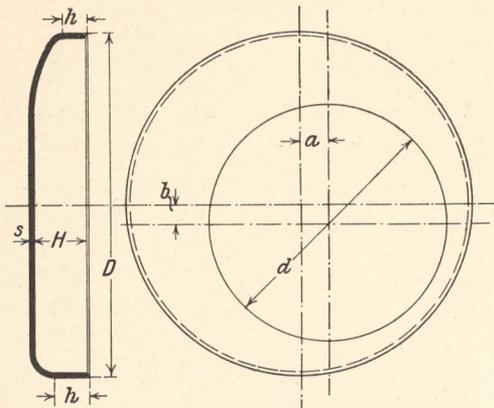


Fig. 416.

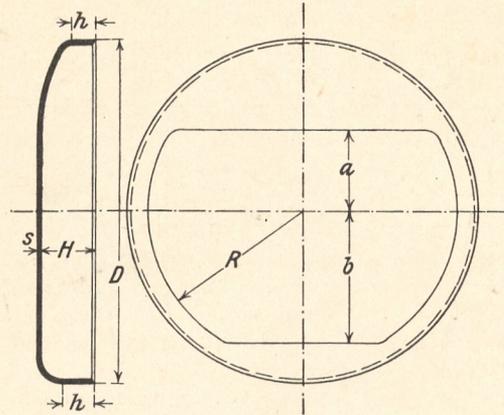


Fig. 417.

Zahlentafel Nr. 85 zu Fig. 416 und 417.

Spezialböden für Rauchrohrkessel mit gedrehten Kanten nach Schulz-Knaudtschen Normalien.

D	H	h	s	a	b	d	Gewicht ∞ kg
1600	275	125	19	125	125	1100	410
1800	280	125	19	145	100	1260	570
2000	280	125	23	150	100	1400	820
2200	325	125	23	180	140	1560	1000

D	H	h	a	b	R	Annäherndes Gewicht in kg bei s =	
						25 mm	30 mm
2000	310	135	450	825	875	975	1160
2100	350	135	475	825	925	1050	1260
2200	355	140	500	850	975	1125	1350
2300	360	145	525	850	1025	1200	1450
2400	360	145	550	900	1075	1275	1525

Spezialböden für Rauchrohrkessel nach dem Katalog der Rheinischen Stahlwerke, Fig. 418.

Die ebene Fläche dient zur Aufnahme der beiden Rauchröhrenbündel, die zwischen denselben eingepreßte Mulde zur Verstärkung.

Die Böden werden mit 2100, 2200, 2300 und 2400 mm Durchmesser und 25 mm Wandstärke hergestellt.

b) Böden mit Aushalungen oder Einhalungen.

Unter der Voraussetzung ausreichend großer Krennungshalbmesser der Böden (s. 6 Aa Ziffer 2) und ausreichend großen Abstandes der Flammrohre von den Krennen sowie unter der Voraussetzung der Verwendung in Richtung ihrer Achse elastischer Flammrohre, so daß die Böden durch die Flammrohre keine erheblichen Zusatzspannungen erfahren, kann die Blechdicke der Böden bis auf weiteres nach der Gl. (34) gerechnet und dabei k bis 7,5 kg/qmm gewählt werden.

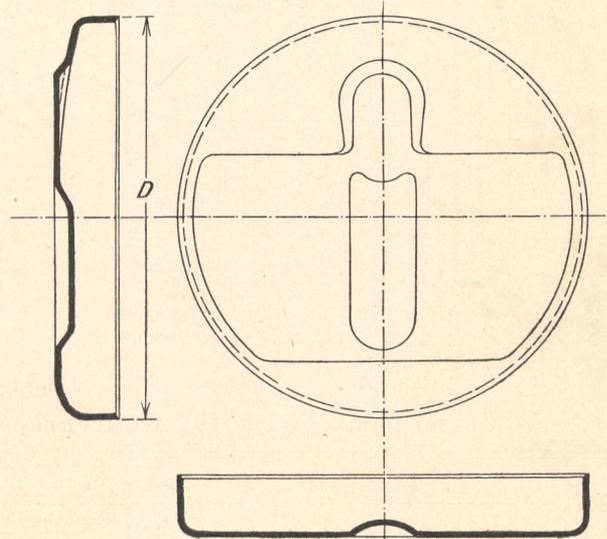


Fig. 418.

Zahlentafel Nr. 86

über gewölbte Stirnböden für Einflammrohrkessel mit einfacher Rundnaht.

$s = \frac{p R}{200 \cdot k}^1$	D mm	R mm	Wandstärke s für die Ausführung bei p at Überdruck								
			7	8	9	10	11	12	13	14	15
$k = 7,5 \text{ kg/qcm}$	1100	1400	10	11	11	12	12	13	14	14	15
	1200	1500	11	11	12	12	13	13	14	15	16
	1300	1600	11	12	12	13	13	14	15	16	17
	1400	1700	12	12	13	13	14	15	16	17	18
	1500	1800	12	13	13	14	15	16	17	18	19
	1600	2000	13	14	15	16	16	17	18	20	21
	1700	2200	13	14	15	16	17	18	20	21	22
	1800	2400	14	15	16	17	18	20	21	23	24

¹⁾ Diese Formel ergibt für geringe Drücke Wandstärken, die für die Ausführung erhöht werden müssen

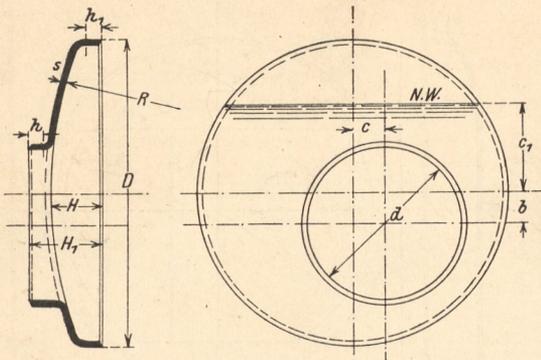


Fig. 419. Vorderboden.

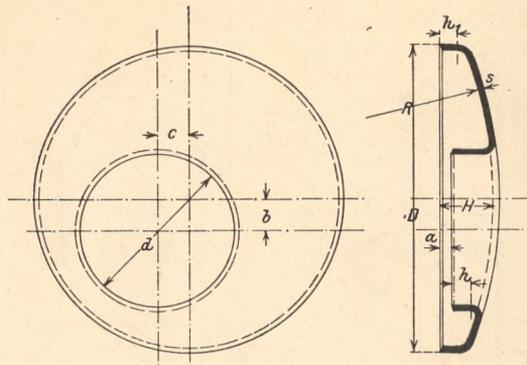


Fig. 420. Hinterboden.

Abmessungen und Gewichte nach Schulz-Knaudtschen Normalien¹⁾ (mit Ausnahme der Böden von 1100 und 1200 mm Durchmesser).

D mm	Abmessungen ²⁾										Annäherndes Gewicht in kg bei Blechstärken s =	
	b	c	d	h	c ₁	R	H	H ₁	h ₁	a	15 mm	20 mm
1100	110	100	575	70	295	1400						
1200	120	115	625	70	320	1500						
1300	130	120	675	70	360	1600	230	340	75	45	200	275
1400	140	130	725	70	390	1700	235	340	75	45	235	310
1500	150	140	750	70	425	1800	270	365	80	50		350
1600	160	150	775	70	455	2000	270	390	80	65		385
1700	170	160	825	75	485	2200	275	400	80	65		430
1800	180	170	875	75	515	2400	275	400	80	70		480

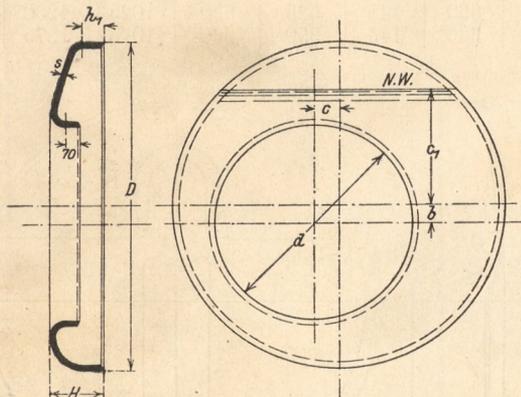


Fig. 421. Vorderboden.

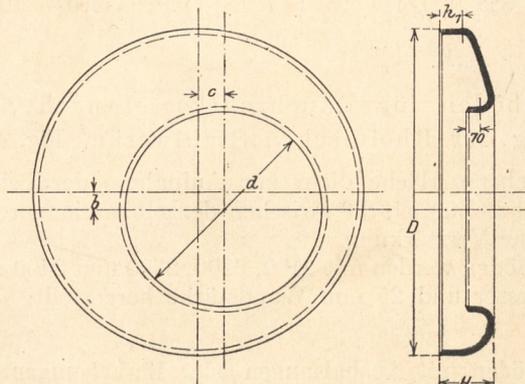


Fig. 422. Hinterboden.

Zahlentafel Nr. 87

über Spezialböden für Wellrohrkessel nach Schulz-Knaudtschen Normalien.

D mm	Abmessungen												Annäherndes Gewicht in kg bei Blechstärken s						
	s	b	c	d	c ₁	R	Einfache Rundnaht			Doppelte Rundnaht			Einfache Rundnaht			Doppelte Rundnaht			
							H	h ₁	a	H	h ₁	a	18	19	23	18	19	23	
1400	18	105	105	815	415	1500	230	80	100	275	125	145	260				290		
1600	19	125	125	985	480	1800	250	80	125	295	125	170		330				360	
1800	19	100	145	1140	580	2400	255	80	125	300	125	170		410				445	
2000	23	100	150	1280	650	2800	255	80	125	300	125	170			550				600
2200	23	140	180	1430	685	2800	300	80	160	345	125	205			680				730
2300	23	140	180	1430	700	2800	320	80	160	365	125	205			770				830

Diese Böden werden nur in den angegebenen Abmessungen und auch die Vorderböden nur eingehalst geliefert, die Stemm-
kanten für Rohr- und Mantelflansch werden gedreht wie bei den übrigen Böden. Jede Bodensorte wird nur in der aus der
Gewichtstabelle ersichtlichen Wandstärke ausgeführt, dieselbe genügt für einen Betriebsdruck bis zu 12 at Überdruck. Die
eingeschriebenen Wölbungshalbmesser sind bei diesen Böden nur annähernd richtig, da sich dieselben bei jedem Schnitt ändern.

¹⁾ Die Originaltabelle enthält keine Wandstärken unter 15 mm.

²⁾ Bei doppelter Rundnaht sind die Maße H, H₁, h₁ und a um so viel größer, als die doppelte Überlappung breiter
ist als h₁.

Die Vorderböden können auch mit Einhalzung vom Walzwerk bezogen werden; die Stemm-
kanten sind bearbeitet.

Unter Beibehaltung des äußeren Bodendurchmessers D können die Lochdurchmesser d und die Mittelpunktentfernungen b
und c beliebig gewählt werden; jedoch muß die lichte Weite zwischen Bord des Bodens und Bord des Rohrloches mindestens
100 mm betragen.

Abweichungen des Durchmessers bis zu 5‰ je nach Wandstärke und Bodengröße behält sich das Walzwerk vor.

Zahlentafel Nr. 89

über gewölbte Böden für Dreiflammrohrkessel mit einfacher und doppelter Rundnaht.

$s = \frac{p R}{200 \cdot k} \text{)}$ $k = 7,5 \text{ kg/qcm.}$ 1) Bemerkung wie auf Zahlentafel Nr. 86.	<i>D</i>	<i>R</i>	Wandstärken <i>s</i> bei <i>p</i> at Überdruck								
	mm	mm	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2500	3000	18	19	20	22	23	25	27	28	30
	2500	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2600	"	19	20	21	23	24	"	"	"	"
	2700	3300	20	21	22	24	25	27	29	31	33
	2800	"	20	"	"	"	"	"	"	"	"
	2900	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	3000	"	21	22	23	"	"	"	"	"	"

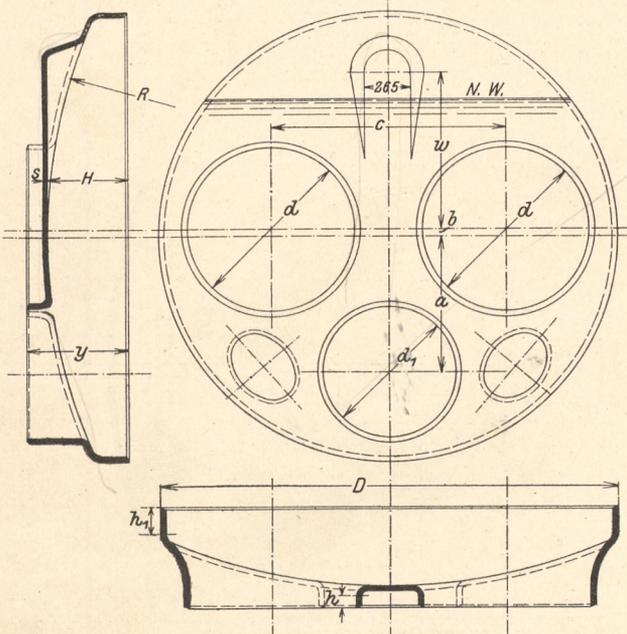


Fig. 425. Vorderboden.

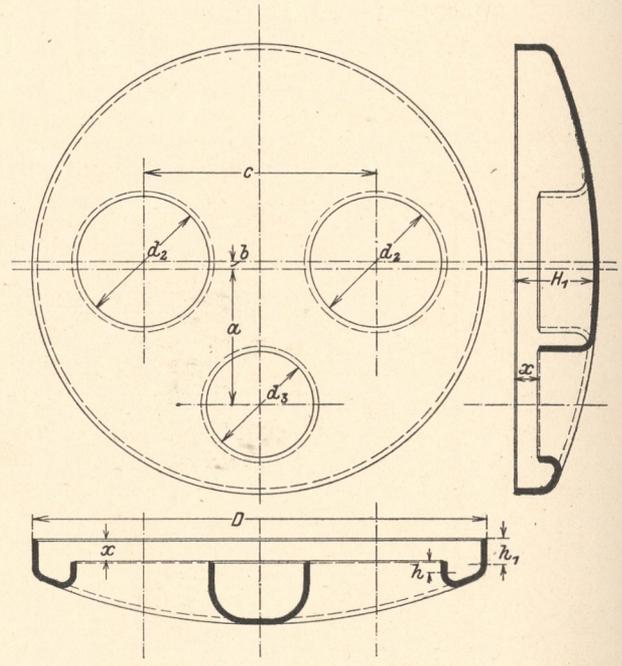


Fig. 426. Hinterboden.

Für den in der obersten Reihe stehenden Boden von 2500 mm Durchmesser sind die Abmessungen und Gewichte den Normalien der Rheinischen Stahlwerke in Duisburg a. Rhein entnommen; die übrigen Zahlen sind Entwurfsmaße.

<i>D</i> mm	<i>s</i>	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>H</i>	<i>H</i> ₁	<i>h</i> ₁	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>w</i>	<i>y</i>	<i>x</i>
2500	22—26	900	725	725	600	400—445	420—445	100—145	75	750	30	1280	910	95—140	550—595
"	18—30	"	"	"	"	400—445	"	"	"	"	25	1275	920	65—110	"
2600	19—30	950	775	775	650	430—475	"	"	"	770	50	1325	945	70—115	580—625
2700	19—33	1000	825	825	700	"	"	"	80	790	75	1375	970	60—105	575—620
2800	20—30	1050	875	875	750	450—495	"	"	"	810	100	1425	995	65—110	595—640
2900	20—33	1100	925	925	800	475—520	"	"	"	830	125	1475	1020	"	620—665
3000	21—33	1150	975	975	850	500—545	"	"	"	850	150	1525	1045	70—115	645—690

Mit ausgepreßter Wasserstandsfläche können nur die ausgehalsten Böden geliefert werden, dagegen ist es möglich, auch die eingehalsten Böden mit Mannlöchern 320/425 zu versehen, um sie auch als Vorderböden benutzen zu können. Die angegebenen Abmessungen sind nur annähernde.

B. Gewölbte Böden gegenüber äußerem Druck.

Gewölbte Böden mit äußerem Druck sind tunlichst zu vermeiden. Sie sind hin und wieder bei Flammrohr- und Heizrohrkesseln in Anwendung gekommen, um ein maschinelles Einrieten auch des letzten äußeren Bodenrandes zu ermöglichen. Da aber der Kesseldruck bestrebt ist, den Boden nach außen durchzudrücken, d. h. ihm seine natürliche Kugelform zu geben, sind größere Wandstärken erforderlich, um eine entsprechende Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Das Gesetz schreibt die Berechnung der Blechdicken von gewölbten Böden gegenüber äußerem Druck wie folgt vor:

1. Bezeichnet

R den äußeren Halbmesser der mittleren Wölbung in mm,

s die Stärke des Bodens in mm,

*p*₀ die Flüssigkeitspressung in at, bei welcher die Einbeulung zu erwarten steht,

so kann die durch

$$k_0 = \frac{1}{200} p_0 \frac{R}{s} \tag{110}$$

bestimmte Einbeulungsdruckspannung *k*₀ in kg/qmm aus der Gleichung

$$k_0 = A - B \sqrt{\frac{R}{s}} \tag{111}$$

ermittelt werden, worin

für kugelförmige, stark gehämmerte Kupferböden, welche aus dem Ganzen bestehen,

$$A = 25,5, \quad B = 1,2,$$

für geglühte Flußeisenböden, welche aus dem Ganzen bestehen,

$$A = 26, \quad B = 1,15,$$

für Flußeisenböden, welche aus einzelnen Segmenten mit Überlappungsnielung hergestellt sind,

$$A = 24,5, \quad B = 1,15$$

zu setzen ist.

2. Als zulässige Materialanstrengungen können gemäß der Gleichung

$$k = \frac{1}{200} p \frac{R}{s},$$

worin p den größten Betriebsdruck in at bezeichnet, R und s die oben bezeichnete Bedeutung haben, für k nachstehende Werte als zulässig erachtet werden:

gegenüber Druck

für gehämmertes Kupfer bis 4 kg/qmm, sofern die Temperatur 200° C nicht überschreitet,

für geglühtes Flußeisen bis 6,5 kg/qmm,

gegenüber Einbeulung

bis 0,4 k_0 für beide Materialien

unter Bestimmung von k_0 aus Gl. (111).

3. In bezug auf die Form der Böden gilt die Voraussetzung, daß der Krempungshalbmesser eine solche Größe besitzt, wie erforderlich ist, damit der Übergang von dem zylindrischen Teile am Umfange des Bodens in den gewölbten mittleren Teil ausreichend allmählich stattfindet.

Während also bei einem Zweiflammrohr-Wellrohrkessel von 12 at und 2200 mm Durchmesser, entsprechend 3000 mm Wölbungsradius, die Wandstärke des Bodens bei innerem Druck nur 24 mm beträgt, ergibt die Rechnung gegenüber äußerem Druck 31 mm.

C. Verbindung der Flammrohre mit den Böden.

Die gebräuchlichsten Verbindungen der Flammrohre mit den Kopfplatten oder Böden sind in Fig. 427 bis 433 dargestellt. Nachdem die Walzwerke die Aus- bzw. Einhalungen der Flammrohrlöcher maschinell herstellen, werden die in Fig. 427 und 428 gezeichneten Verbindungen mittels Winkelringe und die Befestigungsart nach Fig. 429 mittels Flanschung kaum mehr verwendet. Die Verbindung nach Fig. 427 wird bei neuen Kesseln nur noch dort angewendet, wo aus irgendeinem Grunde gerade

Kopfplatten und glatte Feuerröhren gewählt werden und wo man Wert darauf legt, im Bedarfsfalle das Flammrohr leicht ganz oder teilweise nach vorne herausziehen zu können, ohne die Kopfplatte abnieten zu müssen. Erfolgt die Verbindung nach Fig. 430 bis 433, so müssen die Flammrohre vorne aufgeweitet sein, um ein Herausziehen des Rohres durch den Vorderboden zu ermöglichen. Bei Zweiflammrohrkesseln ist dieses nur möglich, wenn die Flammrohre nicht normale, sondern kleinere Durchmesser erhalten, während Einflammrohrkessel mit Böden nach Fig. 421 und 422 stets mit ausziehbaren Wellrohren ausgeführt werden. In allen Fällen müssen dabei die Flammrohr-Rundnähte so klein im Durchmesser gehalten werden, daß der Durchmesser über die Nietköpfe gemessen noch etwas geringer ist als die innere Halsung des Bodens. Das hat aber den Nachteil, daß bei überlappt genieteter Naht in der Regel die Nietköpfe dem Feuer ausgesetzt werden, weshalb bei normalen Zweiflammrohrkesseln meist auf die Möglichkeit des Herausnehmens der Feuerröhren verzichtet wird.

Während die Flammrohröffnungen an den Hinterböden stets eingehalst werden, sind an den Vorderböden — abgesehen von Kesseln mit Vorfeuerung — die Aushalungen bevorzugt, da sie ein bequemeres Anbringen der Feuergeschranke gestatten. Andererseits hat die Aushalung den Nachteil, daß sich im Betriebe der keilförmige Raum zwischen Flammrohr und Boden gern mit Kesselstein ausfüllt, von wo derselbe nicht so leicht zu entfernen ist. Es muß daher gerade bei der Aushalung besonders Gewicht darauf gelegt werden, daß der Rost nicht zu nahe nach vorne gelegt wird, und daß ein kräftiger Schutzbogen aus feuerfesten Steinen oder besser aus Gußeisen die Flamme von der vorderen Flammrohr-Rundnaht fernhält, da sie sonst an dieser Stelle infolge der Materialansammlung, und durch den Kesselsteinansatz begünstigt, ausgeglüht und undicht würde. Derartige Undichtheiten an den vorderen Rundnähten von glatten Flammrohren, d. h. solchen ohne Längselastizität, werden ferner verursacht durch zu große Steifigkeit der Böden. Bei den früher ausschließlich verwendeten flachen Kopfplatten und Böden (Fig. 20) verblieb, um die Nachgiebigkeit derselben zu sichern, zwischen den Nietreihen der Flammrohre und denjenigen der Eck- oder Queranker ein Zwischenraum von mindestens 180 bis 200 mm. (Siehe Berechnung der Blechdicken derartiger Platten und Fig. 408 und 409).

Die gewölbten Böden besitzen weniger Nachgiebigkeit als die geraden Platten, so daß bei glatten unelastischen Feuerröhren und angestrenghem Betrieb häufig Krempenrisse an den in nebenstehender Fig. 434 mit a bezeichneten Stellen der Vorderböden beobachtet werden können. Durch Einführung der Wellrohre sind die vorbeschriebenen Übelstände behoben worden, da diese Rohre infolge ihrer großen Längselastizität die Wärmedehnungen, die im Betriebe insbesondere bei Kesseln mit Innenfeuerung zwischen Flammrohr und Kesselmantel entstehen und die sich beim Beschieken und Reinigen des Feuers von Hand durch die dabei einströmende kalte Luft fortwährend ändern, größtenteils aufgenommen werden.

