

# VII. Die Kesselsysteme.

## 1. Walzenkessel.

### A. Einfache Walzenkessel.

Der einfache Walzen- oder Siederkessel mit einem Feuerzuge (Fig. 16) wird heute nur noch selten ausgeführt. Er ergibt eine schlechte Ausnützung des

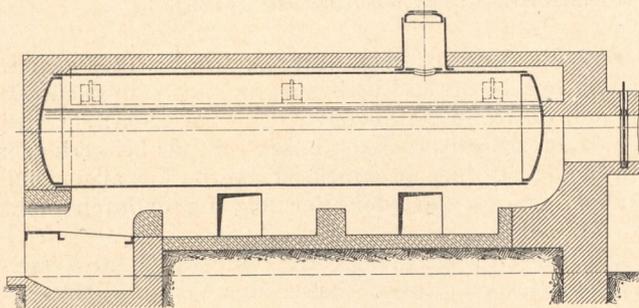


Fig. 16. Einfacher Walzenkessel.

Brennstoffes, da die Heizgase im Verhältnis zur wasserberührten Kesselheizfläche große Mauerwerksflächen bestreichen müssen, an der sie beträchtliche Abkühlungsverluste erleiden. Außerdem erfordert der einfache Walzenkessel in bezug auf Unterbringung der Heizfläche zu große Grundflächen, weshalb auch Kessel dieses Systems nur bis etwa 20 qm Heizfläche Anwendung gefunden haben.

### B. Mehrfache Walzenkessel.

Diese Nachteile des einfachen Walzenkessels sind beseitigt durch den mehrfachen Walzenkessel, den sog. Batteriekessel, der aus mehreren neben- und untereinander angeordneten Längssiedern gebildet wird. Während die oberen Sieder meist horizontal liegen, sind die unteren nach hinten geneigt angeordnet, damit die Dampfblasen nach vorne wandern und durch die senkrechten Verbindungsstutzen aufsteigen können.

Die Speisung erfolgt unmittelbar über den hinteren Verbindungsstutzen in alle Oberkessel gleichzeitig. Die früher vielfach ausgeführte Speisung in das hintere Ende der unteren Sieder zur Erzielung eines Gegenstromes hat größere Mißstände gezeitigt. Zunächst hatte die starke Abkühlung der letzteren Kesselpartien zur Folge, daß die Wasser- und Teerdämpfe der abziehenden Gase an ihnen kondensierten und dadurch äußere Abrostungen hervorgerufen wurden, die den betreffenden Teil der unteren Sieder bald zerstörten. Aber auch die Verrostung im Innern wurde durch diese Art der Speisewassereinführung wesentlich beschleunigt, weil die bei der Speisung ein-

geführte Luft mangels jeglichen Wasserumlaufes sich hier an den Wandungen festsetzen und die genannten Zerstörungen hervorrufen konnte. Der Batteriekessel erhält je einen Dampfraum in den oberen Längssiedern, die wiederum durch einen Dampfsammler miteinander in Verbindung stehen. Die Wasserräume der untereinanderliegenden Längssieder sind durch je zwei oder mehrere senkrechte Stützen miteinander verbunden, während die Wasserräume der einzelnen nebeneinanderliegenden Batterien durch die, oben die Feuerung abschließenden, querliegenden Kesselteile und außerdem durch Querstützen am hinteren Ende der letzten Sieder miteinander in Verbindung stehen.

Sofern hochwertige Steinkohle verfeuert wird, kommen bei Batteriekesseln (Fig. 17 bis 19) meist Schrägrostfeuerungen zur Anwendung, die, um eine Rückkehr der Flamme zu ermöglichen, in einem Tenbrink-Vorkessel oder unter Quer- oder Schrägsiedern angelegt werden. Beim Tenbrink-Vorkessel ist die Feuerung von wasserbespülter Kesselwandung eingeschlossen, dagegen werden bei Ausführung der Batteriekessel mit Quer- oder Schrägsiedern neben dem Roste oft noch besondere Schrägsieder angeordnet, um die Wärmeabstrahlung nach der Seite hin zu vermindern. Da das Flammrohr der Tenbrinkvorlage äußeren Druck erhält, ist diese Bauart für höhere Kesselspannung schwierig. Man greift in solchen Fällen besser zum Quer- oder Schrägsieder (Fig. 18 und 19).

Zweckmäßige Feuerungen für Batteriekessel sind ferner in Abschnitt X, Fig. 292, 293, 307 usw. gezeichnet.

Die Heizgase werden am besten, in Kammern auf und ab steigend, an den Siedern entlang nach hinten geführt. Es findet demnach, abgesehen von den Tenbrink- oder sonstigen Quervorlagen, in allen untereinanderliegenden Siedern eine ziemlich gleichmäßige Verdampfung und Erwärmung der einzelnen Kesselteile statt. Damit der Kessel der Wärmedehnung folgen kann, sind die Mauerzungen mit geringem Zwischenraum um die Sieder anzulegen und im oberen Teile dieser Querschnitte sind kleine Öffnungen frei zu lassen, damit in den Heizungen keine toten Räume entstehen, die zur Ansammlung von explosiblen Gasen Gelegenheit geben.

Zur besseren Fortleitung der Dampfblasen und damit die Heizgase nicht gegen die Stemmkanten der Rundnähte stoßen, sind die einzelnen Mantelschüsse der geneigt liegenden Längssieder konisch ineinander zu stecken, wie dieses auch aus den hier nachfolgenden Zeichnungen Fig. 17 bis 19 ersichtlich ist. Infolge des Entweichens der Dampfblasen werden die unteren Sieder in ihrem

Scheitel nicht genügend gekühlt; es müssen daher diese Stellen im ersten Feuerzuge durch Auflegen von feuerfesten Steinen gegen die schädliche Einwirkung der heißen Feuergase geschützt werden.

Die Unterstützung der Kessel sollte mit Kesselstühlen direkt auf dem Fundament erfolgen. An den oberen Siedern angenietete Tragpratzen sind zu vermeiden, da diese den Kessel an der freien Ausdehnung hindern und außerdem bei schadhafte werdender Ummauerung leicht eine ungleichmäßige Lagerung gestatten. Jeder Kessel, gleich welchen Systems, ist so zu lagern, daß seine Ummauerung behufs Vornahme von Reparaturen jederzeit und schnell entfernt werden kann, ohne Abstützung vornehmen zu müssen, die die Verschiebung des Kesselkörpers aus seiner Lage doch nicht vollständig verhindern können.

Die vorzüglichen Resultate in bezug auf Ausnutzung des Brennstoffes bei Anwendung von Schrägrosten (Zahlentafel Nr. 9), der große Wasserinhalt und die bequeme Reinigungsmöglichkeit des Kesselinnern sind große Vorzüge des Batteriekessels. Trotzdem hat sich dieses Kesselsystem nicht in dem Maße einführen können wie die nachfolgend beschriebenen Flammrohr- und Wasserrohrkessel, weil der Batteriekessel im Vergleich zu der Dampfleistung jener Systeme u. a. zu große Grundflächen beansprucht und dadurch bei großen Leistungen in der Aufstellung zu teuer wird. Sodann erfordert der Batteriekessel infolge seines großen Wasserinhaltes zum Anheizen größere Brennstoffmengen, was ihn für solche Betriebe ungeeignet macht, in denen ein häufiges Anheizen erforderlich wird.

Der Batteriekessel Fig. 17 besteht aus je zwei neben- und untereinanderliegenden Siedern. Die Verbindung der

übereinanderliegenden Längssieder erfolgt durch je zwei senkrechte Stützen von 350 bzw. 450 mm Lichtweite, während die Wasserräume der beiden Batterien nur vorn durch die Tenbrinkvorlage miteinander in Verbindung gebracht sind. Die Verbindung der Dampf Räume der beiden Oberkessel ist durch einen Dampfsammler von 800 mm Durchmesser hergestellt. Von hier wird der Dampf durch einen, sowohl aus dem Gas- wie aus dem Dampfströme ausschaltbaren Überhitzer der Verbrauchsstelle zugeleitet.

In Fig. 18 ist ein Batteriekessel mit je drei neben- und untereinanderliegenden Längssiedern gezeichnet, wobei die unteren Längssieder vorne durch Quer- und Schrägsieder mit den darüberliegenden Kesselteilen verbunden sind. Ferner sind die Wasserräume der untersten Sieder hinten nochmals durch Querstützen von 300 mm Lichtweite miteinander in Verbindung gebracht. Der Kessel hat eine gesamte wasserberührte Heizfläche von 200 qm und ist mit einem Dampfsammler und ausschaltbarem Überhitzer, ähnlich wie der vorbeschriebene Kessel Fig. 17, ausgerüstet.

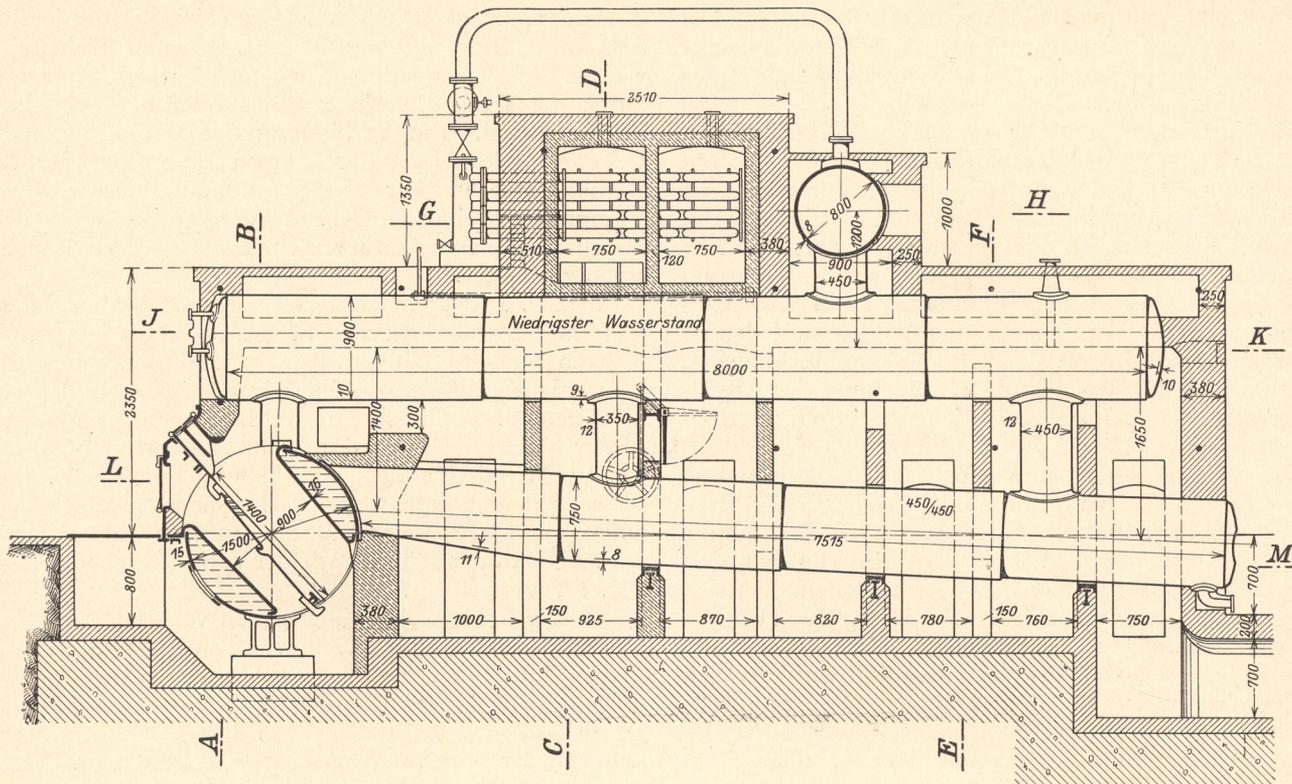
Über gebräuchliche Dimensionen von Batteriekesseln gibt die Zahlentafel Nr. 9 von Wagner & Eisenmann Aufschluß.

Fig. 19 zeigt noch einen Batteriekessel, dessen Längssieder sowohl durch vor- wie durch nebengelagerte Schrägsieder miteinander in Verbindung stehen. Kessel bis 250 qm Heizfläche und 15 at Betriebsdruck sind in dieser Weise zahlreich ausgeführt worden. Angestellte Verdampfungsversuche ergaben mit dieser Bauart bei Verfeuerung guter Steinkohle und bei einer Beanspruchung von 13 bis 15 kg/qm Heizfläche und Stunde durchschnittlich Wirkungsgrade von 75 bis 80 v. H.

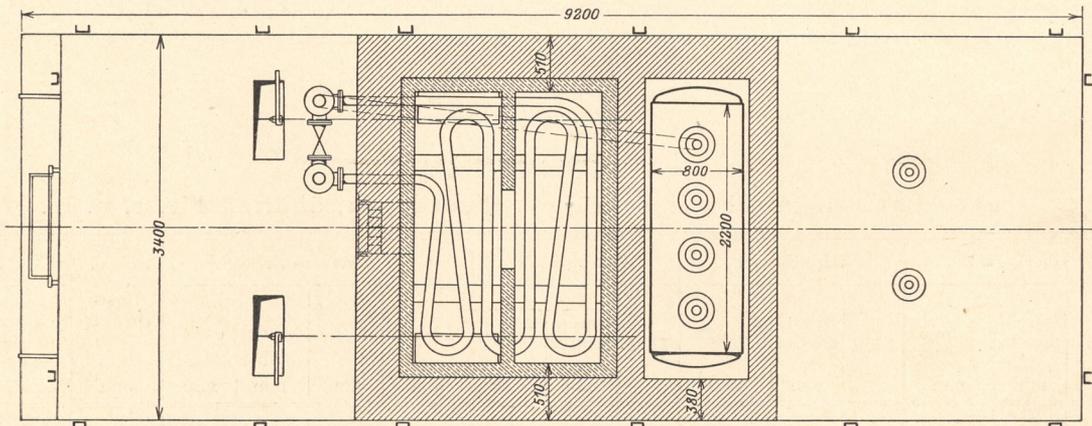
Zahlentafel Nr. 9

über Batteriekessel mit Schrägrostfeuerungen, ähnlich Fig. 17 u. 18.

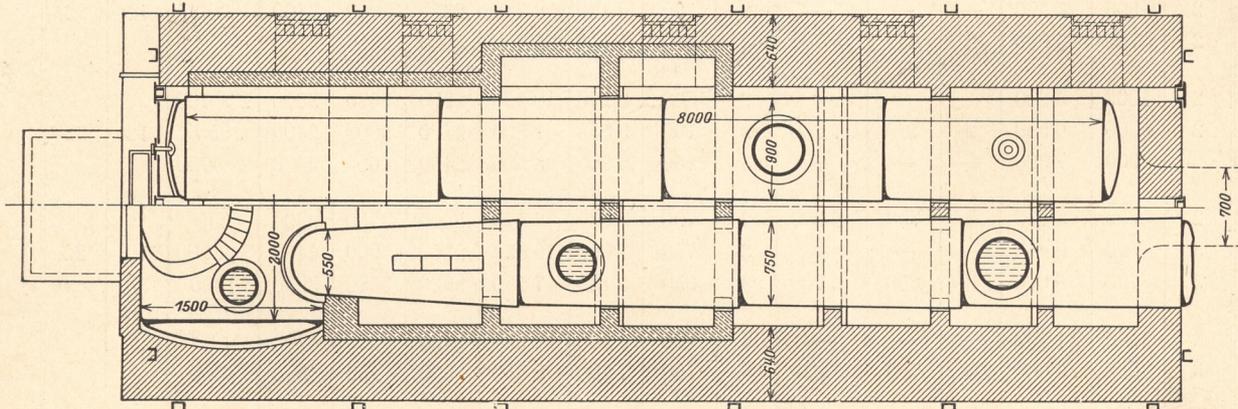
Heizfläche qm	Oberkessel			Mittelkessel			Unterkessel			Mauerwerk				Rostbreite mm	Bei Verfeuerung guter Steinkohle		
	Zahl	Durchmesser mm	Länge mm	Zahl	Durchmesser mm	Länge mm	Zahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Höhe mm	Breite			Beanspruchung pro qm Heizfl. in kg/qm Std. norm	Wirkungsgrad bei normaler Beanspruchung v. H.	
												ohne Überhitzer mm	mit Überhitzer mm				
25	1	1000	6 500	—	—	—	1	750	5 950	7 700	2250	1906	—	600	12	22	71
	1	1000	4 970	—	—	—	2	600	4 200	6 200	2300	2300	—	600			
50	1	1200	8 100	—	—	—	2	700	7 240	9 420	2650	2700	—	900	12	22	73
	2	900	7 550	—	—	—	2	700	6 460	8 730	2350	3000	3400	900			
	2	750	5 000	2	650	5 700	2	650	4 130	6 250	3200	2700	3100	950			
75	2	1000	9 200	—	—	—	2	800	8 270	10 400	2550	3320	3600	2 × 700	12	22	74
	2	900	6 550	2	700	7 250	2	700	5 680	7 800	3400	3000	3400	950			
	2	900	7 300	—	—	—	3	700	5 900	8 500	2400	4000	4400	2 × 750			
100	2	950	8 100	2	750	8 900	2	750	7 330	9 570	3600	3250	3300	950	12	22	76
	3	900	9 450	—	—	—	3	750	7 850	10 850	2350	4000	4400	2 × 900			
	3	750	6 000	3	650	6 700	3	650	5 130	7 250	3330	3580	3950	1300			
150	3	1000	11 450	—	—	—	3	900	10 100	12 930	2430	4420	4700	2 × 1000	12	22	77
	3	950	8 060	3	750	8 860	3	750	7 290	9 530	3500	4250	4550	1300			
200	3	1000	11 600	3	800	10 700	3	800	9 100	11 600	3570	4900	4700	2300	12	22	77



Längsschnitt.

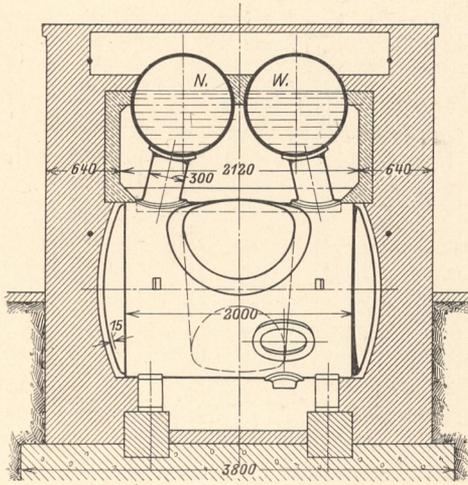


Schnitt G-H.

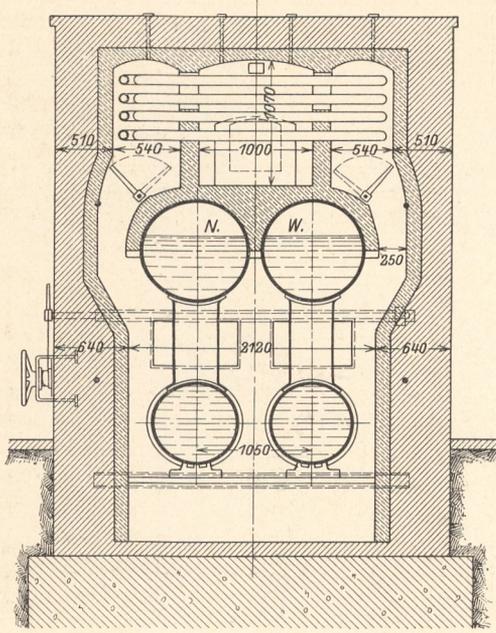


Schnitt J-K und L-M.

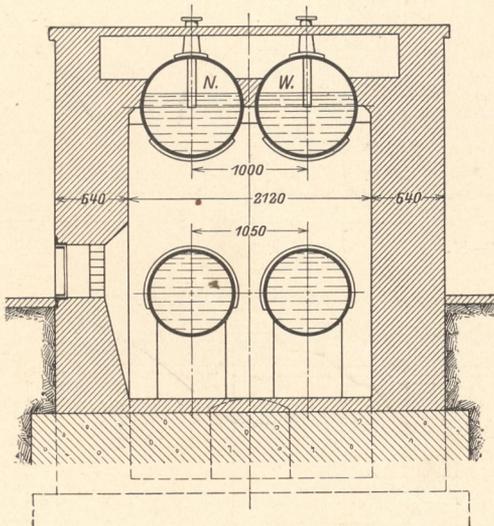
Fig. 17.



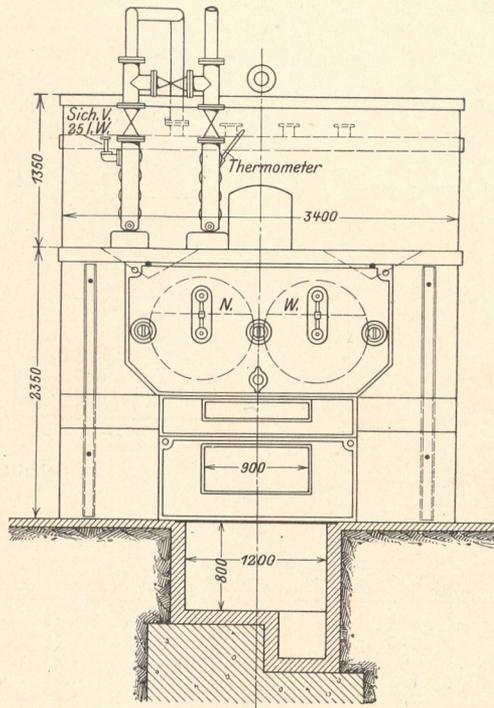
Schnitt A-B.



Schnitt C-D.



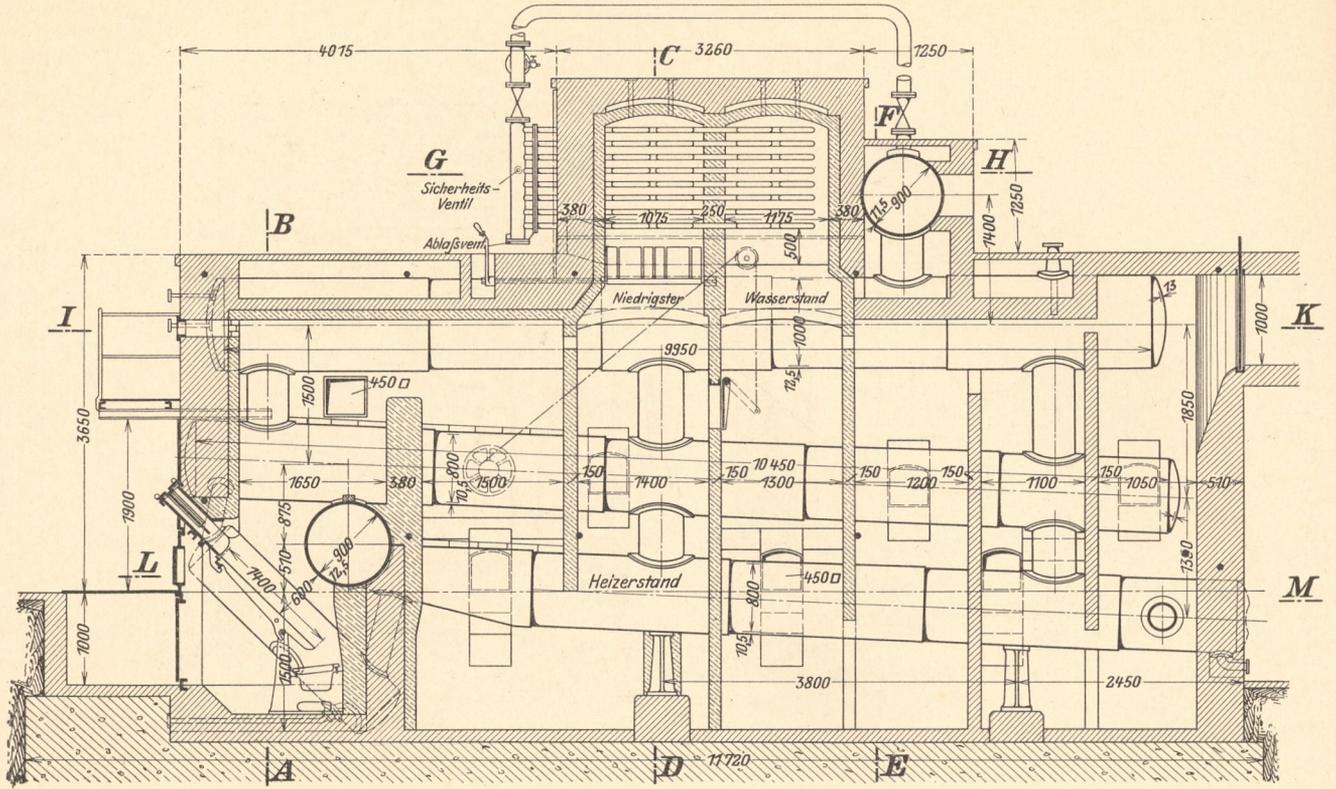
Schnitt E-F.



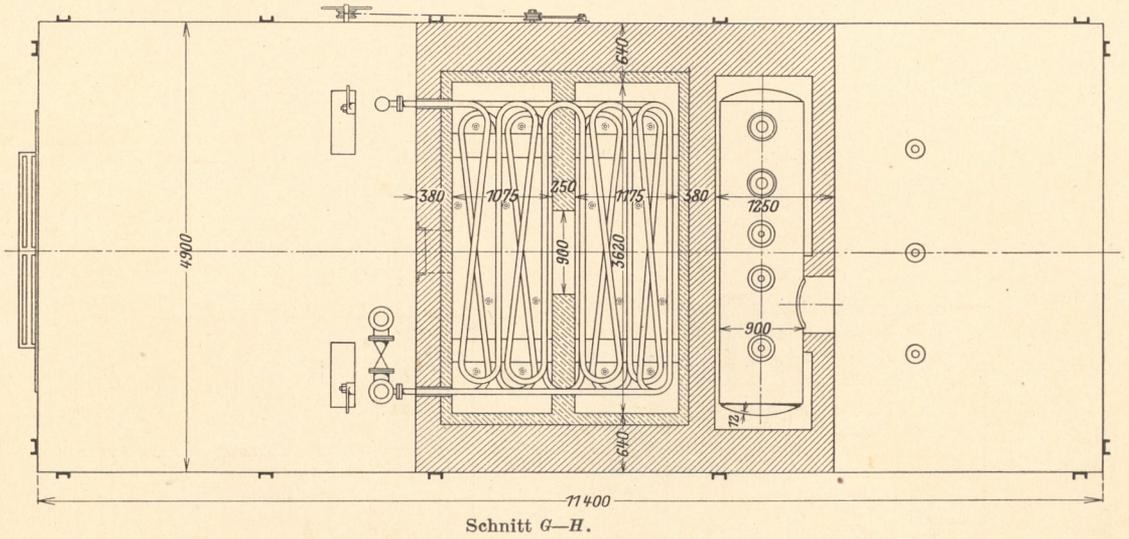
Vordere Ansicht.

Fig. 17. Batteriekessel mit Tenbrink-Vorlage.  
Ausführung: Wagner & Eisenmann, Obertürkheim a. Neckar.

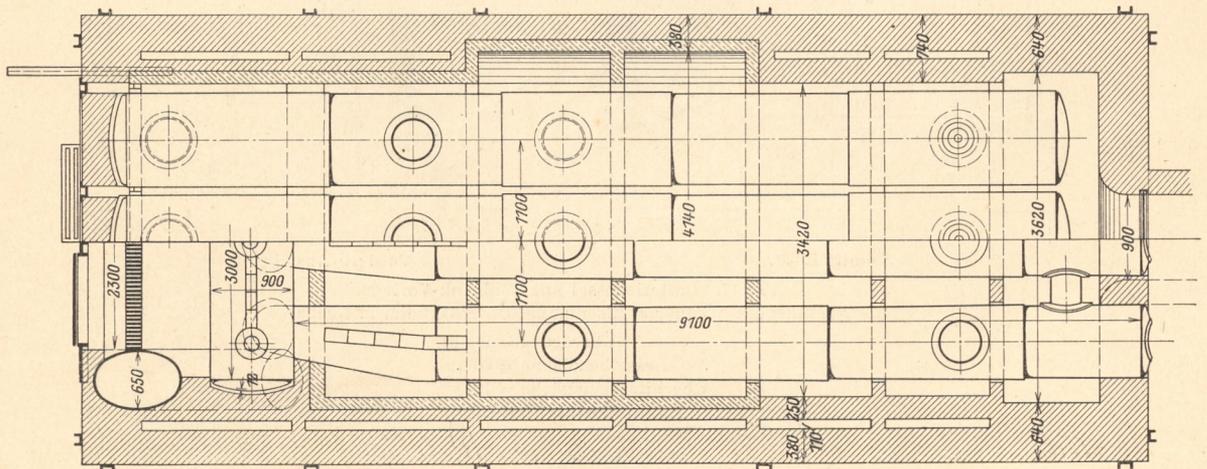
Überdruck =  $9\frac{1}{2}$  at,  
Kesselheizfläche = 60 qm,  
Überhitzerheizfläche = 19 qm,  
Rostfläche  $\approx 1,3$  qm.



Längsschnitt.

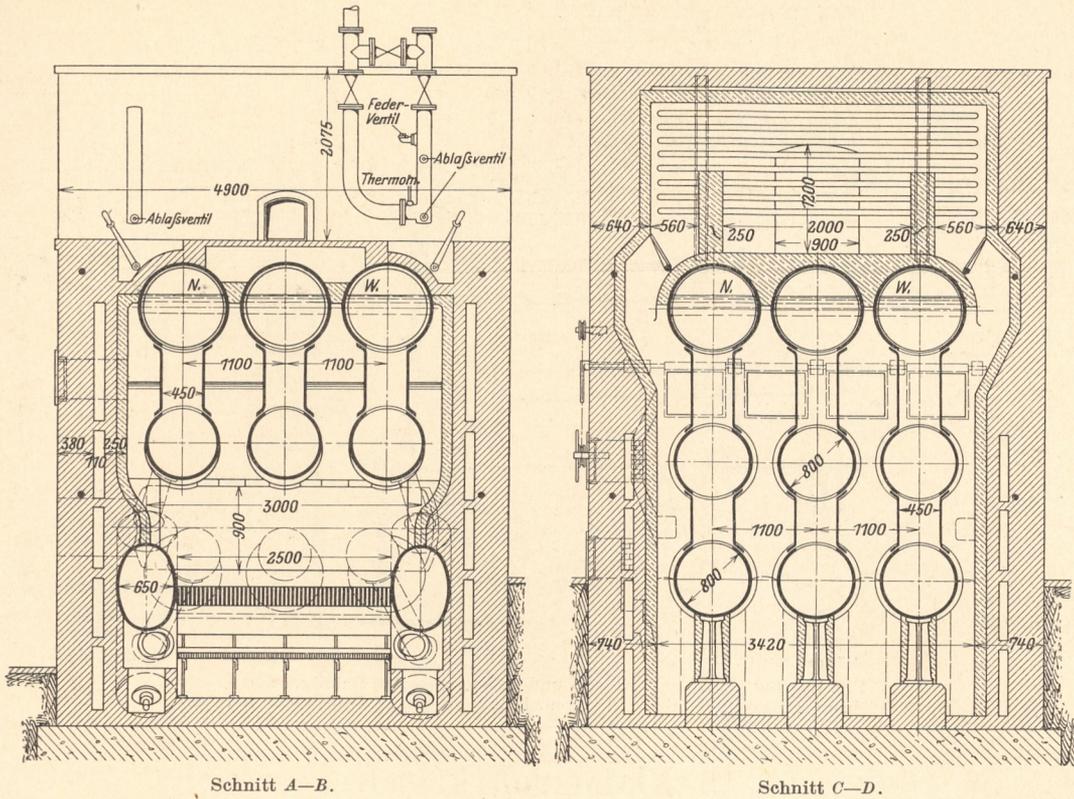


Schnitt G-H.



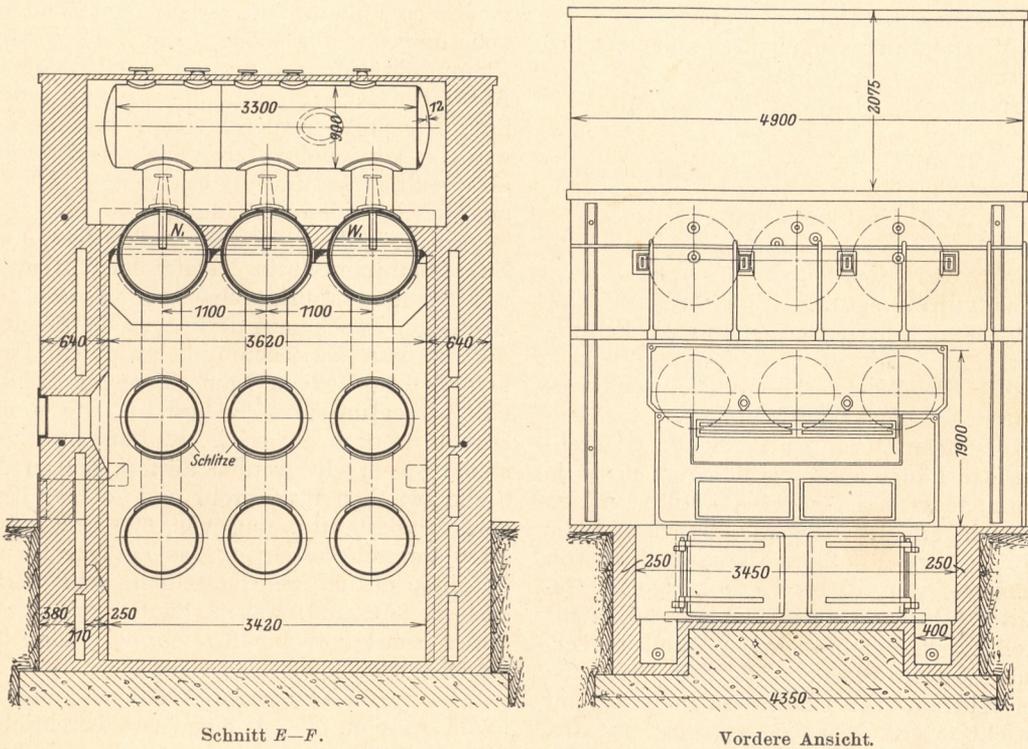
Schnitt J-K und L-M.

Fig. 18.



Schnitt A—B.

Schnitt C—D.



Schnitt E—F.

Vordere Ansicht.

Fig. 18. Batteriekessel mit Quer- und Schrägsiedern.  
Ausführung: Wagner & Eisenmann, Obertürkheim a. Neckar.

Überdruck = 12 at,  
Kesselheizfläche = 200 qm,  
Überhitzerheizfläche = 80 qm,  
Rostfläche = 3,9 qm.

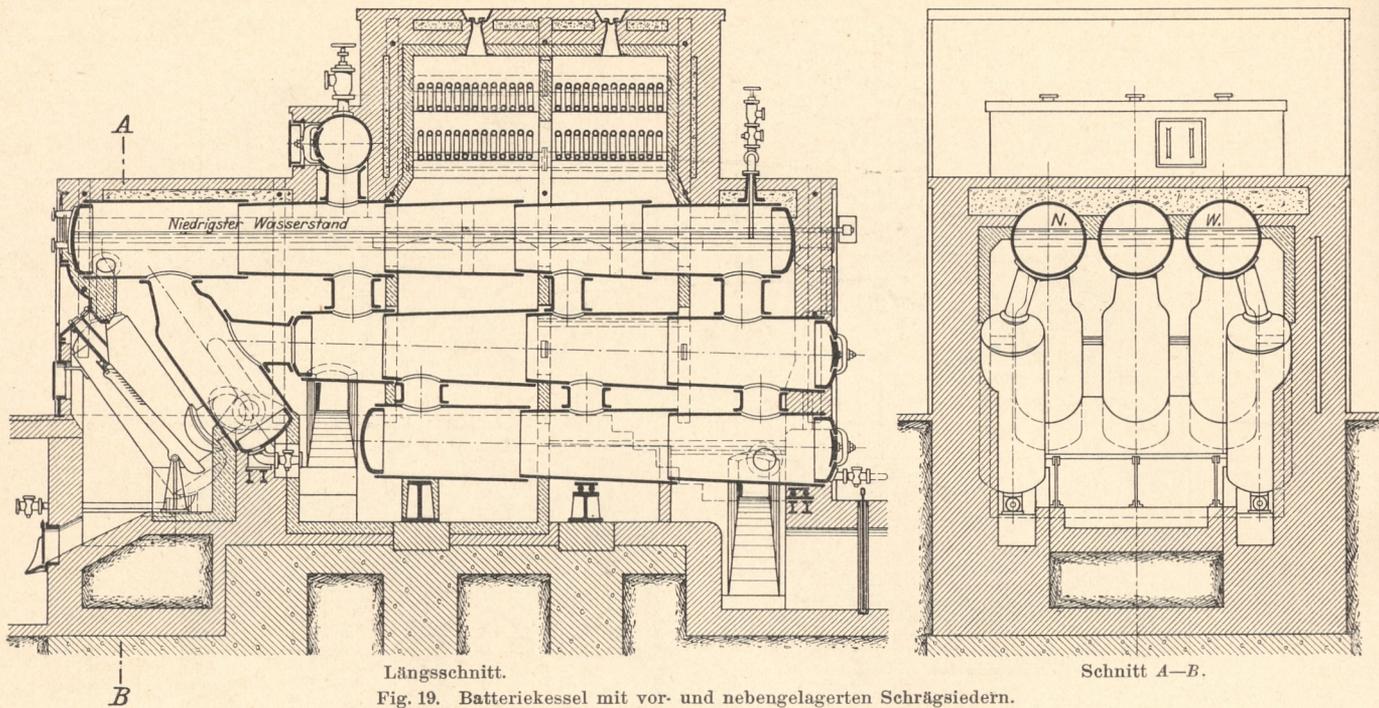


Fig. 19. Batterieessel mit vor- und nebelgelagerten Schrägsiedern.  
Ausführung: Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen, und G. Kuhn, Stuttgart-Berg.

## 2. Flammrohrkessel.

Der Flammrohrkessel ist wohl dasjenige Kesselsystem, welches die weiteste Verbreitung gefunden hat; er hat einen verhältnismäßig großen Wasserinhalt (Zahlentafel Nr. 13 bis 15) und ergibt vermöge seiner großen Innenheizfläche eine gute Brennstoffausnutzung.

Je nach Ausführung der eingebauten Flammrohre unterscheidet man

Glattröhrkessel,  
Wellröhrkessel,  
Gallowaykessel,  
Stufenröhrkessel usw.

und je nach der Anzahl der Flammrohre

Einflammröhrkessel,  
Zweiflammröhrkessel und  
Dreiflammröhrkessel.

Kessel mit 4 Flammrohren werden nur als Schiffskessel ausgeführt.

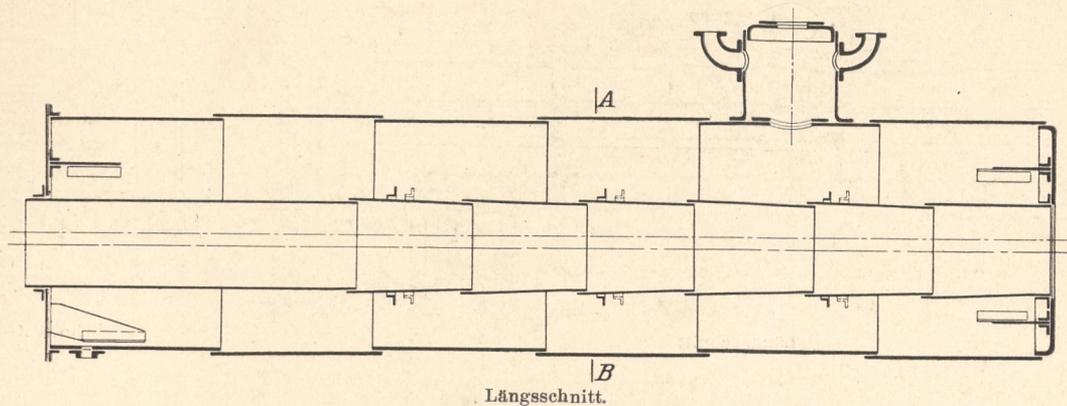
Während früher die Walzwerke nur Schweißisenbleche und diese nur in solcher Größe lieferten, daß beispielsweise ein Kesselmantel von über 2000 mm Durchmesser und etwa 8 m Länge aus 7 bis 9 Schüssen mit je 3 Tafeln im Umfange gefertigt werden mußte, walzen heute die modern eingerichteten Werke Flußeisenbleche von solchen Abmessungen, daß ein Kesselmantel von 2500 mm Durchmesser und 12 bis 15 m Länge im Gewichte von etwa 20 bis 25 000 kg aus nur höchstens 5 Tafeln hergestellt zu werden braucht. Wenngleich derartig große und schwere Bleche nach den Verkaufsbedingungen der Hüttenwerke Überpreise in bezug auf Größe und Gewicht erfordern, so ist es meist ratsam, solche in den Kauf zu nehmen und dafür die Anzahl der Nietnähte zu verringern, da, abgesehen davon, daß ein Kessel als um so besser bezeichnet werden muß, je weniger Niet- und Schweißnähte er besitzt, die Mehrkosten des Materials in der Regel durch Verringerung der Arbeitslöhne und Beschleunigung der Arbeit aufgewogen werden.

Auch in bezug auf die Herstellung der Böden sind heute die Walzwerke besser eingerichtet. Die frühere

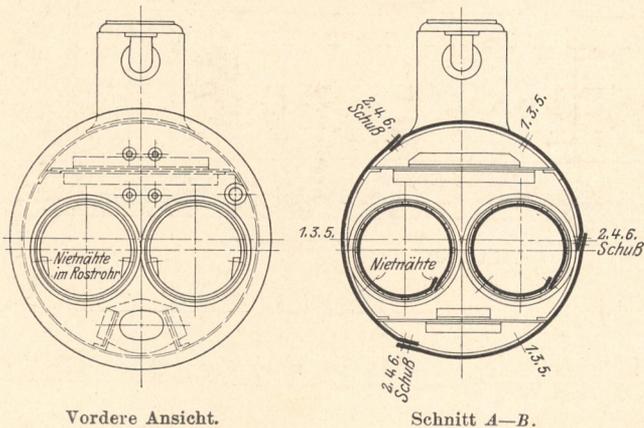
Ausführung von Flammrohrkesseln (Fig. 20) mit geraden, verankerten Stirnwänden und Befestigung und Verstärkung der Feuerrohre mittels Winkelringen ist deshalb vollständig verlassen worden. Fig. 21 stellt einen modernen Flammrohrkessel mit gewölbten und maschinell umgezogenen Böden dar, in welchen auch die Flammrohröffnungen und eventuell gerade Flächen zum Anbringen der Wasserstands- und Speisestutzen hydraulisch eingepreßt werden können. Daß die neuere Bauart weniger Arbeitslöhne, aber auch größere Materialkosten als die ältere Ausführung erfordert, erhellt ohne weiteres aus diesen beiden Abbildungen.

Ein gründliches Befahren des Kessellinnern ist bei Zweiflammrohrkesseln leichter ausführbar als bei Ein- und Dreiflammrohrkesseln. Einflammrohrkessel erhalten zu diesem Zwecke auf derjenigen Seite, auf welcher sich der größere Zwischenraum zwischen Feuerrohr und Mantel befindet, eine Laufschiene aus Winkeleisen. (Im Großherzogtum Hessen besteht eine gesetzliche Verfügung, wonach nur solche Einflammrohrkessel zur Aufstellung gebracht werden dürfen, die an der weitesten Stelle zwischen Flammrohr und äußerer Kesselwandung eine Mindestentfernung von 600 mm aufweisen.) Bei Dreiflammrohrkesseln ist das mittlere Flammrohr beim Befahren des unteren Kesselteiles sehr hinderlich; es ist dieses ein Grund, warum häufig von der Beschaffung dieses sonst zweckmäßig erscheinenden Systems abgesehen wird.

Die verschiedenartige Ausführung der Flammrohre ist in Abschn. XV, 4. eingehend beschrieben, während über die Lage der Feuerrohre zur Kesselachse die Zahlentafeln Nr. 86 bis 89 Aufschluß geben. Wie später ausgeführt wird, besitzen die einzelnen Walzwerke für das Einbringen der Flammrohröffnungen in die Böden hydraulische Pressen, so daß man gut tut, um die Kosten für Sonderausführungen zu sparen, sich bei Bestellung von Kesselmaterial an die Normalien des für die Lieferung in Aussicht genommenen Werkes zu halten.



Längsschnitt.

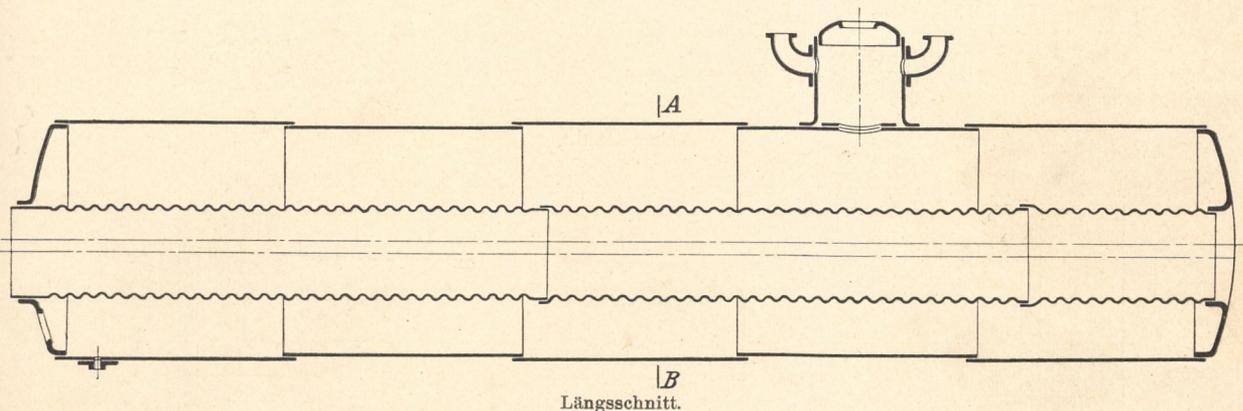


Vordere Ansicht.

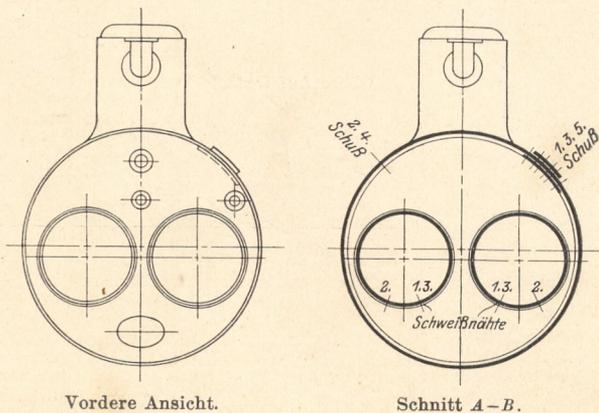
Schnitt A—B.

Fig. 20. Frühere Bauart.

  
**BIBLIOTHEK DER  
 TECHN. HOCHSCHULE  
 GRAZ.**



Längsschnitt.



Vordere Ansicht.

Schnitt A—B.

Fig. 21. Jetzige Bauart.

Vergleichende Zusammenstellung der früheren und jetzigen Bauart von Flammrohrkesseln.



Die Feuerung wird entweder vor oder in den Flammrohren untergebracht, letztere bilden also stets den ersten Feuerzug. Nach dem Verlassen der Flammrohre bestreichen die Gase den Kessel entweder

1. auf der unteren und seitlichen Mantelhälfte in zwei Zügen, oder
2. in zwei Seiten- und einem Unterzuge und zwar:
  - a) die Seitenzüge bilden den zweiten und der Unterzug den dritten Zug,
  - b) der Unterzug bildet den zweiten und die Seitenzüge den dritten Zug, oder
3. auf der unteren und seitlichen Mantelhälfte im zweiten und in einem Oberzuge als dem dritten Zuge.

Die unter 1. beschriebene Zugrichtung (siehe auch Fig. 23 bis 25) wird bei weitem am meisten angewendet.

Sie gestattet eine bequeme Reinigung der äußeren Kesselzüge von Ruß- und Flugascheablagerungen und bringt, wenigstens im zweiten Zuge, heiße Gase an den unteren Teil des Kesselmantels, was beim Anheizen von großem Vorteil ist. Bei Einflammrohrkesseln ist der zweite Zug also stets an diejenige Seite zu legen; auf welcher sich der engere Raum zwischen Flammrohr und Mantel befindet (Fig. 23), während beim Zwei- oder Dreiflammrohrkessel mit seitlicher Speisewasserzuführung (Fig. 24 und 25) dafür Sorge zu tragen ist, daß die kälteren Gase auf der Seite des Kessels entlang geführt werden, auf welcher das eingespeiste kalte Wasser nach unten sinkt.

Bei der Zugführung nach 2a) (Fig. 22) sind die Seitenzüge eng und niedrig, so daß die Gefahr besteht, daß Ruß- und Flugaschenablagerungen die Heizfläche teilweise unwirksam machen. Ferner gelangen an den

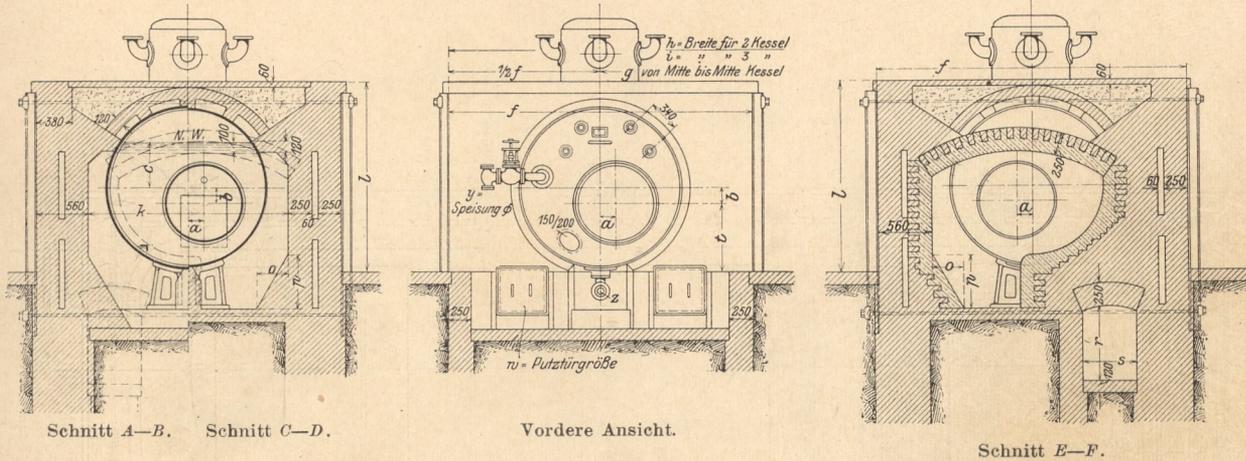


Fig. 23. Einmauerung für normale Einflammrohr-Wellrohrkessel von 1100—2200 mm Manteldurchmesser.

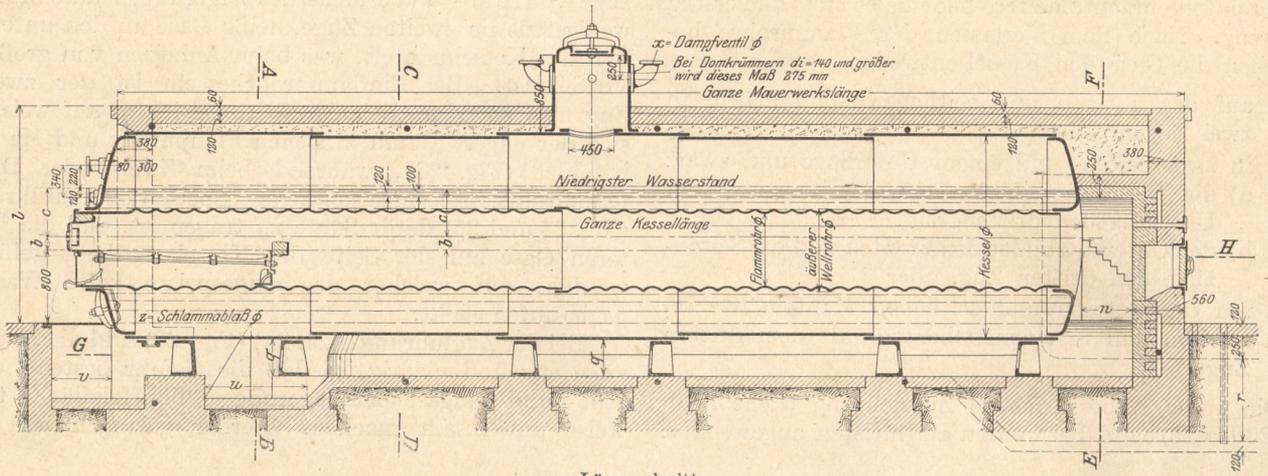
Zahlentafel Nr. 10

betr. Einmauerung für Einflammrohrkessel, Fig. 23.

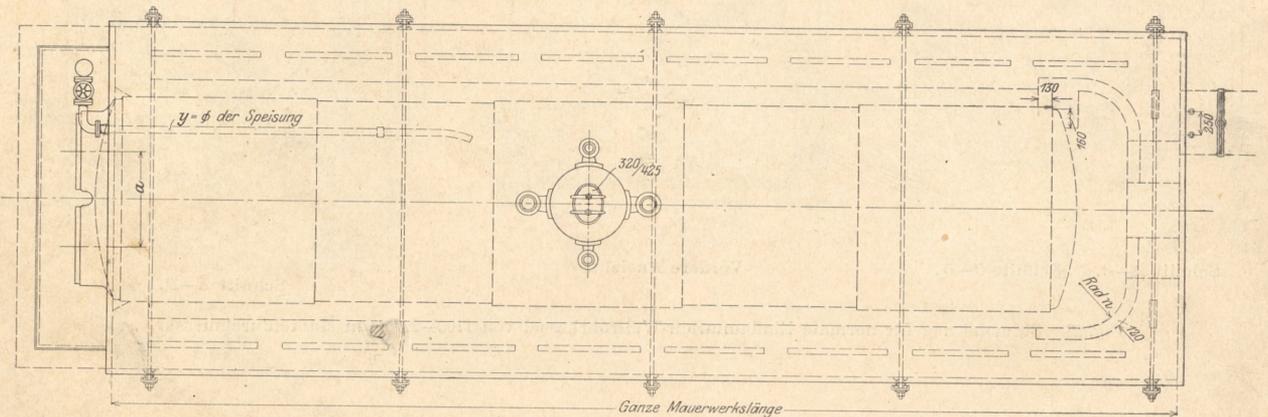
Maße in mm.

Kessel- durch- messer	Flammrohr- durchmesser		a	b	c	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
	glatt	Wellrohr																							
1100	550		100	110	295	2160	1780	3940	—	1400	1710	380	400	200	250	250	600	400	800	500	600	300/400	40	30	30
1200	600		115	120	320	2260	1880	4140	—	1500	1770	"	"	"	"	"	"	"	"	600	"	"	"	"	"
1300	650		120	130	360	2360	1980	4340	—	1600	1830	"	450	"	"	"	"	"	"	700	"	"	50	40	40
1400	700		130	140	390	2460	2080	4540	—	1700	1890	"	"	"	"	"	"	"	"	800	"	"	"	"	"
1500		700/800	140	150	425	2970	2410	5380	7 790	1850	2000	380	500	250	400	300	700	500	800	900	600	300/400	60	40	40
1600		750/850	150	160	455	3070	2510	5580	8 090	1950	2060	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	70	"	"
1700		800/900	160	170	485	3220	2660	5880	8 540	2100	2120	"	"	"	"	"	"	"	"	1000	"	"	80	"	"
1800		850/950	170	180	475	3320	2760	6080	8 840	2200	2180	"	"	"	450	"	800	600	"	"	"	"	"	50	50
1600		800/900	125	125	480	3070	2510	5580	8 090	1950	2025	380	500	250	400	300	700	500	800	900	600	450/450	70	40	40
1800		950/1050	145	100	580	3320	2760	6080	8 890	2200	2100	"	"	"	450	"	800	600	"	1000	"	"	80	50	50
2000		1100/1250	150	100	650	3520	2960	6480	9 440	2400	2200	"	525	300	500	350	"	"	"	1050	650	"	90	"	"
2200		1250/1350	180	140	685	3720	3160	6880	10 040	2600	2340	"	550	350	600	"	900	700	"	1100	750	"	100	60	"

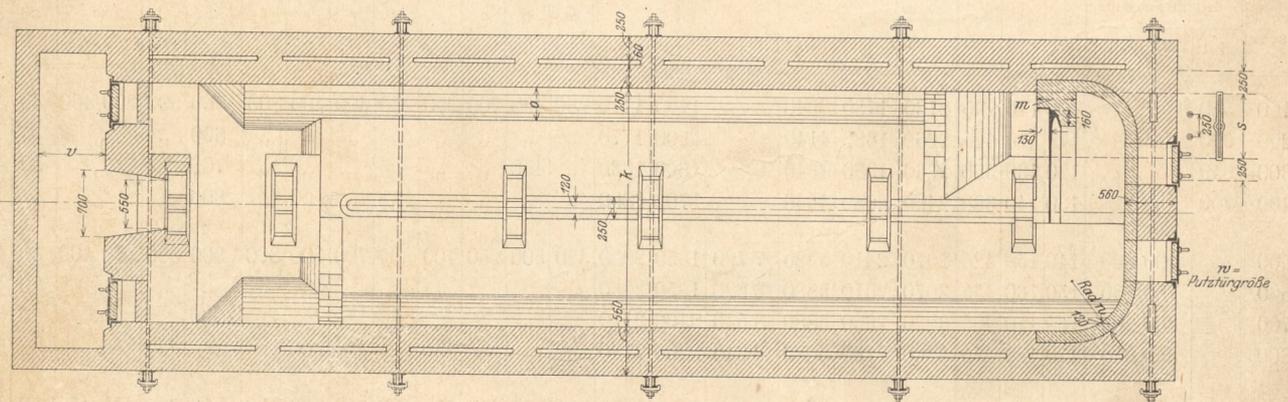
Die Böden für diese Kessel entsprechen den Ausführungen der Fig. 419 u. 420.



Längsschnitt.



Obere Aufsicht.



Fundamentschnitt G-H.

Fig. 24.

unteren Teil des Kesselmantels die kältesten Gase, was einen Wärmeausgleich während des Anheizens sehr erschwert und auch geeignet erscheint, im Betriebe beim Einspeisen kalten Wassers, das sofort nach unten sinkt, Spannungen bzw. Undichtheiten in den Nietverbindungen hervorzurufen. Letzteres vermeidet die Zugführung 2b), dafür hat diese Art Einmauerung aber den großen Nachteil, daß dabei die wasserberührte Heizfläche im zweiten Zuge nur sehr klein ist, die Gase also am Mauerwerk eine große Abkühlung erfahren. Eine Ausnahme hiervon macht der Dreiflammrohrkessel Fig. 29, bei welchem die Kesselheizfläche im zweiten Zuge durch den Einbau des dritten Flammrohres wirksam vergrößert wird.

Wird die unter 3. beschriebene Zugrichtung gewählt, so ist den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend dafür Sorge zu tragen, daß die Heizgase, bevor sie an den Dampfraum des Kessels gelangen, bereits eine genügende

Abkühlung erfahren haben, d. h. daß sie bei natürlichem Schornsteinzuge wenigstens das 20fache und bei künstlichem Zuge (Allg. pol. Best. f. Ldk. § 3) das 40fache der Rostfläche bestrichen haben. Aber selbst dann noch ist es gut, wenn infolge Anordnung der Gasabführung der Oberzug nicht zu umgehen ist, den Dampfraum mit einer Flachsicht Ziegel abzudecken, damit nicht der obere Teil des Kesselmantels beim Anheizen ausgeglüht wird, wenn er von innen noch keine Kühlung durch die den Kessel verlassende Dampfmenge erfährt. Die Kesseldecke wird in diesem Falle, wie in Fig. 39 gezeichnet, durch Kappengewölbe gebildet. Kann dabei der Rauchkanal nicht an der Hinterfront des Mauerwerks in der Mitte angeordnet werden, so ist oben in der Längsrichtung des Kessels zwischen dem Scheitel des Mantels und den Gewölben eine einen Stein starke Mauer aufzuführen, die verhindern soll, daß auf der einen Seite des Dampfraumes mehr Gase nach hinten ziehen, als auf der anderen Seite.

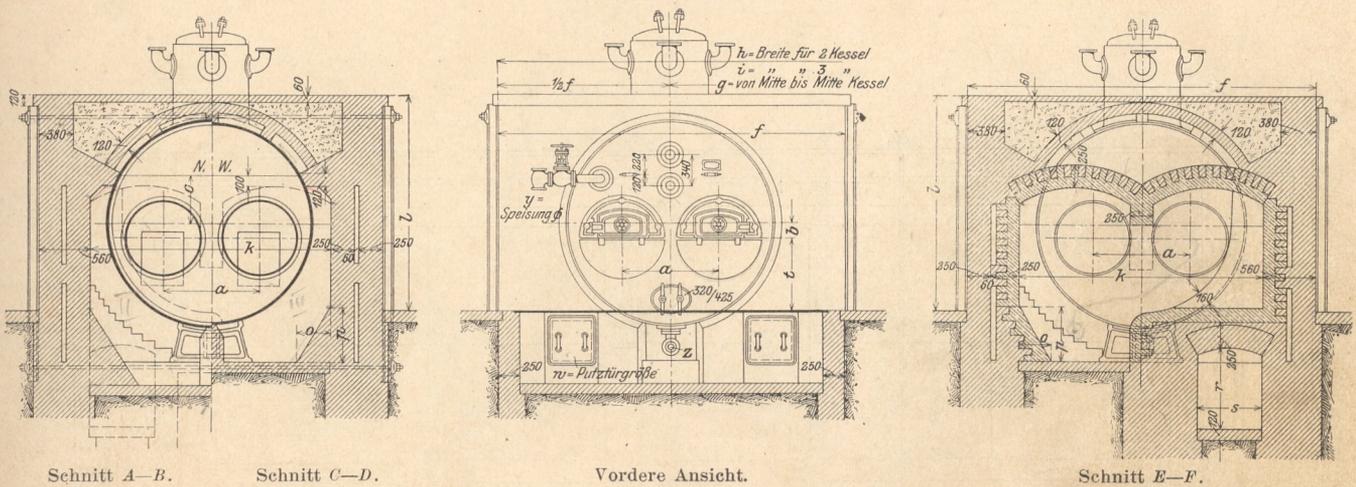


Fig. 24. Einmauerung für normale Zweiflammrohr-Wellrohrkessel von 1700—2500 mm Manteldurchmesser.

Zahlentafel Nr. 11

betr. Einmauerung für Zweiflammrohrkessel, Fig. 24.

Maße in mm.

Kessel-durchmesser	Flammrohr-durchmesser		a	b	c	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
	glatt	Wellrohr																							
1700	600		775	100	425	3220	2660	5880	8 540	2100	2050	380	500	250	400	300	700	500	800	1000	600	300/400	80	40	40
1800	650		825	110	450	3320	2760	6080	8 840	2200	2110	"	"	"	450	"	800	600	"	"	"	"	"	50	50
1900	675		875	115	470	3420	2860	6280	9 140	2300	2165	"	"	"	500	350	"	"	"	1050	"	450/450	90	"	"
2000	720	700/800	925	130	490	3520	2960	6480	9 440	2400	2250	"	525	300	"	"	"	"	"	"	"	650	"	"	"
2100	770	750/850	970	140	530	3620	3060	6680	9 740	2500	2300	"	"	"	"	"	900	700	"	1100	"	"	100	60	"
2200	820	800/900	1040	150	580	3720	3160	6880	10 040	2600	2350	"	550	350	600	"	"	"	"	"	700	"	"	"	"
2300	870	850/950	1085	160	620	3920	3260	7080	10 340	2700	2400	510	"	375	700	450	1000	800	"	"	"	"	120	"	60
2400	920	900/1000	1140	170	660	3970	3410	7380	10 790	2850	2475	"	600	400	"	"	"	"	"	"	1200	800	"	"	"
2500	970	950/1050	1180	180	700	4120	3560	7680	11 240	3000	2550	"	"	425	"	"	1100	900	"	1300	"	"	140	70	"

Die Böden für diese Kessel entsprechen den Ausführungen nach Fig. 423 u. 424.



Die Unterstützung der Kesselmäntel erfolgt stets durch Kesselstühle, damit das Gewicht des Kessels und seines Wasserinhaltes direkt auf das Fundament übertragen wird und erforderlichenfalls die Seitenmauern ganz oder teilweise entfernt werden können, ohne daß sich die Lage des Kessels verändert. Die Stühle sind möglichst gleichmäßig verteilt unter den weiten Mantelschüssen anzuordnen, und zwar so weit von den Rundnähten entfernt, daß man beim Nachstemmen nicht durch die Unterstützung behindert ist.

Der Schlammablaß- bzw. Entleerungsstutzen wird in der Regel vorne unten, bei Anordnung einer Vorfeuerung eventuell hinten, oder, wenn auch da kein Platz vorhanden ist, auf dem Kesselmantel angebracht. Im letzteren Falle kann die regelmäßige Entfernung des Schlammes sowie die vollständige Entleerung natür-

lich nur bei einem entsprechenden Kesseldruck erfolgen, sofern keine Heberleitung vorgesehen ist.

Wird der Schlammstutzen unten angeietet, so muß hier ein Teil des Kesselmantels abgemauert, d. h. der Feuerberührung entzogen werden, damit man jederzeit an die Flanschverschraubung des Stutzens gelangen kann. Eine Verdampfung findet daher in der Nähe des Schlammstutzens nicht statt, weshalb die eventuell mit dem Speisewasser in den Kessel gelangten Luftbläschen sich hier ansetzen und Rostungen verursachen können. Das gleiche trifft auch zu bei breiten Mauerzungen, die unter dem Kessel entlang geführt werden, da auch unmittelbar über solchen Zungen eine Verdampfung nicht stattfinden kann. In Fig. 23 bis 25 sind deshalb die 250 mm breiten Steine der Trennungsmauer nach oben, wo sie den Mantel berühren, bis auf 120 mm zugeschärft.

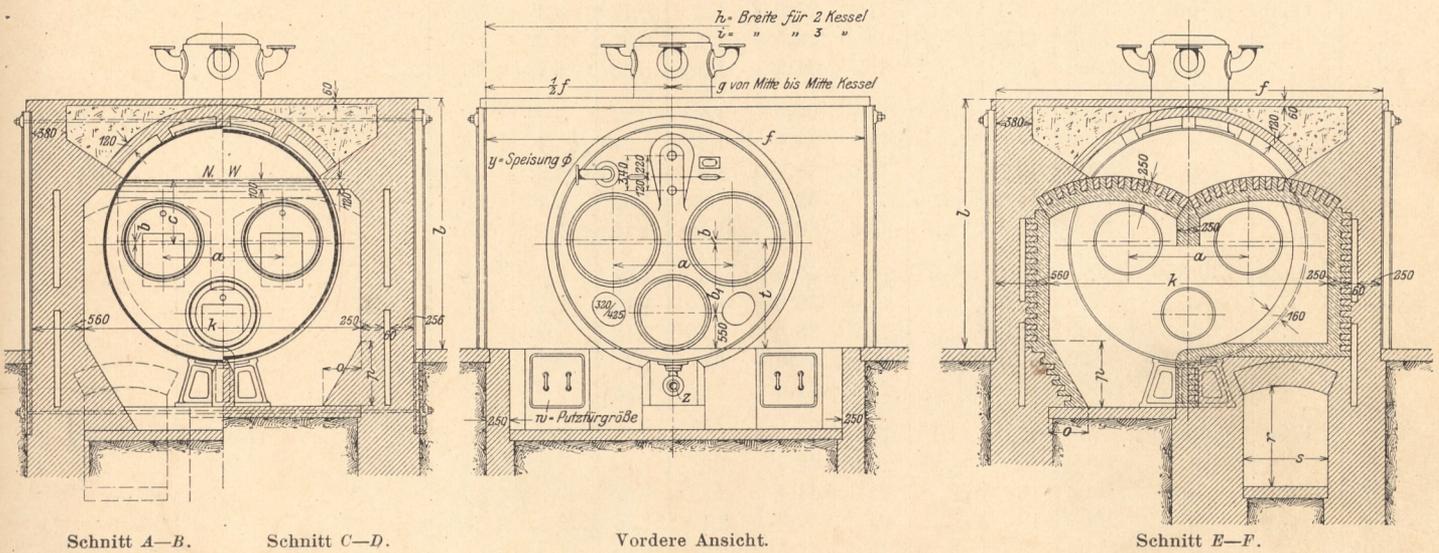


Fig. 25. Einmauerung für normale Dreiflammrohr-Wellrohrkessel von 2500—3000 mm Manteldurchmesser.

Zahlentafel Nr. 12

betr. Einmauerung für Dreiflammrohrkessel, Fig. 25.

Maße in mm.

Kessel- durch- messer	Wellrohdurchmesser		a	b	b <sub>1</sub>	c	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y
	oberes	unteres																							
2500	800/900	700/800	1280	30750	700	4120	3560	7680	11240	3000	2900	510	600	425	700	450	1200	1000	1380	1400	800	450/450	140	80	60
2500	800/900	700/800	1275	25750	725	4120	3560	7680	11240	3000	2900	510	600	425	700	450	1200	1000	1400	1400	800	450/450	140	80	60
2600	850/950	750/850	1325	50770	775	4220	3660	7880	11540	3100	2970	„	„	„	„	„	„	„	„	1500	„	„	„	„	„
2700	900/1000	800/900	1375	75790	825	4370	3810	8180	11990	3250	3040	„	650	450	750	500	1300	1100	1465	1600	825	„	150	90	„
2800	950/1050	850/950	1425	100810	875	4470	3910	8380	12290	3350	3110	„	„	„	„	„	„	„	1510	1700	„	„	„	„	70
2900	1000/1100	900/1000	1475	125830	925	4620	4060	8680	12770	3500	3180	„	700	475	„	„	1400	1200	1555	1800	850	„	160	100	„
3000	1050/1150	950/1050	1525	150850	975	4720	4160	8880	13040	3600	3250	„	„	„	„	„	„	„	1600	1900	„	„	„	„	„

Die Zahlen für die Bodenabmessungen der obersten Reihe sind den Figuren 425 u. 426 entnommen; die übrigen sind Entwurfsmaße.

**Zahlentafel Nr. 13**  
über Einflammrohrkessel ohne Überhitzer.

Kessel- type	Kesselmaße			Ungefähre Kesselheizfläche (Einmauerung nach Fig. 23)					Rost- fläche	Inhalt		Leistung bei guter Steinkohle von 7300 WE			
	Durchmesser		Ganze Länge	bei Innenfeuerung				mehr bei Vor- feuerung		Wasser- raum	Dampf- raum	Verdampfung pro qm Heizfl. u. Std. in kg		Ausnützung d. Brennstoffes bei normal. Beanspruch. u.	
	Mantel	Flammrohr		Flamm- rohr	Hinter- boden	Mantel	insge- samt					norm	max	Handbe- schickung v. H.	mechanischer Beschickung v. H.
	mm	mm	qm	qm	qm	qm	qm	cbm		cbm					
Einflammrohrkessel mit glatten Feuerrohr	<b>1100</b>	<b>550</b>	<b>3500</b>	5,4	0,4	5,6	<b>11,4</b>	0,6	0,38	1,7	0,6	15	20	66	—
	"	"	<b>4000</b>	6,3	"	6,6	<b>13,3</b>	0,7	0,44	1,9	0,7	"	"	"	—
	<b>1200</b>	<b>600</b>	<b>4000</b>	6,8	0,5	7,3	<b>14,6</b>	0,7	0,48	2,5	0,7	"	"	"	—
	"	"	<b>4500</b>	7,6	"	8,4	<b>16,5</b>	0,8	0,54	2,8	0,8	"	"	"	—
	<b>1300</b>	<b>650</b>	<b>4000</b>	7,3	0,6	8	<b>15,6</b>	0,8	0,52	2,9	0,7	"	"	"	—
	"	"	<b>5000</b>	9,1	"	10,5	<b>20,2</b>	1,0	0,71	3,7	1	"	"	"	—
	"	"	<b>6000</b>	10,9	"	13	<b>24,5</b>	1,3	0,85	4,5	1,2	"	"	"	—
	<b>1400</b>	<b>700</b>	<b>5000</b>	9,8	0,7	11,4	<b>21,9</b>	1,2	0,77	4,3	1,2	16	22	66—68	68—70
	"	"	<b>6000</b>	11,8	"	14	<b>26,5</b>	1,4	0,91	5,2	1,4	"	"	"	"
	"	"	<b>7000</b>	13,8	"	16,7	<b>31,2</b>	1,5	0,98	6,1	1,7	"	"	"	"
Einflammrohr - Wellrohrkessel	<b>1500</b>	<b>700/800</b>	<b>5500</b>	11,4	0,8	13,7	<b>25,9</b>	1,5	0,97	4,9	1,5	16—18	22—24	68	68—70
	"	"	<b>6000</b>	12,6	"	15,1	<b>28,5</b>	1,5	0,97	5,4	1,6	"	"	"	"
	"	"	<b>6500</b>	13,7	"	16,6	<b>31,1</b>	1,6	1,05	5,8	1,7	"	"	"	"
	"	"	<b>7000</b>	14,9	"	18	<b>33,7</b>	1,6	1,05	6,3	1,9	"	"	"	"
	"	"	<b>7500</b>	15,9	"	19,4	<b>36,1</b>	1,7	1,12	6,8	2	"	"	"	"
	<b>1600</b>	<b>750/850</b>	<b>6000</b>	13,4	0,9	16,1	<b>30,4</b>	1,6	1,04	6,7	1,8	"	"	"	"
	"	"	<b>6500</b>	14,5	"	17,8	<b>33,2</b>	1,7	1,12	7,3	2	"	"	"	"
	"	"	<b>7000</b>	15,8	"	19,3	<b>36</b>	1,7	1,12	7,9	2,2	"	"	"	"
	"	"	<b>7500</b>	16,9	"	20,8	<b>38,6</b>	1,9	1,2	8,5	2,4	"	"	"	"
	"	"	<b>8000</b>	18	"	22,4	<b>41,3</b>	2	1,28	9	2,5	"	"	"	"
Einflammrohr - Wellrohrkessel nach Schulz-Knaudschen Bodennormalien	<b>1700</b>	<b>800/900</b>	<b>6500</b>	15,6	1,1	19	<b>35,7</b>	1,7	1,10	8,4	2,2	"	"	68—70	70—72
	"	"	<b>7000</b>	16,8	"	20,6	<b>38,5</b>	1,9	1,19	9,0	2,4	"	"	"	"
	"	"	<b>7500</b>	18	"	22,3	<b>41,4</b>	2	1,27	9,7	2,6	"	"	"	"
	"	"	<b>8000</b>	19,2	"	24	<b>44,3</b>	2,1	1,36	10,4	2,8	"	"	"	"
	"	"	<b>8500</b>	20,4	"	25,6	<b>47,1</b>	2,2	1,40	11	3	"	"	"	"
	<b>1800</b>	<b>850/950</b>	<b>7000</b>	17,8	1,3	22	<b>41,1</b>	2	1,26	10,2	2,7	"	"	"	"
	"	"	<b>7500</b>	19	"	23,8	<b>44,1</b>	2,1	1,35	11	2,9	"	"	"	"
	"	"	<b>8000</b>	20,3	"	25,6	<b>47,2</b>	2,2	1,44	11,7	3,1	"	"	"	"
	"	"	<b>8500</b>	21,7	"	27,4	<b>50,4</b>	2,3	1,48	12,5	3,3	"	"	"	"
	"	"	<b>9000</b>	23,9	"	29,1	<b>54,3</b>	2,5	1,62	13,2	3,5	"	"	"	"
Einflammrohr - Wellrohrkessel nach Schulz-Knaudschen Bodennormalien	<b>1600</b>	<b>800/900</b>	<b>6000</b>	14,2	0,9	16,6	<b>31,7</b>	1,7	1,10	6,6	1,6	18	25	68—70	70—72
	"	"	<b>6500</b>	15,6	"	18,2	<b>34,7</b>	1,7	1,10	7,1	1,8	"	"	"	"
	"	"	<b>7000</b>	16,8	"	19,7	<b>37,4</b>	1,8	1,19	7,7	1,9	"	"	"	"
	"	"	<b>7500</b>	18	"	21,5	<b>40,4</b>	2	1,27	8,2	2,1	"	"	"	"
	"	"	<b>8000</b>	19,2	"	22,9	<b>43</b>	2,1	1,36	8,8	2,2	"	"	"	"
	<b>1800</b>	<b>950/1050</b>	<b>7000</b>	19,8	1,3	23	<b>44,1</b>	2,2	1,40	9,5	2,1	"	"	"	"
	"	"	<b>7500</b>	21,2	"	24,8	<b>47,3</b>	2,3	1,50	10,2	2,3	"	"	"	"
	"	"	<b>8000</b>	22,5	"	26,6	<b>50,4</b>	2,6	1,65	10,9	2,4	"	"	"	"
	"	"	<b>8500</b>	23,8	"	28,4	<b>53,5</b>	2,8	1,80	11,6	2,6	"	"	"	"
	"	"	<b>9000</b>	24,4	"	30,3	<b>56</b>	2,8	1,80	12,3	2,8	"	"	"	"
Einflammrohr - Wellrohrkessel nach Schulz-Knaudschen Bodennormalien	<b>2000</b>	<b>1100/1200</b>	<b>8000</b>	23,8	1,4	31,7	<b>56,9</b>	2,6	1,84	13,2	2,8	"	"	"	"
	"	"	<b>8500</b>	25,3	"	34	<b>60,7</b>	2,7	1,90	14,1	3	"	"	"	"
	"	"	<b>9000</b>	26,8	"	36,2	<b>64,4</b>	3	2,07	15	3,2	"	"	"	"
	"	"	<b>9500</b>	28	"	38,3	<b>67,7</b>	3,2	2,24	15,8	3,4	"	"	"	"
	"	"	<b>10000</b>	29,7	"	40,6	<b>71,7</b>	3,2	2,24	16,6	3,6	"	"	"	"
	<b>2200</b>	<b>1250/1350</b>	<b>9000</b>	33	1,6	37,2	<b>71,8</b>	3,7	2,34	17	4,4	"	"	"	"
	"	"	<b>9500</b>	34,7	"	39,6	<b>75,9</b>	4	2,53	17,9	4,6	"	"	"	"
	"	"	<b>10000</b>	36,7	"	41,7	<b>80</b>	4	2,53	18,9	4,9	"	"	"	"
	"	"	<b>10500</b>	38,6	"	44	<b>84,2</b>	4,3	2,73	19,9	5,1	"	"	"	"
	"	"	<b>11000</b>	40,4	"	46	<b>88</b>	4,5	2,86	20,8	5,4	"	"	"	"

Zahrentafel Nr. 14  
über Zweiflammrohrkessel ohne Überhitzer.

Kessel- type	Kesselmaße			Ungefähre Kesselheizfläche (Einmauerung nach Fig. 24)					Rost- fläche qm	Inhalt		Leistung bei guter Steinkohle von ca. 7300 WE			
	Durchmesser		ganze Länge mm	bei Innenfeuerung				mehr bei Vor- feuerung qm		Wasser- raum cbm	Dampf- raum cbm	Verdampfung pro qm Heizfl. u. Std. in kg		Ausnützung d. Brennstoffes bei normal. Beanspruch. u.	
	Mantel mm	Flammrohr mm		Flamm- rohre qm	Hinter- boden qm	Mantel qm	insge- samt qm					norm	max	Handbe- schickung v. H.	mechanischer Beschickung v. H.
Zweiflammrohrkessel mit glatten Feuerrohren	1700	600	5500	19	1	15	35	1,7	1,08	6,5	2,3	15—16	20—22	66—68	—
	"	"	6000	20,7	"	16,6	37,4	1,9	1,2	7,1	2,5	"	"	"	—
	"	"	6500	22,4	"	18,3	41,7	2,1	1,32	7,7	2,7	"	"	"	—
	"	"	7000	24,1	"	19,8	44,9	2,2	1,44	8,3	3	"	"	"	—
	1800	650	6000	22,4	1,2	17,6	41,3	2	1,3	7,8	2,6	"	"	"	—
	"	"	6500	24,3	"	19,3	44,8	2,2	1,43	8,5	2,8	"	"	"	—
	"	"	7000	26,3	"	21	48,5	2,2	1,43	9,1	3	"	"	"	—
	"	"	7500	28,1	"	22,7	52	2,4	1,55	9,8	3,2	"	"	"	—
	1900	700	6500	26,4	1,3	19,9	47,6	2,2	1,40	9,1	3,4	16—18	22—24	68	70
	"	"	7000	28,4	"	21,6	51,3	2,4	1,54	9,8	3,7	"	"	"	"
	"	"	7500	30,4	"	23,5	55,1	2,6	1,68	10,5	4	"	"	"	"
	"	"	8000	32,4	"	25,3	59	2,9	1,82	11,2	4,2	"	"	"	"
"	"	8500	34,4	"	27	62,7	3,1	1,96	12	4,5	"	"	"	"	
Zweiflammrohr-Wellrohrkessel	2000	700/800	8000	39,4	1,3	26,7	68,4	3,1	1,95	12	4,9	18	25	68—70	70—72
	"	"	8500	41,8	"	28,7	71,8	3,3	2,10	12,8	5,2	"	"	"	"
	"	"	9000	44,2	"	30,5	76	3,5	2,25	13,6	5,6	"	"	"	"
	"	"	9500	46,6	"	31,8	79,7	3,8	2,40	14,4	5,9	"	"	"	"
	"	"	10000	49,2	"	34,3	84,8	3,9	2,48	15,2	6,2	"	"	"	"
	2100	750/850	8500	44,6	1,4	30,3	76,3	3,5	2,24	14,1	5,5	"	"	"	"
	"	"	9000	47,2	"	32,3	80,9	3,8	2,4	15	5,8	"	"	"	"
	"	"	9500	49,8	"	34,4	85,6	4	2,56	15,8	6,1	"	"	"	"
	"	"	10000	52,5	"	36,4	90,3	4,1	2,64	16,7	6,5	"	"	"	"
	"	"	10500	55	"	38,4	94,8	4,5	2,88	17,5	6,8	"	"	"	"
	2200	800/900	9000	50,3	1,6	34,2	85,2	4	2,55	16,5	6	18—20	25—27	70	"
	"	"	9500	53	"	36,5	91,1	4,3	2,72	17,5	6,3	"	"	"	"
"	"	10000	56	"	38,5	96,1	4,4	2,8	18,5	6,6	"	"	"	"	
"	"	10500	58,5	"	40,7	100,8	4,8	3,06	19,5	7	"	"	"	"	
"	"	11000	61,6	"	42,9	106,1	4,8	3,06	20,4	7,3	"	"	"	"	
2300	850/950	9500	56,1	1,8	38,3	96,2	4,5	2,88	19	6,7	"	"	"	"	
"	"	10000	59,1	"	40,5	101,4	4,7	2,97	20,1	7,1	"	"	"	"	
"	"	10500	62	"	42,7	106,5	5,1	3,24	20,6	7,4	"	"	"	"	
"	"	11000	65,1	"	45,1	112	5,1	3,24	22,2	7,8	"	"	"	"	
"	"	11500	68	"	47,3	117,1	5,5	3,51	23	8,1	"	"	"	"	
2400	900/1000	10000	62,5	2	42,5	107	4,9	3,13	21,9	7,3	"	"	"	"	
"	"	10500	65,4	"	44,8	112,2	5,4	3,42	23	7,7	"	"	"	"	
"	"	11000	68,8	"	47,3	118,1	5,4	3,42	24,1	8,1	"	"	"	"	
"	"	11500	71,6	"	49,6	123,2	5,8	3,7	25,1	8,5	"	"	"	"	
"	"	12000	74,6	"	52,1	128,7	6,3	3,99	26,5	8,8	"	"	"	"	
2500	950/1050	10500	68,8	2,2	47,1	118,1	5,6	3,6	24,9	8,1	"	"	"	"	
"	"	11000	72,4	"	49,6	124,2	5,6	3,6	26	8,5	"	"	"	"	
"	"	11500	75,5	"	52,2	130	6,1	3,9	27,3	8,9	"	"	"	"	
"	"	12000	78,5	"	54,7	135,4	6,6	4,2	28,5	9,3	"	"	"	"	
"	"	12500	81,6	"	57,1	140,9	6,9	4,4	29,8	9,7	"	"	"	"	

**Zahrentafel Nr. 15**  
über Dreiflammrohrkessel ohne Überhitzer.

Kesseltyp	Kesselmaße			Ungefähre Kesselheizfläche					Rostfläche qm	Inhalt		Leistung bei guter Steinkohle von ca. 7300 WE				
	Durchmesser			bei Innenfeuerung (Einmauerung nach Fig. 25)				mehr bei Vor- feue- rung qm		Wasser- raum cbm	Dampf- raum cbm	Verdampfung pro qm Heizfl. u. Std. in kg		Ausnützung des Brenn- stoffes bei normaler Beanspruchung und		
	Mantel mm	Flammrohre		ganze Länge mm	Flamm- rohre qm	Boden qm	Mantel qm					insge- samt qm	norm	max	Handbe- schickung v. H.	mechanisch Beschickung v. H.
		oben mm	unten mm													
Dreiflammrohr-Wellrohrkessel	2500	800/900	700/800	10500	84,5	1,9	48,1	134,3	7,9	4,4	25,6	7,4	23—25	28—30	70—72	72—73
	"	"	"	11000	88,3	"	50,7	140,9	8,2	4,6	27	7,7	"	"	"	"
	"	"	"	11500	92,1	"	53,3	147,3	8,8	4,9	28,2	8,1	"	"	"	"
	"	"	"	12000	95,8	"	56,3	154,0	9,2	5,2	29,5	8,5	"	"	"	"
	"	"	"	12500	99,9	"	58,5	160,3	9,6	5,4	30,8	8,9	"	"	"	"
	2600	850/950	750/850	11000	93,7	2,1	53	148,8	8,5	4,8	28,4	8	"	"	"	"
	"	"	"	11500	98,0	"	55,7	155,8	8,9	5,0	29,8	8,3	"	"	"	"
	"	"	"	12000	102,2	"	58,5	162,8	9,3	5,2	31,2	8,7	"	"	"	"
	"	"	"	12500	106,3	"	61	169,4	9,8	5,5	32,5	9,1	"	"	"	"
	"	"	"	13000	110,6	"	63,8	176,5	10,2	5,7	34	9,5	"	"	"	"
	2700	900/1000	800/900	11500	103,7	2,3	58,2	164,2	9,6	5,4	31,7	8,5	"	"	"	"
	"	"	"	12000	108,1	"	63,1	173,5	10,1	5,7	33,2	8,9	"	"	"	"
	"	"	"	12500	112,7	"	63,9	178,9	10,4	5,9	34,7	9,3	"	"	"	"
	"	"	"	13000	117,0	"	66,7	186,0	11,0	6,2	36,2	9,7	"	"	"	"
	"	"	"	13500	121,8	"	69,4	193,5	11,2	6,3	37,6	10	"	"	"	"
	2800	950/1050	850/950	12000	114,2	2,4	64	180,6	10,6	6,0	35,2	9	"	"	"	"
	"	"	"	12500	118,9	"	67	188,3	11,0	6,2	36,9	9,4	"	"	"	"
	"	"	"	13000	123,3	"	69,7	195,4	11,7	6,4	38,4	9,8	"	"	"	"
	"	"	"	13500	128,4	"	72,6	203,4	11,8	6,6	40	10,2	"	"	"	"
	"	"	"	14000	133,0	"	75,7	211,1	12,4	7,0	41,6	10,7	"	"	"	"
2900	1000/1100	900/1000	12500	124,8	2,6	69,5	196,9	11,5	6,5	39	9,5	"	"	"	"	
"	"	"	13000	129,9	"	72,7	205,2	11,9	6,7	40,5	10	"	"	"	"	
"	"	"	13500	134,6	"	75,6	212,8	12,5	7,0	42,2	10,3	"	"	"	"	
"	"	"	14000	139,7	"	78,8	221,1	13,0	7,4	44	10,8	"	"	"	"	
"	"	"	14500	144,9	"	81,9	229,4	13,2	7,5	45,5	11,2	"	"	"	"	
3000	1050/1150	950/1050	13000	136,5	2,8	75,4	214,7	12,5	7,1	43	10,1	"	"	"	"	
"	"	"	13500	141,8	"	78,5	223,1	13,0	7,4	44,7	10,5	"	"	"	"	
"	"	"	14000	146,6	"	81,9	231,3	13,8	7,8	46,5	10,9	"	"	"	"	
"	"	"	14500	152,0	"	84,9	239,7	14,2	8,0	48,3	11,3	"	"	"	"	
"	"	"	15000	157,0	"	88,1	248,5	14,4	8,1	50	11,7	"	"	"	"	

Fig. 26 zeigt einen Einflammrohrkessel Bauart Kuhn, bei welchem das Flammrohr vorne zur Aufnahme eines Quersieders und Unterbringung des Schrägrostes erheblich erweitert ist. Derartige Kessel werden von 15 bis 120 qm Heizfläche ausgeführt; sie gewähren infolge Anordnung der Schrägrost-Innenfeuerung eine vorzügliche Ausnutzung des Brennstoffes.

Bei dem Zweiflammrohrkessel Bauart Eßlingen Fig. 27 ist der Schrägrost statt im Innern des Flammrohres in einem besonderen Tenbrink-Vorkessel untergebracht worden, wodurch gleichzeitig mit einer guten Brennstoff-

ausnützung durch den Schrägrost ein lebhafter Wassercyclus in dem vorderen Teil des Flammrohrkessels erzielt werden soll.

Um die Heizfläche und damit auch die Dampferzeugung zu vergrößern, ist bei den Flammrohrkesseln (Fig. 25 und 28) unter den beiden oberen Flammrohren ein drittes, etwas engeres Feuerrohr angeordnet, welches in der Regel auch mit einer Rostanlage versehen wird. Auf diese Weise lassen sich (Zahrentafel Nr. 15) Heizflächen bis etwa 250 qm erzielen. Der Durchmesser eines Dreiflammrohrkessels beträgt selten weniger als 2500 mm,



da sonst die Feuerrohre im Verhältnis zu ihrer Länge zu klein im Durchmesser ausfallen würden, bzw. die Rostanlage nicht unterzubringen wäre.

Die bessere Durchdringung des Wasserraumes durch das dritte Flammrohr gestattet gegenüber dem Zweiflammrohrkessel eine höhere quantitative Beanspruchung bei gleicher oder besserer Brennstoffausnutzung. Aus demselben Grunde verkürzt sich auch die Anheizperiode,

kessel mit teilweise gewellten und mit Gallowaystutzen versehenen oberen und einem normal gewellten unteren Flammrohr unten zeigt. Der Rost in dem unteren Flammrohr hat eine Länge von ungefähr  $\frac{3}{4}$  derjenigen in den oberen Rohren. Die Heizgase bespülen die Dreiflammrohrkessel in derselben Weise, wie bei den vorbeschriebenen Ein- und Zweiflammrohrkesseln, so daß auch die Anordnung der Überhitzer von jenen Kesseln nicht abweicht.

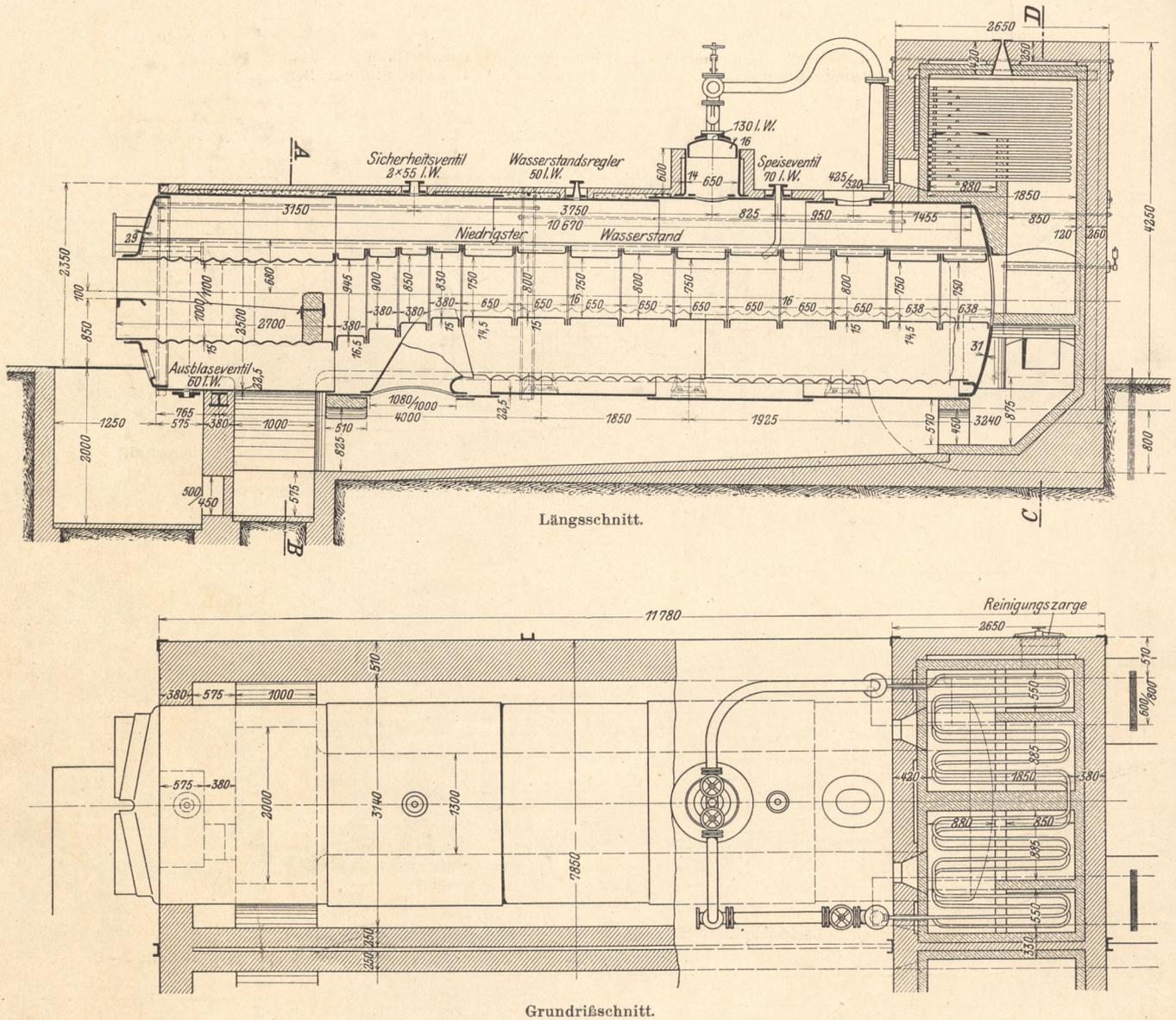


Fig. 29.

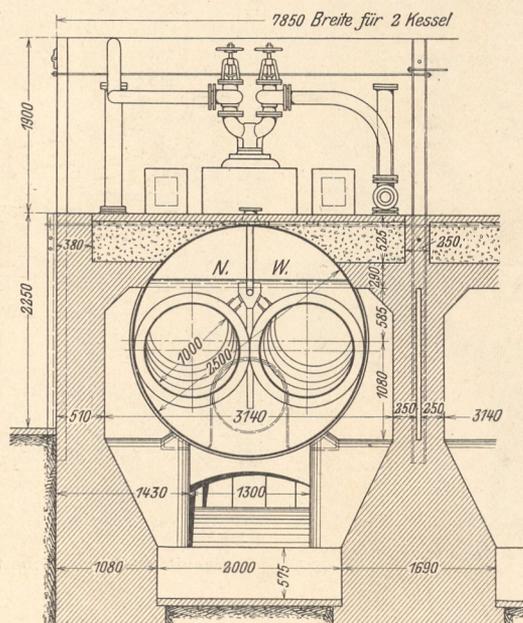
wohingegen die innere Reinigung des Kessels durch das untere Flammrohr, wie bereits erwähnt, sehr behindert wird. Nachteilig wirkt ferner die verschiedene Höhenlage der Flammrohre, die dem Heizer die Bedienung der Roste erschwert.

In Fig. 25 ist ein normaler Dreiflammrohr-Wellrohrkessel dargestellt, während Fig. 28 einen Dreiflammrohr-

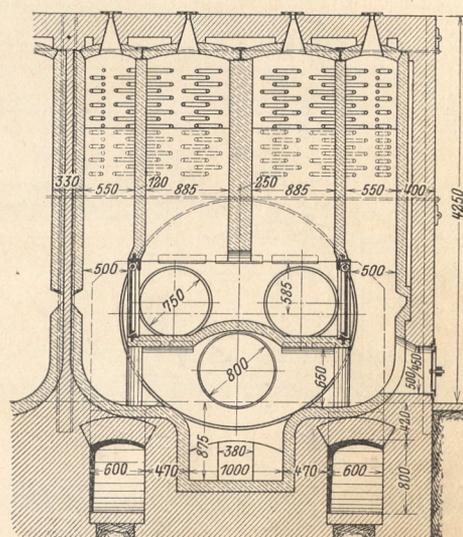
Bei dem Paucschschen Dreiflammrohrkessel D. R. P. (Fig. 29) sind die beiden oberen Flammrohre mit einer Rostanlage versehen, während das dritte Rohr nur auf etwa  $\frac{2}{3}$  der Kessellänge den unteren Teil des Wasserraumes durchdringt. Es befinden sich demnach bei diesem Kesselsystem im vorderen Drittel des Kessels zwei, in den hinteren beiden Dritteln dagegen drei

Flammrohre. Durch die Anordnung des dritten Flammrohres in Verbindung mit dem Einbau einer Speisewasserrinne wird ein Wasserumlauf in der Längsrichtung des Kessels hervorgerufen. Gleichzeitig wird die Temperatur des dem Kessel zugeführten Speisewassers in der Rinne fast bis auf die Flüssigkeitswärme erhöht, wodurch ein großer Teil der Kesselsteinbildner ausgeschieden und in der leicht zu reinigenden Speisewasserrinne zurückgehalten wird. Die Heizgase bespülen nach dem Verlassen der oberen Rostrohre zunächst den Überhitzer, worauf der größere Teil der Gase das untere Flammrohr durchzieht und der kleinere Teil den unteren

Umfang des Kessels bespült, um alsdann, mit den das dritte Flammrohr verlassenden Gasen wieder vereint, durch die Seitenzüge und die beiden Rauchkanäle in den Schornstein zu entweichen. Die Wirkung des dritten, unteren Flammrohres auf die Dampfleistung ist eine sehr energische und gleichmäßige, da sie durch die Beschickungszeiten der Roste infolge der Vereinigung der aus den beiden oberen Rohren kommenden Heizgase nur wenig beeinflusst wird. Die quantitative und qualitative Leistung dieses Kesselsystems ist deshalb eine vorzügliche und die Anheizperiode, wie in Abschn. XIX beschrieben, eine kurze.



Schnitt A—B.



Schnitt C—D, nach vorn gesehen.

Fig. 29. Dreiflammrohrkessel. D. R. P.

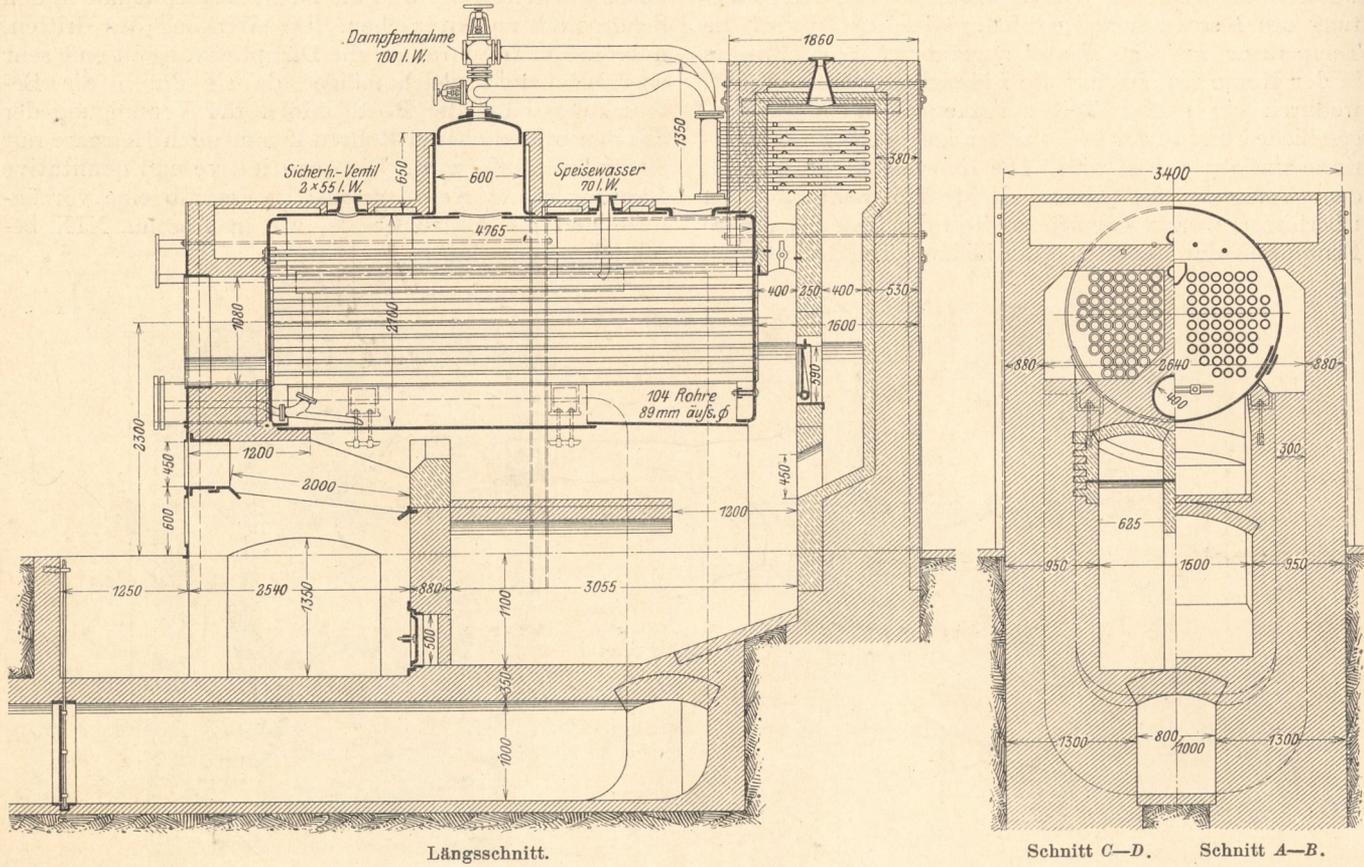
Ausführung: H. Paucksch, A.-G., Landsberg a. W.

Überdruck = 12,5 at,  
 Kesselheizfläche = 125 qm,  
 Überhitzerheizfläche = 35 qm.

Zahlentafel Nr. 16  
 über Dreiflammrohrkessel, System H. Paucksch.

Kesselheizfläche qm	Rostfläche qm	Kesselmaße				Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei guter Steinkohle von 7300 WE			
		Mantel		Feuerrohre Durchmesser		Länge mm	Breite mm	Höhe mm	lichte Weite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Ausnützung des Brennmaterials bei	
		Durchmesser mm	ganze Länge mm	oben mm	unten mm					norm	max	Handfeuerung %	mechanischer Beschickung %
90	2,1	2300	9 000	875	700/800	10 100	3700	2160	2940	30	35	70—72	74
95	3,1	"	9 450	"	"	10 600	"	"	"	"	"	"	"
100	3,3	"	9 900	"	"	11 000	"	"	"	"	"	"	"
110	3,6	2400	10 140	925	750/850	11 300	3800	2190	3040	"	"	"	"
120	3,8	2500	10 320	975	800/900	11 400	3900	2220	3140	"	"	"	"
130	4,1	"	11 050	"	"	12 200	"	"	"	"	"	"	"
140	4,5	"	11 800	"	"	13 000	"	"	"	"	"	"	"

### 3. Rauchrohrkessel.

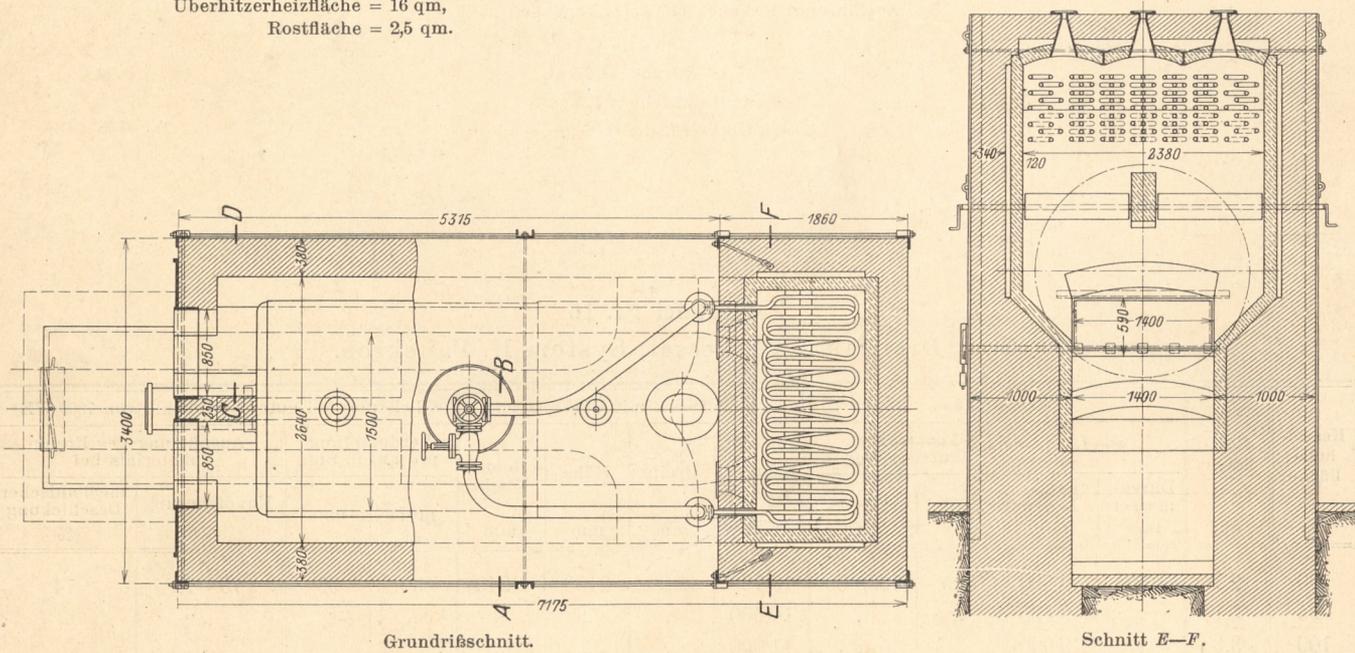


Längsschnitt.

Schnitt C-D. Schnitt A-B.

Fig. 30. Rauchrohrkessel.  
Ausführung: H. Paucksch, A.-G., Landsberg a. W.

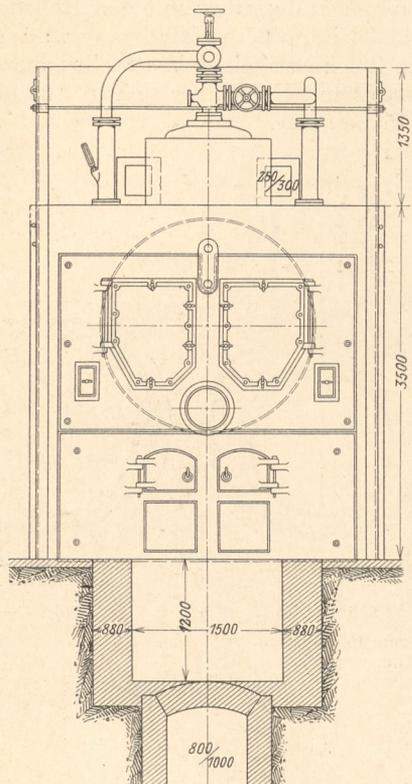
Kesselheizfläche = 146 qm,  
Überhitzerheizfläche = 16 qm,  
Rostfläche = 2,5 qm.



Grundrisschnitt.

Schnitt E-F.

Fig. 30.



Vordere Ansicht.

Da Rauchrohrkessel mit Unterfeuerung ausgerüstet werden müssen, eignen sie sich bei Verwendung von gutartigem Speisewasser zur Verfeuerung von leichten geringwertigen Brennstoffen wie Sägespäne, Torf, Lohe usw.

Bei einer Kesselbeanspruchung von 10 bis 12 kg pro qm Heizfläche und Stunde kann infolge der Anordnung der Rauchrohre eine Ausnützung des Brennstoffes bis zu 75 v. H. und eventuell darüber erzielt werden. Rauchrohrkessel nach Fig. 30 werden für einen Betriebsdruck bis 10 at gebaut. Die Rohre sind dabei laut Fig. 451 an den Enden mit aufgelöteten Bunden versehen und konisch abgedreht, so daß zu ihrer vollkommenen Abdichtung in den Rohrböden ein leichtes Aufwalzen ohne Börtelung genügt. Hierdurch ist es möglich, die Rohre zwecks gründlicher Reinigung etwa alle 2 bis 3 Jahre herauszunehmen und wieder einzusetzen, ohne daß deren Enden verdorben werden.

Rätsam ist es, trotzdem nur weiches Wasser zu speisen, damit kein Kesselstein auf die Feuerplatte gelangt, wodurch dort Wärmestauungen und als deren Folgen Ausbeulungen hervorgerufen werden könnten. In Fig. 30 ist für eine gründliche Entfernung des Schlammes durch Anordnung einer großen Speisewasserrinne und die direkte Verbindung derselben mit der Ausblaseleitung Sorge getragen.

Zahlentafel Nr. 17

über Rauchrohrkessel, ähnlich Fig. 30.

Heizfläche . . . . .	qm	18,9	25,3	31,6	37,2	45,3	49,1	58,9	68,7	78,1	90,4	97,5	113,7	129,6	145,8
Kessellänge . . . . .	mm	1840	2470	3100	2780	3100	3100	3730	4360	3730	4360	3730	4360	4980	5610
Kesseldurchmesser . . . . .	"	1255	1255	1255	1410	1570	1570	1570	1570	1725	1725	1885	1885	1885	1885
Anzahl der Rauchrohre . . . . .	"	40	40	40	54	58	54	54	54	74	74	94	94	94	94
Lichte Weite . . . . .	mm	64	64	64	64	64	76	76	76	76	76	76	76	76	76
Mauerwerk															
ohne															
Länge . . . . .	"	4050	4680	5310	5020	5390	5390	6020	6650	6170	6800	6320	6950	7570	8200
Breite . . . . .	"	2500	2500	2500	2730	2900	2900	2900	2900	3140	3140	3400	3400	3400	3400
Überhitzer															
Höhe . . . . .	"	2605	2605	2605	2725	3020	3020	3020	3020	3110	3110	3350	3350	3350	3350

#### 4. Flammrohr-Rauchrohrkessel.

Der Flammrohr-Rauchrohrkessel kommt im Lokomobilbau fast ausschließlich zur Anwendung. Flammrohr und Heizrohre werden dabei hintereinander angeordnet und mit den Stirnwänden des Kessels durch Verschraubung verbunden, damit das Röhrensystem bei der Kesselreinigung ausgefahren werden kann.

Um die gründliche Reinigung der Siederohre von Kesselstein mit dem Meißel zu ermöglichen (Fig. 446), ist der Abstand der einzelnen Rohre voneinander groß genug zu wählen. Die Befestigung der Rohre in den Rohrwänden ist aus Fig. 447 und 448 ersichtlich. Eine ausgiebige Anzahl Ankerrohre sind bei den Kesseln Fig. 31 und 34 angeordnet, um die Rohrwände vor dem Durchbiegen zu schützen. Die Anordnung von Ankerrohren innerhalb des Rohrbündels ist nach den neueren gesetzlichen Bestimmungen (Bauvorschr. f. Ldk. V.) nicht mehr erforderlich, wenn die Rohre in nach außen sich kegelförmig erweiternden Löchern eingewalzt werden.

Ausziehbare Lokomobilkessel haben meist nur innere Heizfläche. Die Gase bestreichen Flammrohr und Heizrohre und entweichen dann durch die Rauchkammer in den Schornstein. Hin und wieder wird noch ein Unterzug angeordnet, um die Gase vor dem Entweichen in den Schornstein weiter abzukühlen bzw. auszunutzen.

Flammrohr-Heizrohrkessel mit ausziehbarem Rohrsystem zeigen die Fig. 31 und 34.

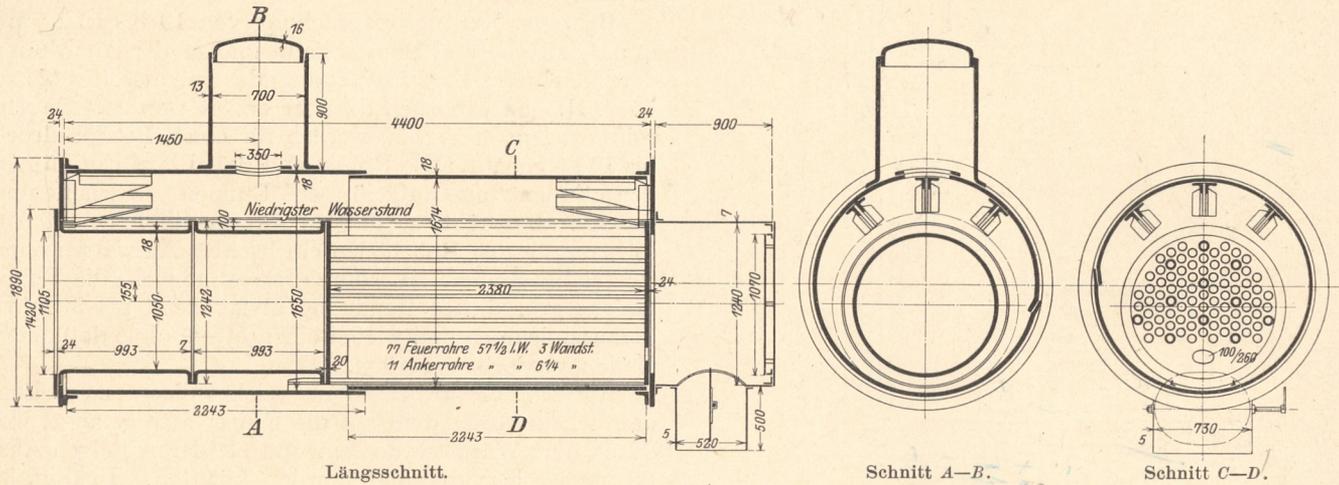
Die Ausführung der Verschraubungen von Flammrohr und hinterer Rohrwand mit den Kesselstirnwänden, wie sie bei diesen Kesseln zur Ausführung gekommen sind, gehen aus den Detailzeichnungen Fig. 32, 33, 35 und 36 deutlich hervor.

Werden ausziehbare Flammrohr-Rauchrohrkessel mit zu hartem Wasser gespeist und angestrengt betrieben, so daß eine häufigere zeitraubende innere Reinigung erforderlich wird, so ist es lohnend — sofern keine längeren Betriebsunterbrechungen möglich sind —, sich ein zweites

komplettes Rohrsystem — Flammrohr mit Rohrwänden und eingewalzten Röhren — zu beschaffen, das dann abwechselnd benutzt wird. Die Reinigung der in Betrieb gewesenen ausgefahrenen Kesselteile kann darauf zu gelegener Zeit und ohne Überhastung vorgenommen werden.

Der in Fig. 31 dargestellte Lokomobilkessel mit ausziehbarem Rohrsystem hat eine Heizfläche von 48,0 qm

und ist für 10 at Betriebsdruck ausgeführt. Die Verzierungen der Stirnwände mit dem Kesselmantel sowie die Verschraubungen derselben mit den Rohrböden sind in Fig. 32 und 33 in größerem Maßstabe wiedergegeben, während eine Zeichnung eines Wolfschen ausziehbaren Lokomobilkessels mit Überhitzer sich in Abschnitt VIII unter Fig. 175 befindet.



Längsschnitt.

Schnitt A—B.

Schnitt C—D.

Fig. 31. Flammrohr-Rauchrohrkessel mit ausziehbarem Rohrsystem.  
Ausführung: R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

Überdruck = 10 at,  
Kesselheizfläche = 48 qm.

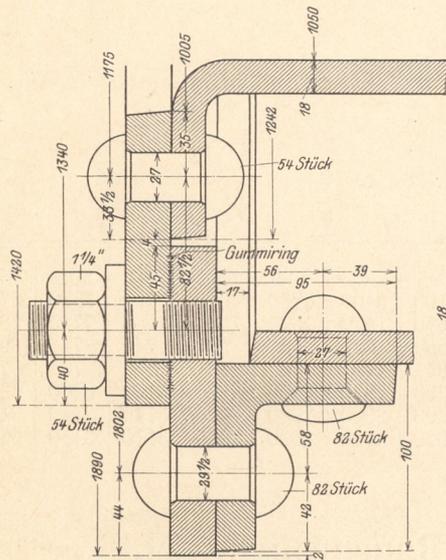


Fig. 32. Verschraubung mit dem vorderen Boden.

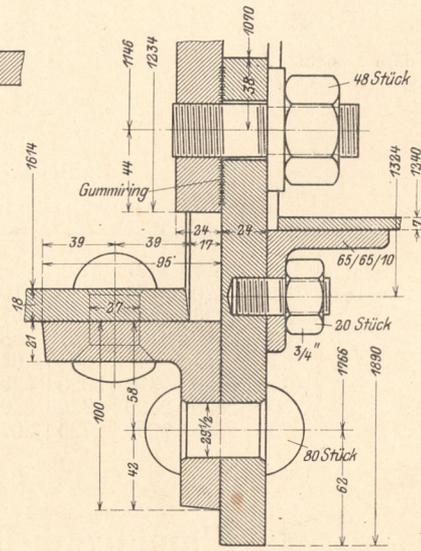


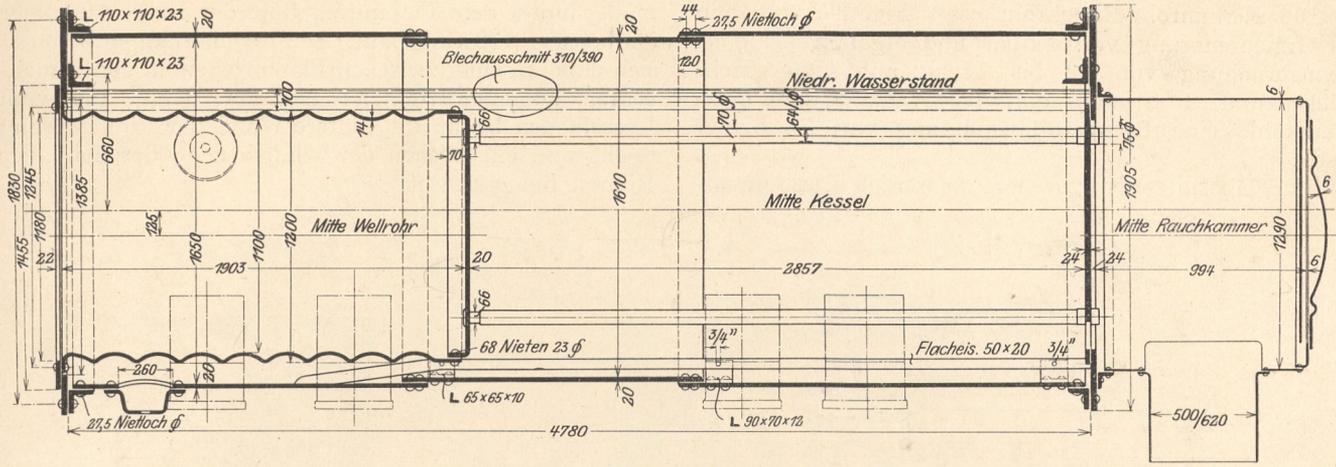
Fig. 33. Verschraubung mit dem hinteren Boden.

Zahlentafel Nr. 18

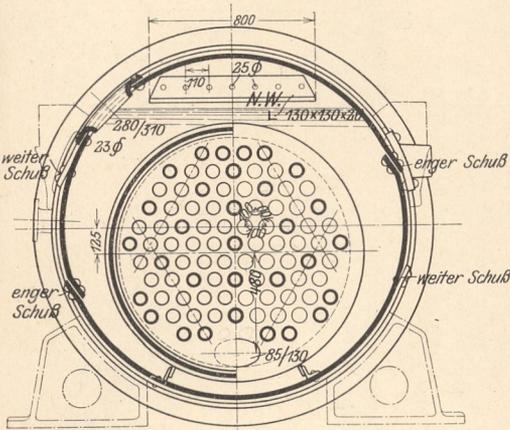
über Wolfsche Lokomobilkessel mit ausziehbarem Röhrensystem, ähnlich Fig. 31.

Kesselheizfläche qm	Rostfläche qm	Höchste Dauerleistung der Maschine in PSe bei Betrieb mit Heißdampf von 310° C		Kesselmantel ohne Überhitzer		Raumbedarf einschließlich Heizerstand			Schmiedeeiserner Schornstein		Leistung bei guter Steinkohle von ca. 7800 WE		
		Einzyliner mit Auspuff	Mehrfache Expansion mit Kondensation	Durchmesser m	Länge m	Länge m	Breite m	Höhe m	Durchmesser m	Höhe m	Verdampfung pro <sup>1)</sup> qm Heizfl. u. Std. in kg	norm	max
10	0,29	21	—	1,02	2,45	5,8	2,3	3,5	0,275	16	15	20	70—75
21	0,6	48	88	1,33	3,00	7,3	3,6	4	0,37	20	16,8	20	"
32	0,86	75	140	1,6	3,72	9,3	3,9	4,2	0,47	22	18	23,5	"
45	1,35	115	200	1,8	4,45	10,6	4,3	4,5	0,56	27	20	24,5	"
66	2,0	170	280	2,0	5,25	12,5	5,2	5,8	0,7	30	20	26	"
94	2,36	—	400	2,22	5,71	14,4	6,1	6,2	0,9	39	20	26,5	"
112	2,73	—	500	2,35	6,15	16,6	6,7	6,5	0,95	42	22	27	"

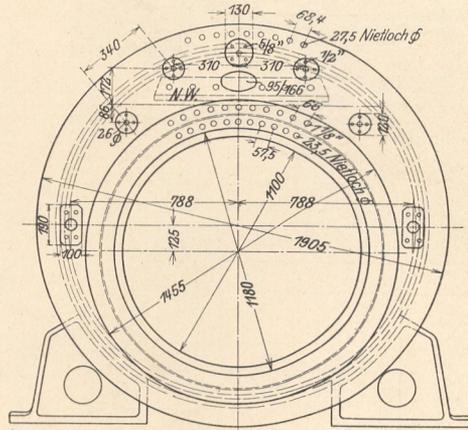
<sup>1)</sup> Bei Beurteilung der Verdampfung pro qm Heizfläche ist zu berücksichtigen, daß in den Abgasen ein Überhitzer von ca. 2/3 der Kesselheizfläche liegt.



Längsschnitt.



Querschnitt.



Vordere Ansicht.

Fig. 34. Flammrohr-Rauchrohrkessel (Lokomobilkessel) mit ausziehbarem Rohrsystem.

Ausführung: Heinrich Lanz, Mannheim.

Überdruck = 10 at,  
Kesselheizfläche = 64,3 qm.

91 Rohre

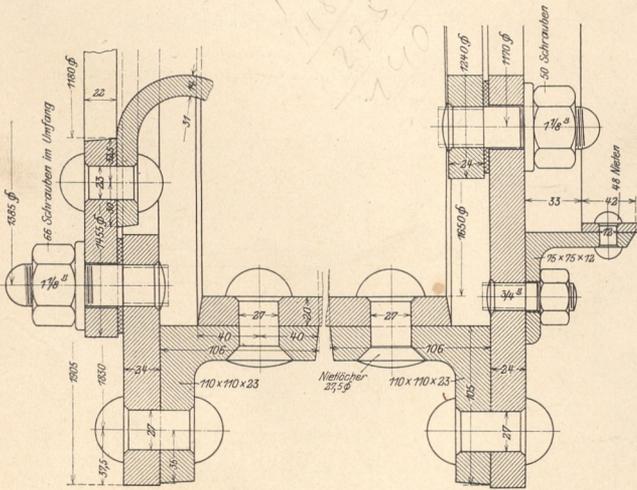


Fig. 35. Verschraubung mit dem vorderen Boden.

Fig. 36. Verschraubung mit dem hinteren Boden.

Ein Lanzscher ausfahrbarer Lokomobilkessel von 64,3 qm Heizfläche, konstruiert für 10 at Überdruck, ist in Fig. 34 abgebildet, während die Details der Verschraubungen und Vernietungen aus Fig. 35 und 36 ersichtlich sind. Der Kesselmantel hat einen Durchmesser von 1650 mm, das Wellrohr-Flammrohr einen solchen von 1100/1200 mm. Unter den 91 Rauchrohren von 70 mm äußerem Durchmesser und 2857 mm Länge befinden sich 31 Ankerrohre, welche, ebenso wie die Rauchrohre, auf der dem Feuer zunächst liegenden Seite umgebörtelt sind. Auf der gegenüberliegenden Seite sind die Rauchrohre

mit vorstehenden geraden Enden versehen, um sie nach eventuell notwendig werdendem Herausnehmen noch ein oder mehrere Male wieder verwenden zu können. Beim Herausziehen und Wiedereinfahren des Rohrsystems gleitet die hintere Rohrwand auf zwei Flacheisenschienen, die mittels Winkelstückchen am Mantel befestigt sind.

Bei dem Flammrohr-Rauchrohrkessel in Fig. 37 sind die Heizrohre neben dem seitlich liegenden Flammrohre angeordnet und haben demnach dieselbe Länge wie jenes. Im Kessel muß, da das Rohrsystem nicht ausfahrbar ist, genügend Raum vorhanden sein, um die innere Reinigung sachgemäß ausführen zu können.

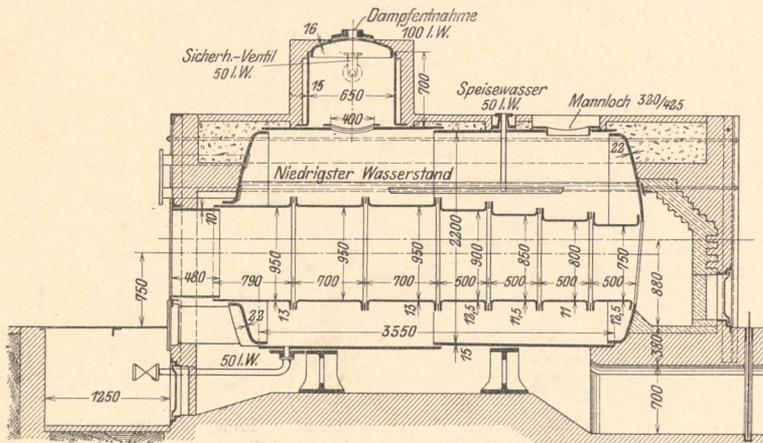
Die Heizgase bestreichen nach dem Verlassen des Feuerrohres zunächst die Rauchrohre und dann den seitlichen und unteren Teil des Kesselmantels im letzten Zuge. Die seitliche Ummauerung kann eventuell auch fortfallen, wobei die Heizgase nach dem Verlassen der Rauchrohre dann, ähnlich wie bei den Schiffskesseln, in eine aus Blech gebildete vordere Rauchkammer gelangen, über oder neben welcher der Schornstein aufgestellt wird. Um die Umkehr der Rauchgase zwischen Flamm- und Rauchrohren zu ermöglichen, wird in solchen Fällen eine mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Kammer aus Blech hinten angebaut.

Derartige Kessel haben dann, ebenso wie in der Regel die ausziehbaren Lokomobilkessel, nur Innenheizflächen, während der Mantel außen durch Auftragen eines Isoliermittels und nachfolgender Umkleidung mit dünnem Blechmantel zur Verringerung der Wärmeverluste durch Leitung und Strahlung geschützt wird.

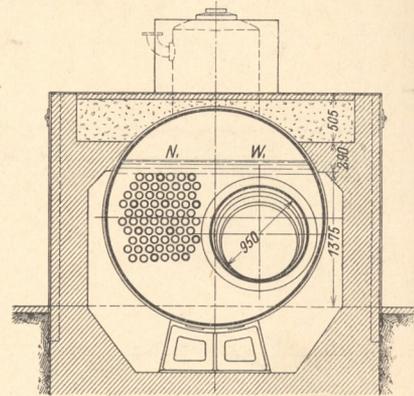
Die Flammrohr-Rauchrohrkessel Fig. 37 sind nur für Innenfeuerung verwendbar und ergeben bei einer Beanspruchung von 12 bis 14 kg auf 1 qm Heizfläche und 1 Stunde und bei Verwendung guter Steinkohle eine Brennstoffausnutzung von 72 bis 75 v. H.

Sind Überhitzer vorzusehen, so werden diese zweck-

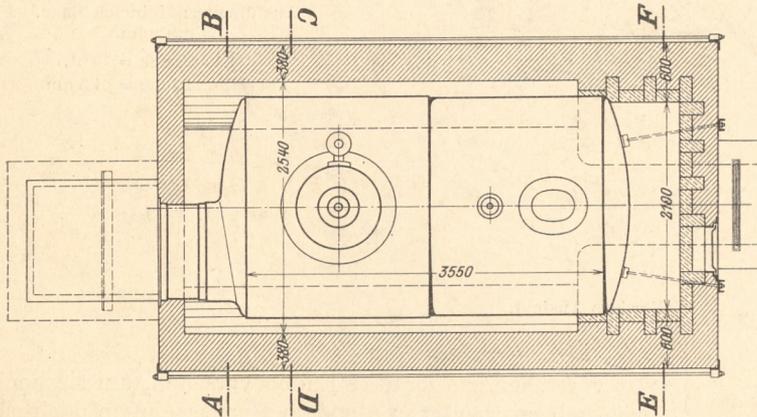
mäßig hinter dem Flammrohr über der Umkehrkammer ähnlich Fig. 172 eingebaut. Die Regulierklappe befindet sich dabei in einer zwischen Flammrohr und den Rauchröhren aufgemauerten, senkrechten Wand, die vom Kesselboden bis an die hintere Wand der Einmauerung reicht und ein Drehen der Klappe nach der Seite der Röhren hin gestattet.



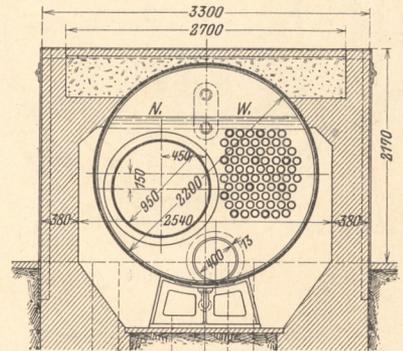
Längsschnitt.



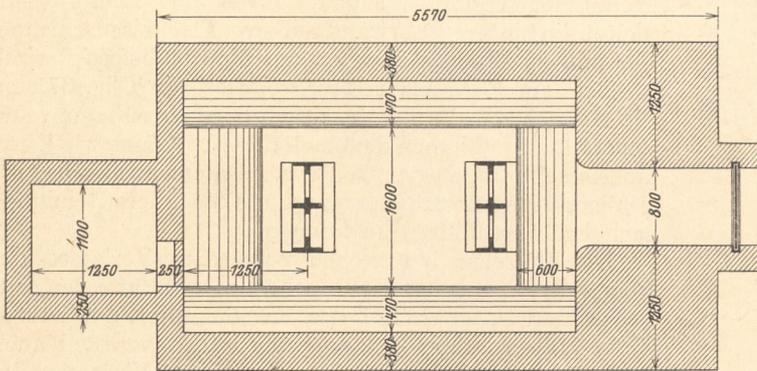
Schnitt A-B.



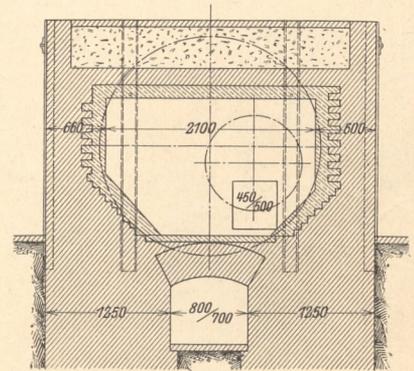
Grundrißschnitt.



Schnitt C-D, nach vorn gesehen.



Fundamentschnitt.



Schnitt E-F.

Fig. 37. Flammrohr-Rauchrohrkessel. Ausführung: H. Paucksch, A.-G., Landsberg a. W. Überdruck = 8 at, Kesselheizfläche = 90 qm.

Zahlentafel Nr. 19  
über Flammrohr-Rauchrohrkessel, Fig. 37.

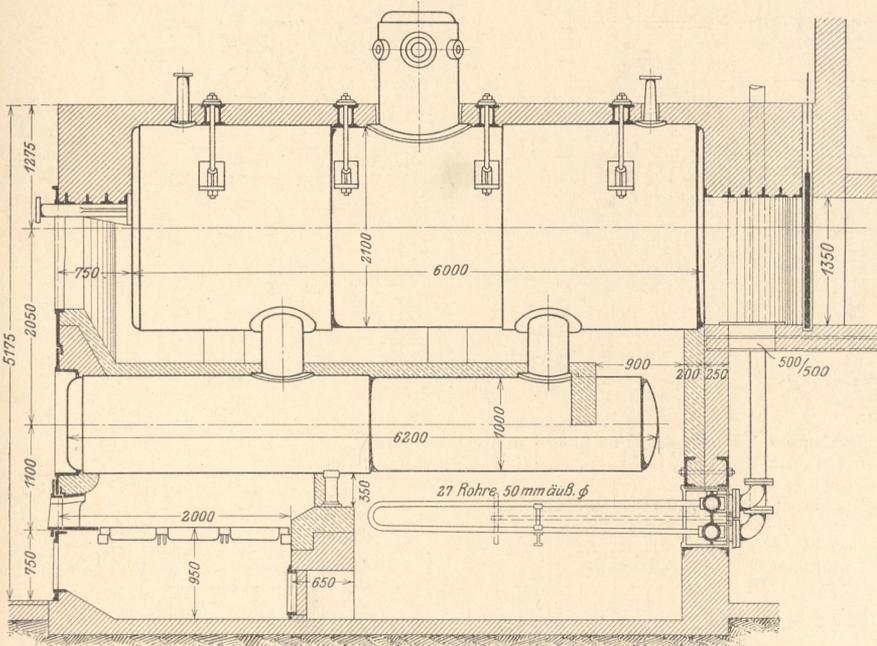
Kesselheizfläche . . . . .	qm	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Kessellänge . . . . .	mm	2200	2850	3380	3700	3890	4000	3980	4040	4160	4560	4500
Kesseldurchmesser . . . . .	"	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2300	2400
Größter Flammrohrdurchmesser . . . . .	"	650	650	700	800	850	900	900	950	1000	1000	1000
Kleinster . . . . .	"	500	500	550	600	650	700	700	750	800	800	800
Anzahl der Rauchrohre von 76 mm lichter Weite . . . . .	"	23	27	30	38	44	51	59	70	79	79	89
Mauerwerk-Länge . . . . .	"	3580	4250	4850	5200	5400	5530	5510	5570	5690	6070	6030
"-Breite . . . . .	"	2550	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3400	3500
"-Höhe . . . . .	"	1770	1870	1920	1970	1970	2020	2110	2170	2250	2250	2320

## 5. Kombinierte Kessel.

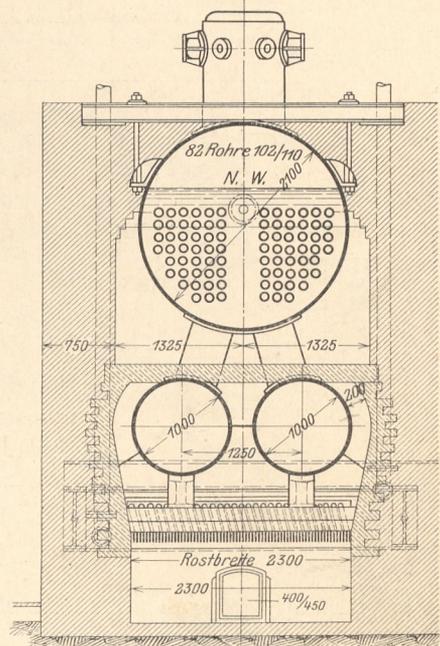
### A. Allgemeines.

Mit der Zunahme der Leistungen der Dampfkraftmaschinen stellte sich das Bedürfnis heraus, größere Kessel zu bauen, d. h. größere Heizflächen, als dieses mit den bisher beschriebenen einfachen Systemen möglich war, in einem Kessel unterzubringen. Sofern nun die Art des Betriebes die Beschaffung eines Großwasser-raumkessels bedingte, sah man sich gezwungen, zwei oder

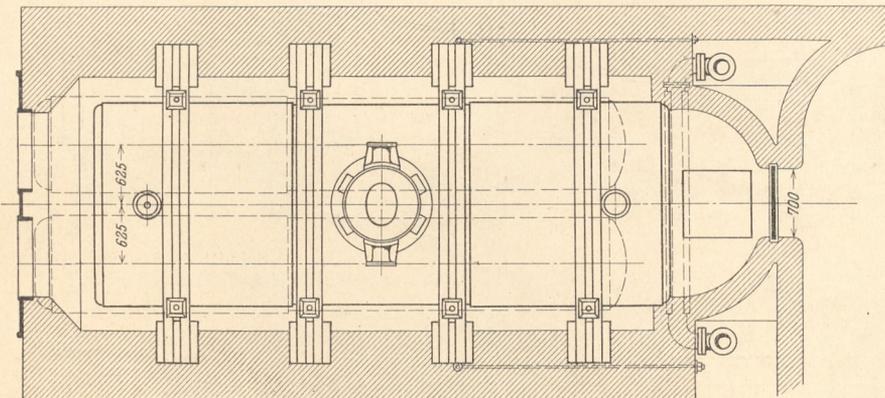
mehrere solcher Kessel über- oder hintereinander zu legen, zu kombinieren, wobei der obere oder hintere Kessel in der Regel mit Rauchröhren versehen wurde, um bei beschränktem Raume die geforderte Heizfläche unterbringen zu können. Auf diese Weise sind die kombinierten Rauchrohrkessel entstanden, deren ältester Vertreter der in Fig. 38 dargestellte Sieder-Rauchrohrkessel ist.



Längsschnitt.



Querschnitt.



Grundrißschnitt.

Fig. 38. Sieder-Rauchrohrkessel.

Ausführung: Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen i. E.

Heizfläche = 215 qm,  
Überhitzerheizfläche = 34 qm,  
Rostfläche = 4,0 qm.

mehrere solcher Kessel über- oder hintereinander zu legen, zu kombinieren, wobei der obere oder hintere Kessel in der Regel mit Rauchröhren versehen wurde, um bei beschränktem Raume die geforderte Heizfläche unterbringen zu können. Auf diese Weise sind die kombinierten Rauchrohrkessel entstanden, deren ältester Vertreter der in Fig. 38 dargestellte Sieder-Rauchrohrkessel ist.

rostes mit rückkehrender Flamme eine möglichst rauchfreie Verbrennung und gute Brennstoffausnutzung zu erzielen. Kessel dieser Bauart werden auch heute noch vielfach in einer Größe bis zu 300 qm Heizfläche und für einen Betriebsdruck bis zu 15 at ausgeführt.

### B. Kombinierte Sieder-Rauchrohrkessel (über-einanderliegend).

Obwohl dieses Kesselsystem in Deutschland, mit Ausnahme von Elsaß-Lothringen, nur eine geringe Verbrei-

### C. Kombinierte Sieder-Rauchrohrkessel (hintereinanderliegend).

Bei dem Dupuis-Kessel ist der Rauchrohrkessel nicht über, sondern hinter dem Sieder gelagert und zwar stehend. Die Heizgasführung ist aus der Zeichnung Fig. 40 ersichtlich. Die Feuerung liegt unter dem Sieder,

*Handwritten note:* *Handwritten*

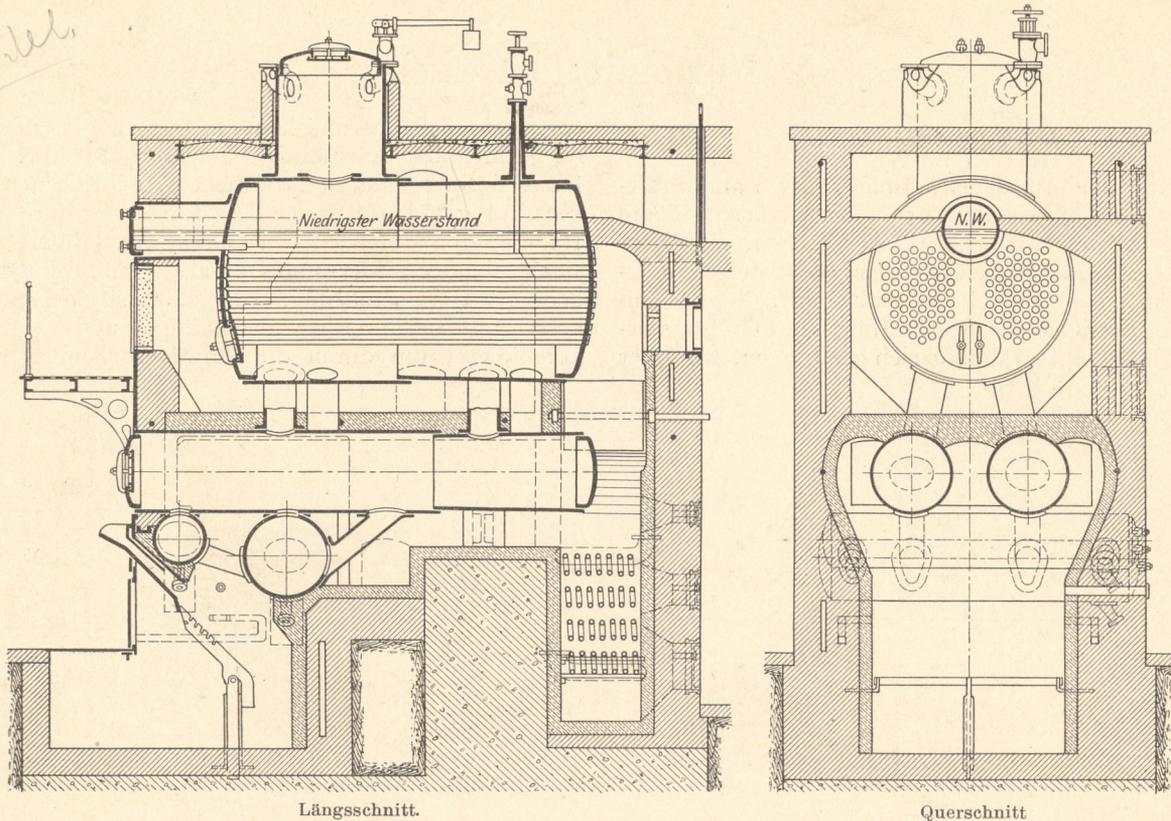


Fig. 39. Rauchrohrkessel, kombiniert mit Längs- und Quersiedern.  
Ausführung: Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen, und G. Kuhn, Stuttgart-Berg.

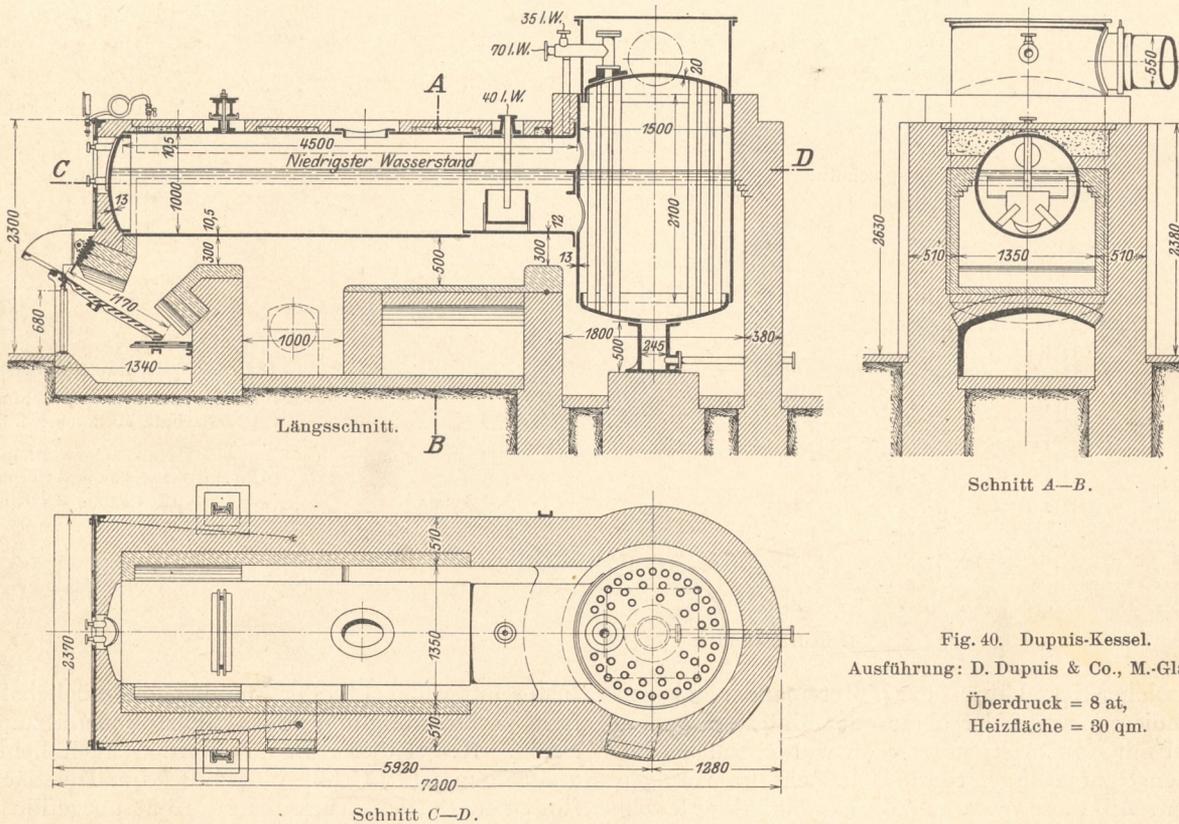


Fig. 40. Dupuis-Kessel.  
Ausführung: D. Dupuis & Co., M.-Gladbach.  
Überdruck = 8 at,  
Heizfläche = 30 qm.

die Gase werden an diesem entlang zunächst an den Mantel des Röhrenkessels geführt und bestreichen dann erst von unten nach oben die Innenheizfläche der Rauchrohre, die durch ihre senkrechte Lage leichter rein gehalten werden, als dieses bei horizontal gelagerten Rauchrohr-Oberkesseln der Fall ist. Da aber die Dampfleistung dieses Kesselsystems pro qm Heizfläche und Stunde keine

hohe ist und die durch die Unterfeuerung bedingten großen Ausstrahlungsflächen des Mauerwerks im ersten Feuerzuge keine besonders gute Brennstoffausnützung gestatten, fertigt die Firma D. Dupuis & Co. in M.-Gladbach derartige Sieder-Rauchrohrkessel nur noch in besonderen Fällen an, während sie im allgemeinen die kombinierten Kessel nach ihrem D. R. P. 170 352 (Fig. 47 und 48) baut.

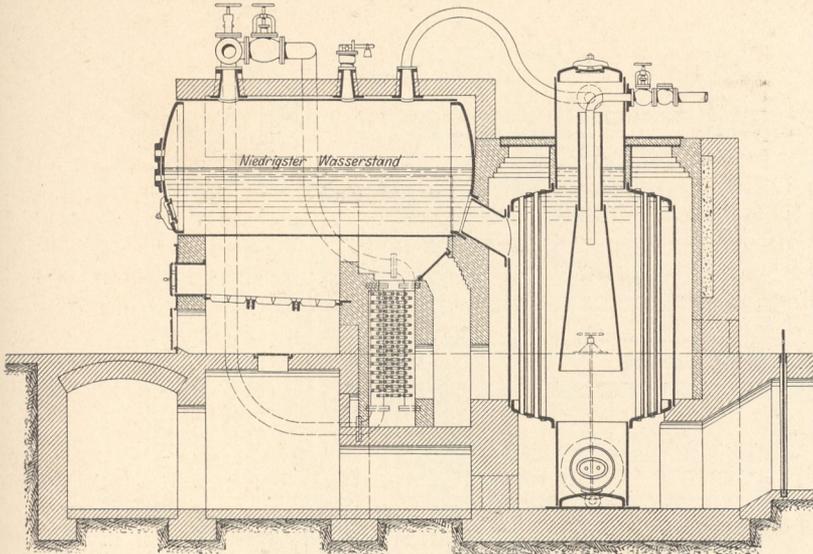


Fig. 41. Rauchrohrzirkulationskessel. D. R. P. Nr. 187496 u. 192158.  
Ausführung: Böhm, Burckas & Cie., G. m. b. H., Schöningen.

Eine von dem Dupuis-Kessel (Fig. 40) verschiedene Bauart weist der kombinierte Rauchrohr-Zirkulationskessel Fig. 41 insofern auf, als hier der Sieder erheblich kürzer gehalten ist als bei ersterem System, und daß derselbe mit dem stehenden Rauchrohrkessel durch einen besonderen Stutzen verbunden wird. Die senkrechten Rauchrohre werden vollständig vom Wasser umspült. Die Anordnung eines Dampfdomes ermöglicht die Führung der Heizgase durch die Rauchröhren von oben nach unten, wodurch bei entsprechender Einleitung des Speisewassers in den Rauchrohrkessel ein Gegenstrom in diesem erzielt wird.

#### D. Kombinierte Flammrohr-Rauchrohrkessel (übereinanderliegend).

##### a) Mit einem Wasser- und Dampfraum.

Nachdem man allgemein dazu überging, an Stelle der Kessel mit Unterfeuerung solche mit Innenfeuerung anzulegen und insbesondere den Flammrohrkessel vervollkommnete, wurden auch kombinierte Flammrohr-Rauchrohrkessel gebaut, indem man

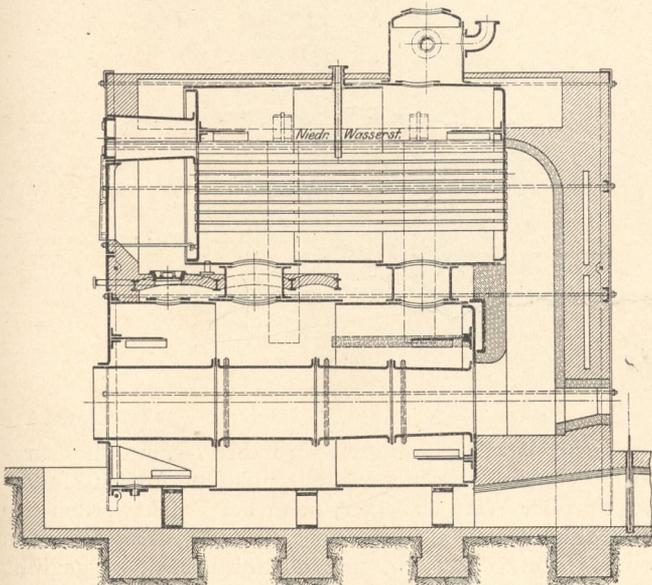


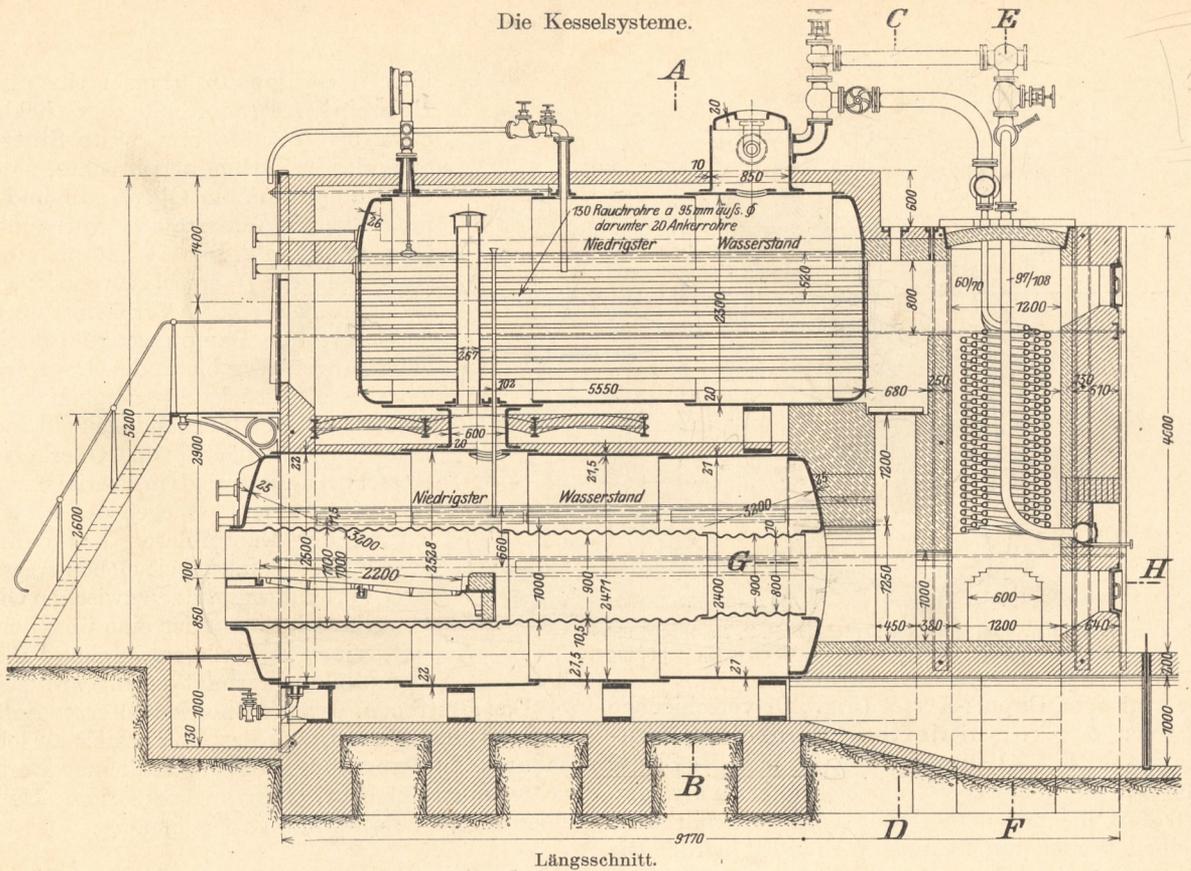
Fig. 42. Kombiniertes Flammrohr-Rauchrohrkessel mit einem Wasser- und einem Dampfraum.

über dem Flammrohrkessel einen kürzeren Heizrohrkessel anordnete und beide durch etwa 500 bis 600 mm weite Stutzen miteinander in Verbindung brachte, so daß nur ein Dampfraum im Oberkessel und ein gemeinsamer Wasserraum vorhanden war (Fig. 42). Diese Bauart hat aber den Mißstand, daß die Dampfblasen aus dem Unterkessel, in dem eine im Verhältnis zur Gesamtleistung große Dampferzeugung stattfindet, einen langen Weg bis in den Dampfraum des Oberkessels zurückzulegen haben und infolgedessen bei der vorhandenen kleinen Verdampfungsoberfläche im Oberkessel dem Kessel bei angestrebtem Betriebe sehr nasser Dampf entweicht. Wegen der besseren Ableitung der Dampfblasen aus dem Unterkessel müssen daher bei solchen Kesseln stets zwei Verbindungsstutzen zwischen Ober- und Unterkessel, davon der eine über dem Roste, — derjenigen Stelle, an welcher die größte Dampfbildung erfolgt —, angeordnet werden.

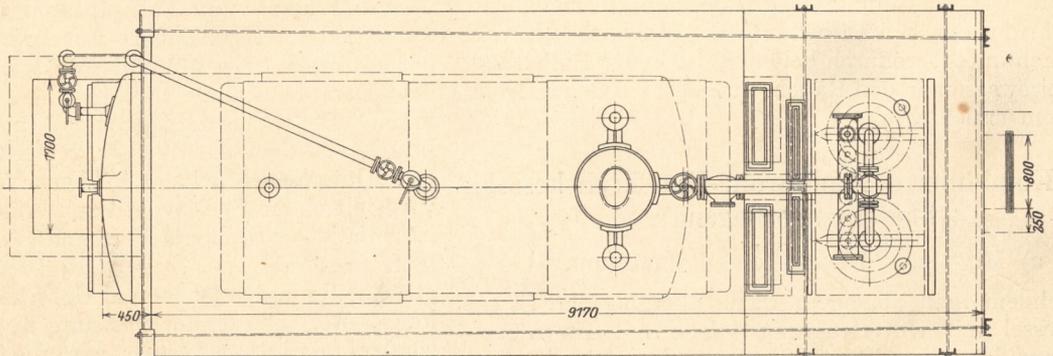
Das Bestreben, den im Unterkessel erzeugten Dampf direkt in den Dampfraum des Oberkessels zu leiten, um dadurch letzterem unmittelbar trockenen Dampf entnehmen zu können, führte dazu, dem Unterkessel einen eigenen Dampfraum zu geben.

##### b) Mit getrennten Wasser- und Dampfräumen.

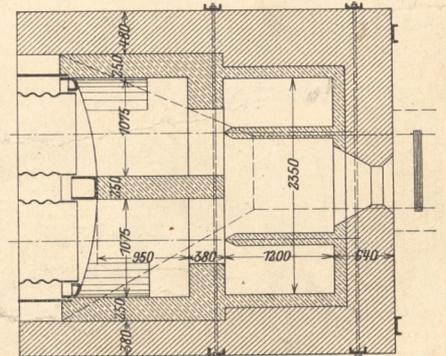
Die Wasser- und Dampfäume sind dabei durch in der Regel im Kesselinnern angeordnete, nicht absperrbare Röhren (Fig. 43) miteinander verbunden, so daß eine Dampfentnahme nur aus dem Oberkessel erfolgen kann. Die Speisung geschieht meist in den Oberkessel, aus dem das Wasser durch ein Überlaufrohr in den Unterkessel gelangt. Aber auch der Unterkessel wird mit einem Speiseventil ausgerüstet, damit erforderlichenfalls — bei einem Versagen (Verstopfen) des Überlaufrohres oder zu lange unterbrochener Speisung — gleichzeitig in den Ober- und Unterkessel gespeist werden kann. Bei anhaltender Speisung in den Oberkessel, besonders mit kaltem Wasser, wird die Temperatur in demselben erheblich herabgemindert, so daß der Unterkessel einen verhältnismäßig hohen Anteil an der Dampferzeugung hat, der je nach der Führung der Heizgase 70 bis 80 v. H. der Gesamt-Dampfleistung beträgt. Der Oberkessel dient dann trotz der so viel größeren Heizfläche, die er gegenüber dem Unterkessel besitzt, fast nur als Vorwärmer und nimmt höchstens mit 20 bis 30 v. H. an der Dampfproduktion teil. Der Nutzeffekt des Kessels aber erscheint in diesem Falle am günstigsten, da die heißeren Gase im Unterkessel die vorgewärmte Wassermenge treffen und der Kessel alsdann, soweit die Innenheizfläche in Frage kommt, nach dem Gegenstromprinzip arbeitet. Besonderes Gewicht ist bei derartig konstruierten Kesseln auf ein genügend weites Dampfzugsrohr in den Oberkessel zu legen. Es könnte sonst der Fall eintreten, daß bei plötzlicher starker Dampfentnahme und wenn der Wasserinhalt des Oberkessels nicht die volle Flüssigkeitswärme bzw. Dampfreserve hat, der Druck im Unterkessel den des Oberkessels so viel überwiegt, daß sein Wasserinhalt teilweise, eventuell bis zur Freilegung des unteren Endes des Speiseüberlaufrohres, durch dieses in den Oberkessel gedrückt würde. Das Überlaufrohr muß daher auch in einer Höhe von mindestens 100 mm über dem Flammrohrscheitel endigen, damit bei einem eventuellen



Längsschnitt.



Obere Ansicht.



Schnitt G—H.

Fig. 43.

Überreißn des Wassers ein Bloßlegen des Flammrohres nicht zu befürchten ist.

Bei der Inbetriebsetzung, d. h. beim Anheizen eines kombinierten Kessels und beim ersten Nachspeisen sollte stets die Speisung in den Unterkessel mitbenützt werden, da der Inhalt des Oberkessels doch an und für sich schon lange genug in der Temperatur hinter dem Unterkessel zurückbleibt und sonst u. a. die Gefahr des Undichtwerdens der hinteren Enden der Siederöhren (S. 61) noch vergrößert wird.

Die Kessel erhalten an Ober- und Unterkessel gesonderte Wasserstandsrichtungen, die beide den gesetzlichen Bestimmungen genügen müssen.

Bei den kurzen Unterkesseln haben die Heizgase, nachdem sie in die Umkehrkammer zwischen Ober- und Unterkessel gelangen, sehr oft noch eine so hohe Temperatur, daß das Mauerwerk dieser Kammer weißglühend wird. Da nun der Hinterboden des Unterkessels in seiner oberen Hälfte nicht vom Wasser gekühlt wird, ist in Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen (Allg. pol. Best. f. Ldk. § 3, 2), — daß die Heizgase den Dampfraum eines Kessels erst dann berühren dürfen, wenn sie eine Heizfläche gleich der 20- bzw. 40fachen

Größe der Rostfläche bestrichen haben —, auf eine sorgfältige Umkleidung dieser Stelle mit feuerfestem Mauerwerk großer Wert zu legen; denn bei Defektwerden der Umkleidung würde der obere Teil des Hinterbodens seines Schutzes beraubt und Gefahr laufen, ausgeglüht zu werden, was dann leicht ein Ausbauchen oder Aufreißen des Bleches zur Folge haben kann. Oft wird auch

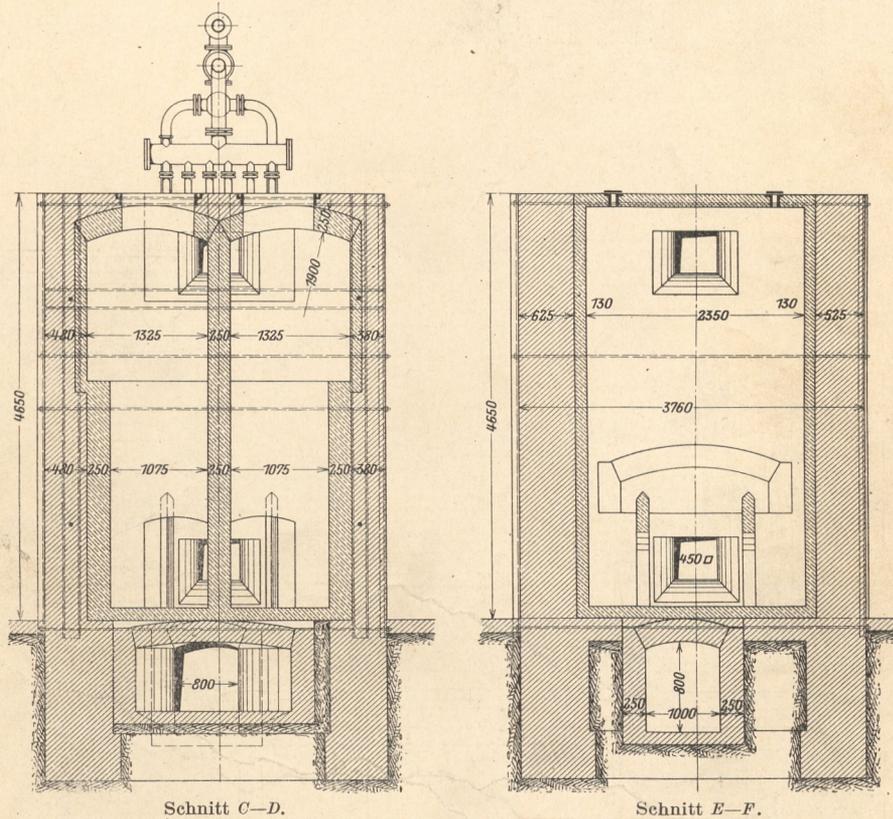
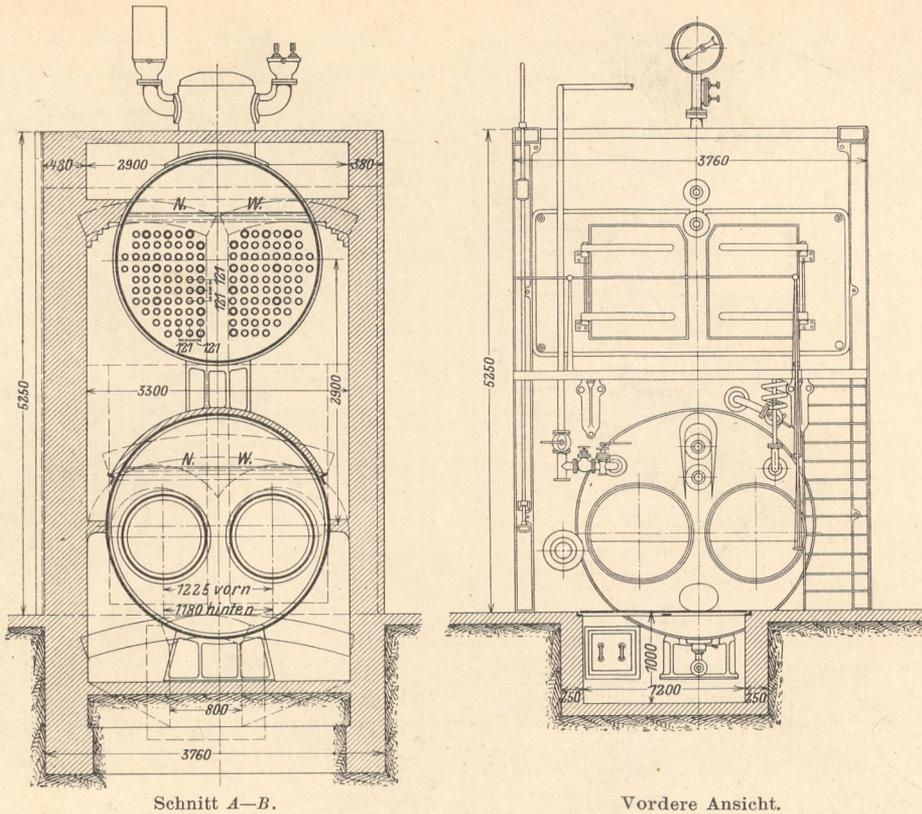


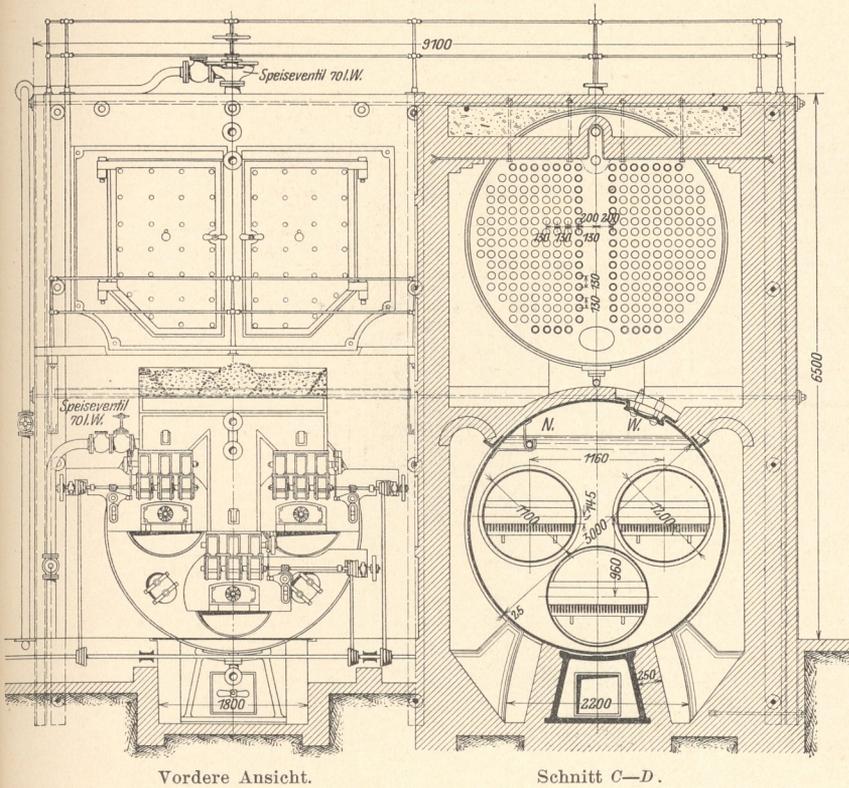
Fig. 43. Kombiniertes Zweiflammrohr-Rauchrohrkessel mit getrenntem Wasser- und Dampfraum. Ausführung: Ewald Berninghaus, Duisburg a. Rh. Überdruck = 12 at, Kesselheizfläche = 270 qm, Überhitzerheizfläche = 70 qm, Rostfläche = 4,44 qm.

der Hinterboden vom Wasserspiegel aufwärts erst durch einen gußeisernen Hohlkasten und dann durch feuerfestes Mauerwerk geschützt. Wird aber solch ein gußeiserner Schutzkasten glühend, so schadet er oft mehr, als er nützt, da sich dann die Gußwände leicht verziehen und infolgedessen das feuerfeste Gewölbe zerstören. Daß es möglich ist, mittels guter feuerfester Steine und zweckmäßig angelegter Gewölbe den Hinterboden sicher zu

schützen, hat die Praxis gelehrt. Die Gewölbe sind am besten aus Fassungsteinen (Fig. 43) halbkreisförmig herzustellen und durch einen Schutzbogen noch von dem darüberliegenden Mauerwerk zu entlasten.

Der kombinierte Kessel Fig. 43 hat eine Heizfläche von 270 qm. Mantel und Flammrohre des Unterkessels sind im Durchmesser nach hinten verjüngt. Der Verbindungsstutzen zwischen Ober- und





Unterkessel befindet sich vorne, während hinten der Oberkessel sein Gewicht durch einen Kesselstuhl auf den Unterkesselmantel überträgt. Fig. 44 zeigt einen besonders großen kombinierten Flammrohr-Rauchrohrkessel von 600 qm Heizfläche, mit 3 Wellrohr-Feurröhren im Unterkessel und insgesamt 270 Rauchrohren im Oberkessel. Die Dampfableitung aus dem Unter- in den Oberkessel erfolgt durch ein großes Rohr mit ovalem Querschnitt; ein Speiseüberlaufrohr ist dagegen nicht vorhanden. Ober- und Unterkessel müssen also im vorliegenden Falle getrennt gespeist werden. Ein mittlerer, aufgenieteter Verbindungsstutzen und je ein vorderer und hinterer, auf Rollen gelagerter Kesselstuhl übertragen die Gewichte des Oberkessels auf den Unterkesselmantel.

Um der Gefahr des Erglühens des Hinterbodens sicher zu begegnen, baute zuerst Piedboeuf den kombinierten Flammrohr-Rauchrohrkessel

e) mit einem Wasserraum und getrennten Dampfträumen,

indem durch eine Scheidewand im oberen Teile des Unterkessels und entsprechende Anordnung des Verbindungsstutzens eine vollständige Bepflügelung des Hinterbodens vom Wasser ermöglicht wurde. Dadurch entfällt der Schutz durch feuerfeste Gewölbe, wobei gleichzeitig die Heizfläche des Kessels vergrößert wird. Bei der älteren Bauart (Fig. 45) erfolgte die Dampfableitung aus dem Unterkessel durch ein außerhalb des Kessels liegendes Rohr. Auf dem oberen Ende dieses Rohres war sodann ein Ventil montiert, welches durch einen Schwimmer mit Stange vom Unterkessel aus derart betätigt wurde, daß der Wasserstand hier während des Betriebes in einer bestimmten Höhe konstant gehalten wurde.

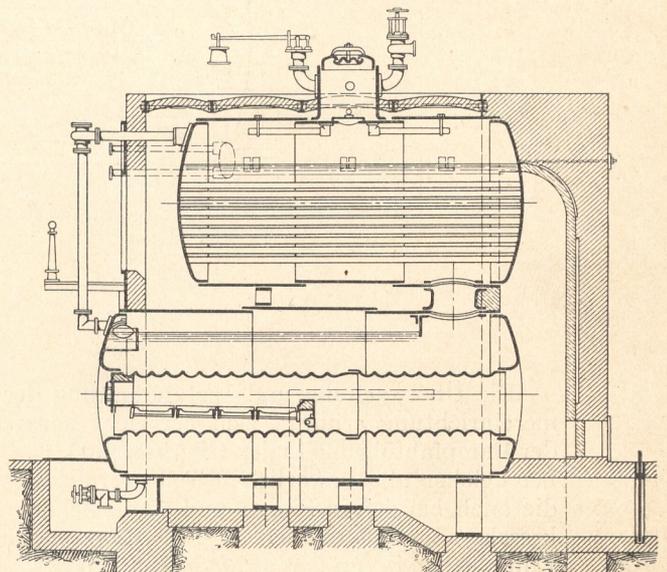
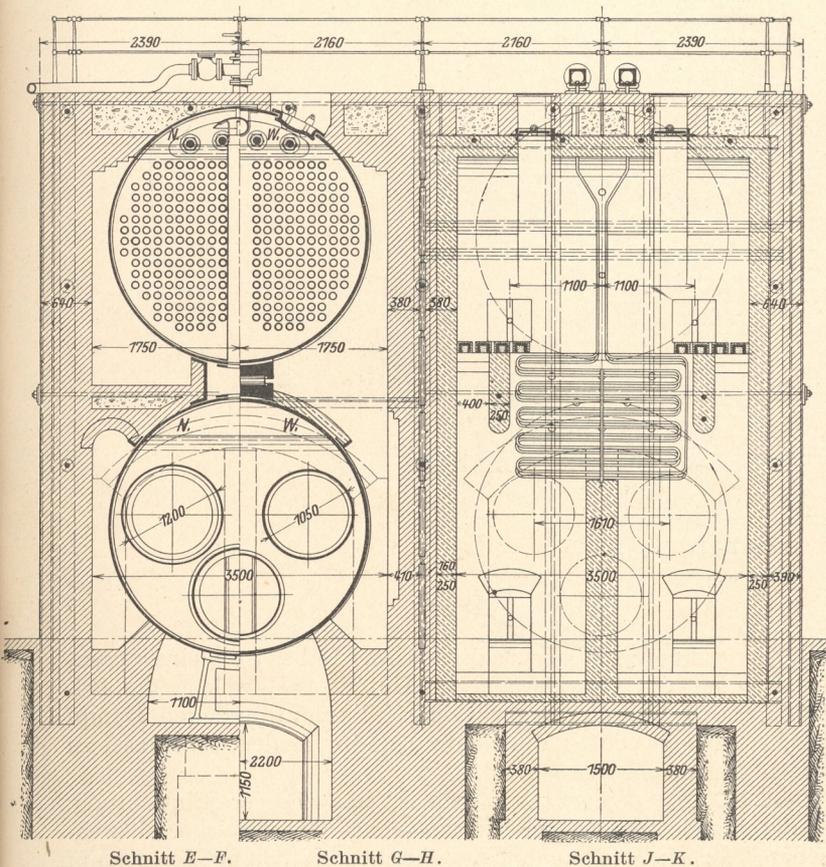
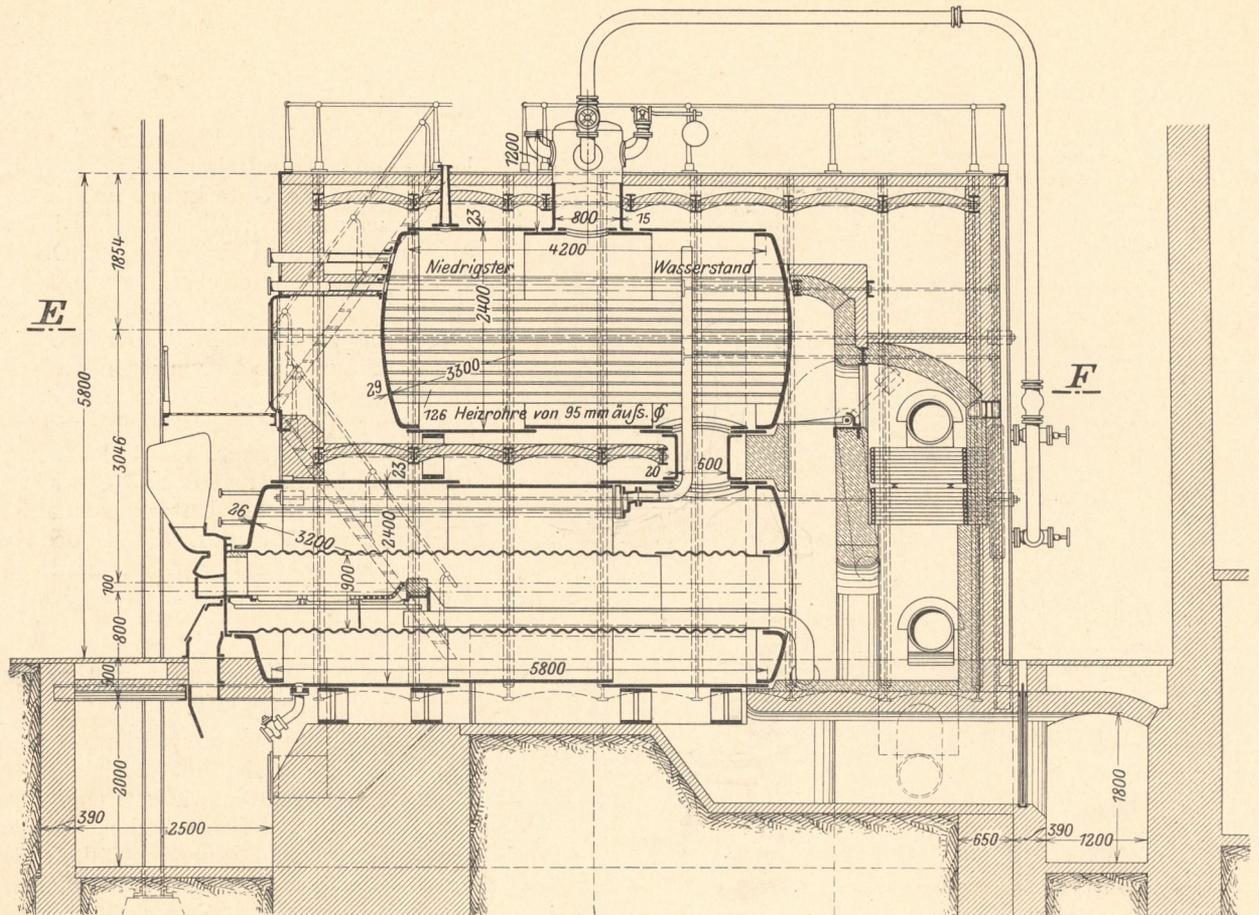


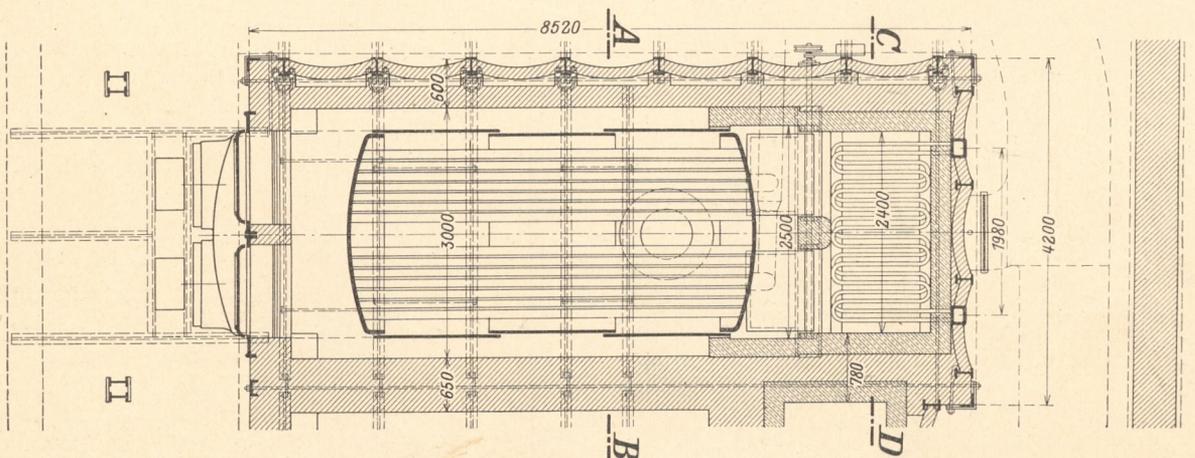
Fig. 44. Kombiniertes Dreiflammrohr-Rauchrohrkessel mit getrennten Wasser- u. Dampfträumen. Ausführung: Sächsische Maschinenfabrik vorm. R. Hartmann, Chemnitz.

Fig. 45. Kombiniertes Kessel mit einem Wasserraum und zwei Dampfträumen. Ältere Bauart Piedboeuf.

Überdruck = 12 at,  
Kesselheizfläche = 600 qm,  
Rostfläche = 9,1 qm.



Längsschnitt.



Schnitt E-F.

Fig. 46.

Die Überwachung und Instandhaltung der Schwimereinrichtung erübrigt sich bei einer neueren Bauart der Dampfableitung in den Oberkessel, D. R. P. 170 352, bei welcher alle beweglichen Teile vermieden sind, und die auch bei den in Fig. 46 und 51 gezeichneten Doppelkesseln angewendet ist. Fig. 47 veranschaulicht diese Einrichtung in größerem Maßstabe. Während bei der Schwimereinrichtung die Dampfableitung in den Oberkessel periodisch erfolgen mußte, ist sie im letzten Falle kontinuierlich, weil durch die entsprechende Formgebung eines Schlitzes in der Scheidewand *e* des Kastens *b-c* der Wasserstand im Unterkessel in einer be-

stimmten Höhe gehalten wird. Dabei ist *e* eine durchgehende Scheidewand im Unterkessel, welche die beiden Dampf Räume voneinander trennt und den Dampf zwingt, durch die Rohre *a* und *d* in den Oberkessel zu strömen.

Bei einem eventuellen Versagen der Einrichtung, was übrigens in Ermangelung irgendwelcher beweglicher Teile kaum zu befürchten ist, kann der Dampf aus dem Unterkessel unter der Scheidewand *e* hindurch in den Oberkessel gelangen, zu welchem Zweck diese Wand so hoch über den Feuerrohren endigt, daß ein Bloßlegen des Flammrohrscheitels unmöglich ist.

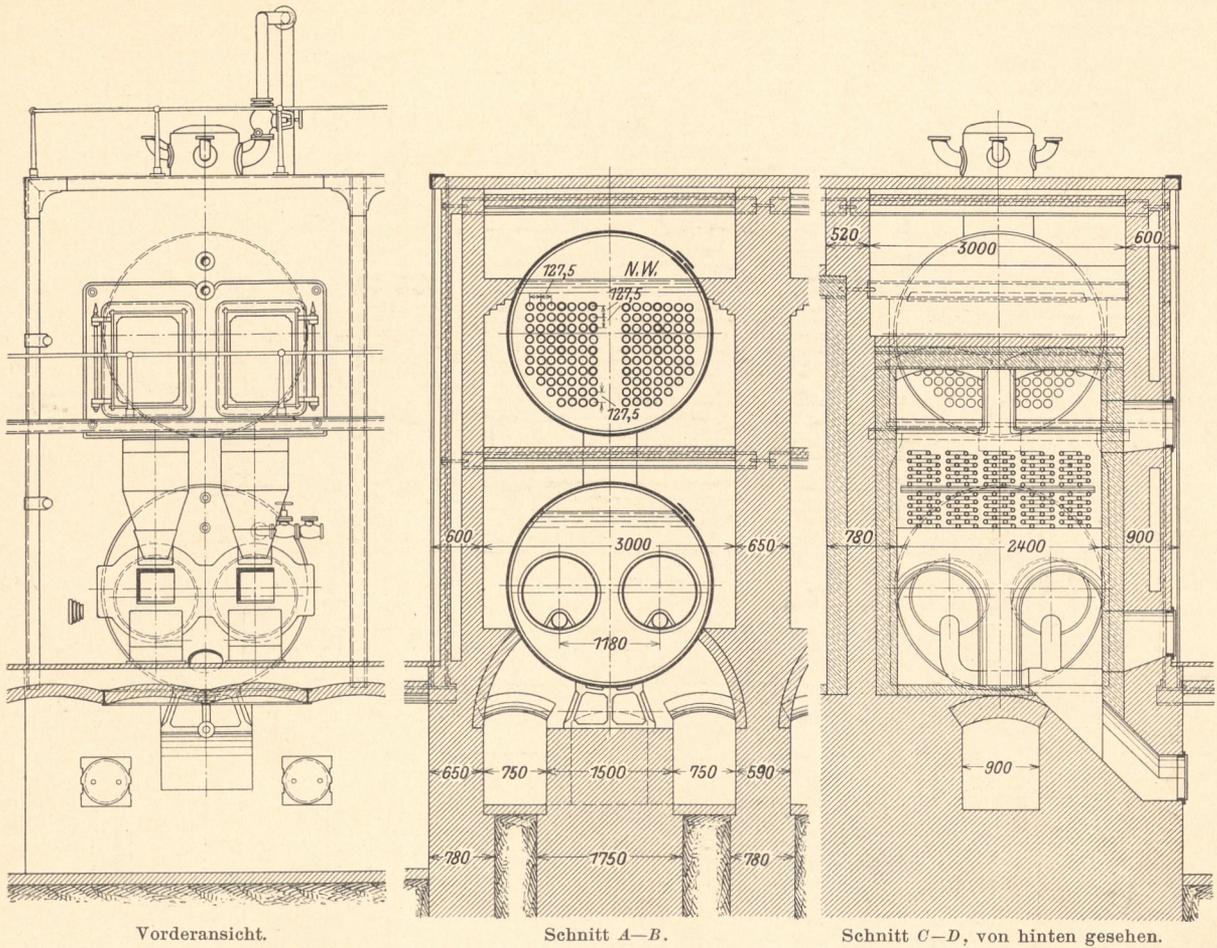


Fig. 46. Kombiniertes Zweiflammrohr-Rauchrohrkessel mit einem Wasserraum und getrennten Dampfäumen.

Ausführung: Jacques Piedbœuf, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberbilk.

Überdruck = 12 at.

Die Speisung kombinierter Kessel mit einem Wasser- und getrennten Dampfäumen kann wahlweise in den Ober- oder Unterkessel erfolgen, sie geschieht meist in den Unterkessel, weil derselbe leichter zu reinigen ist als das Innere des Rauchrohr-Oberkessels. Die Anbringung doppelter Speiseventile wie bei den Kesseln mit getrennten Wasser- und Dampfäumen erübrigt sich hier,

einander; die untere bezeichnet den Wasserspiegel beim Anfeuern, wenn also der Unterkessel noch ganz mit Wasser gefüllt ist, während die obere den Normalwasserstand im Betriebe und beim Abstellen des Kessels unter Dampf anzeigt, so daß der Raum zwischen den beiden Marken der bei der Dampfbildung aus dem Unterkessel verdrängten Wassermenge entspricht.

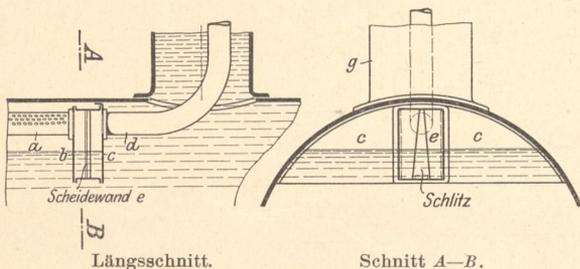


Fig. 47. Dampf-führung in den Oberkessel. D. R. P. Nr. 170352 der Firma D. Dupuis & Co., M.-Gladbach.

da ein Verstopfen des großen Stützens zwischen Ober- und Unterkessel, der zur Überleitung des Speisewassers dient, als ausgeschlossen zu betrachten ist.

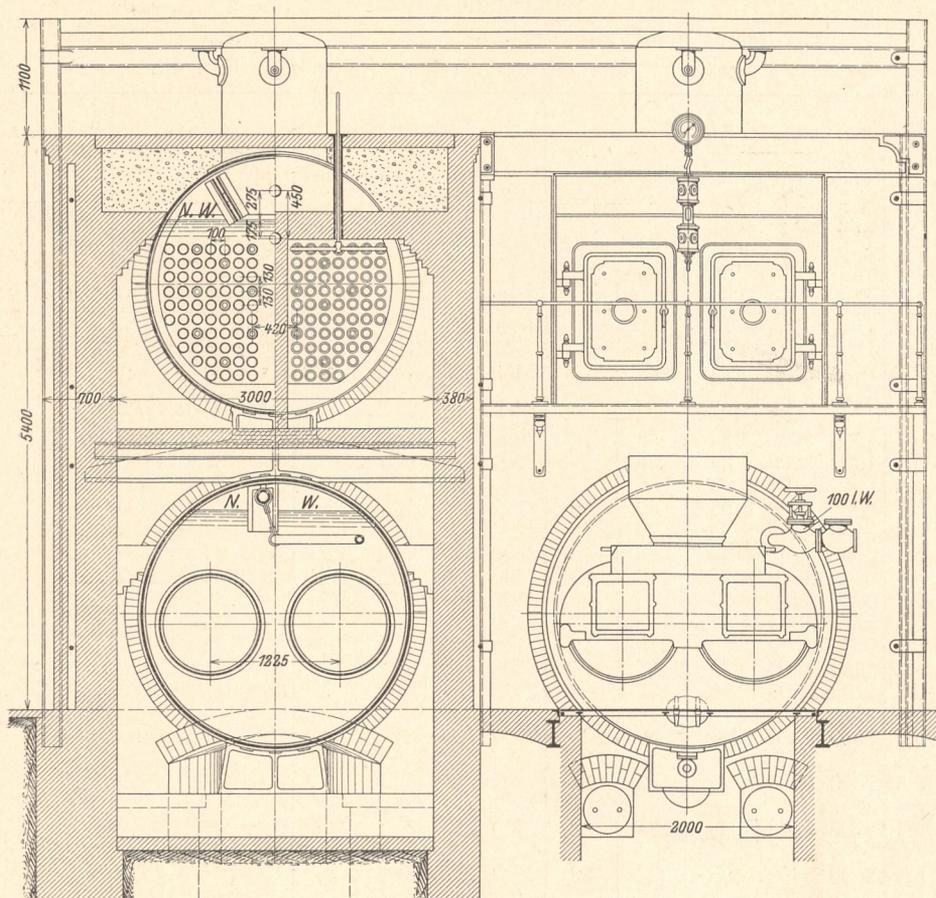
Mit einer Wasserstandseinrichtung wird nur der Oberkessel ausgerüstet. Die senkrechte Mittelentfernung der Wasserstandshahnköpfe ist hier jedoch größer und zwar etwa 500 mm gegenüber 340 mm, wie sonst üblich, damit auch noch bei kaltem Kessel, bevor die Bildung des Dampfes im Unterkessel erfolgt, der Wasserspiegel im Oberkessel beobachtet werden kann. Demgemäß erhält der Oberkessel auch zwei Wasserstandsmarken über-

Die Fig. 46 und 48 zeigen ausgeführte kombinierte Flammrohr-Rauchrohrkessel mit zwischen dem ersten und zweiten Feuerzuge eingebautem Überhitzer. In Fig. 46 ist der Unterkessel noch mit einem einfachen Wasserstande versehen, obgleich dieses bei der vorliegenden Bauart gesetzlich nicht vorgeschrieben ist. Beide Kessel haben die Einrichtung zur Dampfableitung in den Oberkessel nach Fig. 47 und werden nur in den Unterkessel gespeist.

### E. Kombinierte Flammrohr-Rauchrohrkessel (hintereinanderliegend).

Ein kombinierter Kessel mit einem Zweiflammrohr-Wellrohr- und einem Rauchrohrkessel hintereinanderliegend ist der Reichling-Kessel (Fig. 49). Hier sind die Wasser- und Dampfäume gemeinsam, indem die Kessel oben und unten durch weite Stützen miteinander verbunden sind. Dadurch, daß Flammrohr- und Rauchrohrkessel in einer Ebene liegen, wird die Übersichtlichkeit gefördert und Treppen und Podeste fallen fort. Andererseits wird mehr Platz beansprucht, als wenn die Kessel übereinander gelagert wären.

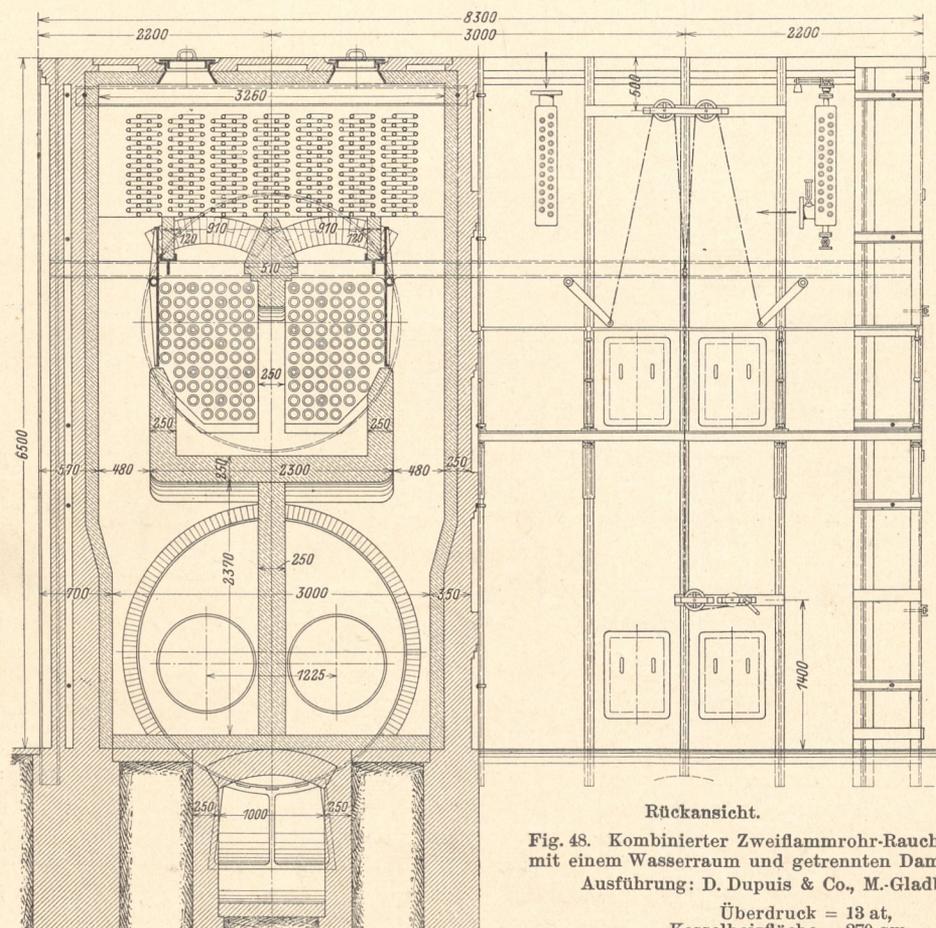




Schnitt A-B.

Schnitt C-D.

Vorderansicht.



Schnitt E-F, von hinten gesehen.

Rückansicht.

Fig. 48. Kombiniertes Zweiflammrohr-Rauchrohrkessel mit einem Wasserraum und getrennten Dampfzimmern.  
Ausführung: D. Dupuis & Co., M. Gladbach.

Überdruck = 13 at,  
Kesselheizfläche = 270 qm,  
Überhitzerheizfläche = 66 qm,  
Rostfläche = 4,8 qm.

Zahrentafel Nr. 20

über kombinierte Flammrohr-Rauchrohrkessel mit einem Wasserraum und getrennten Dampfäumen, ähnlich Fig. 48.

Heizfläche qm	Rostfläche qm	Rostlänge mm	Rauchrohr- querschnitt qm	Verhältnis von Rohrquerschnitt zu Rostfläche	Oberkessel					Unterkessel			Ungefähre Mauerverkmaße mit Überhitzer			Verdampfung auf 1 qm Heizfl. u. 1 Std.		Ausnutzung des Brenn- stoffes bei normaler Beanspruchung und guter Steinkohle von 7300 bis 7500 WE bei		
					Durch- messer mm	Ganze rd. Länge mm	Rauchrohre			Durch- messer mm	Ganze rd. Länge mm	Anzahl Flammrohre	Wellrohr- durch- messer mm	Länge mm	Breite mm	Höhe über Flur mm	norm kg	max kg	Hand- beschik- kung v. H.	mecha- nischer Beschik- kung v. H.
							äußerer Durch- messer mm	Anzahl der Rohre	dar- unter Anker- rohre											
701,36	1600	0,266	1/5,1	1600	2800	89	52	10	1700	4200	1	800/900	5500	3220	4400	12—13	15—16	72—73	73—75	
801,48	1650	0,309	1/4,8	1700	2900	89	60	10	1800	4300	1	850/950	5600	3320	4500	"	"	"	"	
901,7	1800	0,37	1/4,6	1800	2900	89	72	12	1900	4300	1	900/1000	5600	3420	4700	"	"	"	"	
1001,85	1950	0,37	1/5	1800	3200	89	72	12	1900	4600	1	900/1000	6000	3420	4700	"	"	"	"	
1202,25	1500	0,45	1/5	1900	3200	89	88	14	2000	4700	2	700/800	6100	3520	4800	12—13	15—16	73—75	75—77	
1402,7	1800	0,45	1/6	1900	3700	89	88	14	2000	5200	2	700/800	6600	3520	4800	"	"	"	"	
1502,87	1800	0,51	1/5,6	2000	3800	95	86	16	2100	5300	2	750/850	6800	3620	5000	"	"	"	"	
1603,1	1950	0,51	1/6,1	2000	4100	95	86	16	2100	5700	2	750/850	7200	3620	5000	"	"	"	"	
1803,3	1950	0,57	1/5,8	2100	4200	95	96	18	2200	5800	2	800/900	7300	3720	5150	"	"	"	"	
2003,65	2100	0,57	1/6,4	2100	4700	95	96	18	2200	6300	2	800/900	7900	3720	5150	"	"	"	"	
2153,8	2100	0,63	1/6	2200	4600	95	106	20	2300	6200	2	850/950	7800	3820	5350	"	"	"	"	
2303,95	2200	0,63	1/6,3	2200	5200	95	106	20	2300	6800	2	850/950	8400	3820	5350	"	"	"	"	
2404,0	2100	0,70	1/5,7	2300	4800	95	118	22	2400	6400	2	900/1000	8000	3970	5525	"	"	"	"	
2504,18	2200	0,70	1/6	2300	5000	95	118	22	2400	6600	2	900/1000	8300	3970	5525	"	"	"	"	
2754,2	2100	0,81	1/5,2	2400	4900	95	136	24	2500	6500	2	950/1050	8200	4120	5750	"	"	"	"	
3004,4	2200	0,81	1/5,5	2400	5300	95	136	24	2500	6900	2	950/1050	8600	4120	5750	"	"	"	"	
3355,1	2200 1800	0,89	1/5,7	2500	5500	95	150	30	2500	7200	3	800/900 700/800	9000	4120	6450	14—15	16—18	73—75	75—77	
3705,48	2200 1900	0,98	1/5,6	2600	5500	95	166	32	2600	7200	3	850/950 750/850	9000	4220	6650	"	"	"	"	
4005,88	2200 2000	1,09	1/5,4	2700	5400	95	184	32	2700	7100	3	900/1000 800/900	9000	4370	6850	"	"	"	"	
4356,29	2200 2100	1,2	1/5,2	2800	5300	95	202	38	2800	7200	3	950/1050 850/950	9100	4470	7050	"	"	"	"	
4706,68	2200 2200	1,38	1/4,8	2900	5300	95	232	42	2900	7100	3	1000/1100 900/1000	9100	4620	7250	"	"	"	"	
5007,36	2300 2300	1,44	1/5,1	3000	5400	95	242	44	3000	7200	3	1050/1150 950/1050	9200	4720	7450	"	"	"	"	

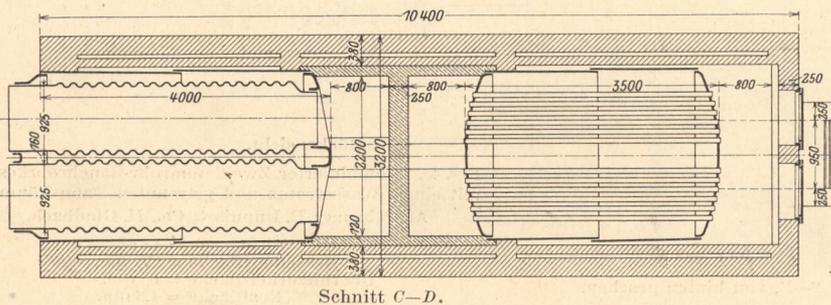
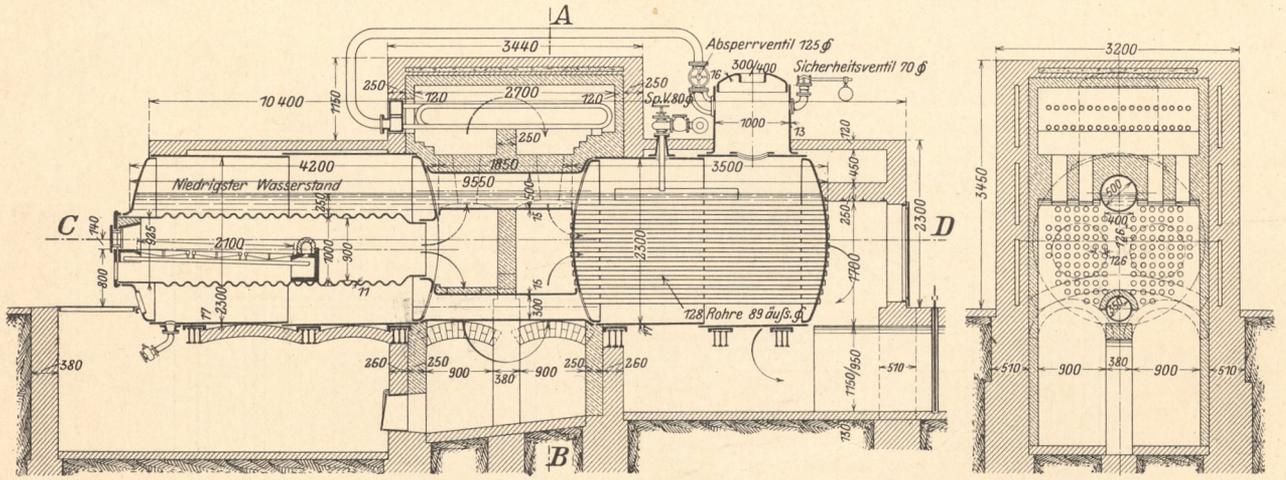


Fig. 49. Kombiniertes Flammrohr-Rauchrohrkessel. D. R. P.  
Bauart: Reichling.  
Ausführung: Robert Reichling & Co., Königshof b. Krefeld.  
Überdruck = 10 at,  
Kesselheizfläche = 155 qm,  
Überhitzerheizfläche = 30 qm,  
Rostfläche = 3,99 qm.

Die Heizgase treten aus den Flammrohren des Vorderkessels in die mittlere Verbrennungskammer und ziehen von da, nachdem sie den Überhitzer berührt haben, durch die Rauchröhren des Hinterkessels und um dessen Mantel schließlich in den Fuchs. Der Vorderkessel hat demnach keine Außenzüge.

Zahlentafel Nr. 21

über Reichling-Kessel, D. R. P., Fig. 49.

Kessel- heiz- fläche	Vorderkessel		Flammrohre		Hinterkessel		Rauchrohre	
	Durch- messer	Länge	An- zahl	Durch- messer	Durch- messer	Länge	An- zahl	äußerer Durch- messer
qm	mm	mm		mm	mm	mm		mm
100	2000	3500	2	700/800	2000	3000	98	89
120	2100	4200	2	800/900	2100	3500	110	"
150	2300	"	2	850/950	2300	"	120	"
160	"	"	2	"	"	3700	"	"
175	2400	"	2	900/1000	2400	3750	130	"
200	"	4300	2	"	"	4200	140	"
225	2500	4200	2	950/1050	2500	4500	150	95
250	"	4500	2	"	"	4800	158	"

Gepeist wird in den Hinterkessel, wodurch das Speisewasser, soweit die Innenheizfläche in Frage kommt, im Gegenstrom zu den Heizgasen geführt wird.

## F. Konstruktion der kombinierten Flammrohr-Rauchrohrkessel.

### a) Führung der Heizgase.

Die Führung der Heizgase bei kombinierten Kesseln mit übereinanderliegenden Flammrohr- und Rauchrohrkesseln erfolgt in der Regel in der Weise, daß nach dem Verlassen der Feuerrohre des Unterkessels zunächst die Rauchrohre des Oberkessels und dann erst die Kesselmäntel bestrichen werden. Wenn gleich diese Art Einmauerung die allgemein übliche ist — bei Anbringung von Dampfüberhitzern ist sie kaum zu umgehen —, so haften ihr doch verschiedene Mängel an. Insbesondere ist es die ungleiche Ausdehnung der Flamm- und Rauchrohre gegenüber den Kesselmänteln, die manchmal Störungen verursacht. Die empfindlichste Stelle ist dabei im Rauchrohr-Oberkessel die Verbindung der Rauchrohre mit der der Feuerung zugekehrten Rohrwand, die besonders bei Kesselsteinablagerungen leicht zu Überhitzungen des Materials und damit infolge Nachlassens der Spannung in der Einwalzstelle der Rohre zu Undichtheiten Anlaß gibt. Auch beim

### b) Einspeisen größerer Mengen kalten Wassers

in den Rauchrohrkessel kühlen sich, wenn das Speiserohr in der Nähe des Hinterbodens liegt oder die Mündung desselben diesem zugekehrt ist, die dünnwandigen Rohre schneller ab als der dickwandige Rohrboden, wodurch ebenfalls Leckagen entstehen, die bei größerem Wasseraustritt örtliche Abkühlungen der Rohrböden und somit eventuell Stegrisse herbeiführen können. Eine möglichst gleichmäßige Erwärmung aller Kesselteile ist deshalb beim kombinierten Rauchrohrkessel, wie bei jedem Heizrohrkessel sehr am Platze, da andernfalls das

### c) Rinnen der Rauchrohre

eine unausbleibliche Folge ist.

Aber nicht nur Kesselsteinablagerungen und eine verfehlte Anordnung der Speisung führen beim Heizrohr-

kessel — beim Lokomotiv-, Lokomobil- und Schiffskessel usw. sowohl wie beim kombinierten Rauchrohrkessel — zum Rinnen der Rohre; eine zu starke Beanspruchung und zu langes Offenhalten der Feuertüren bei der Bedienung der Roste, während der Rauchschieber geöffnet ist, genügen vollständig, die erwähnten Defekte hervorzurufen. Auch unvorsichtiges, zu schnelles Anfeuern, das eine allmähliche und gleichmäßige Erwärmung der betr. Kesselteile verhindert, kann das Rinnen beschleunigen, besonders wenn bei zu klein gewählten oder mit Flugasche verlegten Rohrquerschnitten die Zugstärke erhöht werden muß. Auf eine bequeme Reinigung der Rauchrohre, die je nach Art des Brennstoffes und der Kesselbeanspruchung bzw. der erforderlichen Zugstärke eventuell täglich erfolgen sollte, ist daher großer Wert zu legen. Die Kessel sind zu diesem Zwecke mit großen, dicht schließenden Rohrtüren versehen, durch welche die Reinigung der Rohre von Ruß und Flugasche mittels Rohrbürsten (Fig. 665) usw. erfolgt. Angebaute Galerien und ein genügend großer Raum vor dem Kessel dienen zur Erleichterung dieser Arbeit, die zum Schaden der Kesselbesitzer von den Heizern meist nur ungern und daher selten vorgenommen wird.

Nach Möglichkeit sollte die dem Feuer zugekehrte Rohrwand ebenfalls durch eine Einsteigeöffnung (siehe auch S. 58) bequem zugänglich gemacht werden, um eventuelle Undichtheiten durch Nachwalzen der Rohre schnell beheben zu können. Dieses Nachwalzen ist das sicherste Mittel, das Rinnen zu beseitigen, es kann aber natürlich nur während des Stillstandes des Kessels erfolgen. Wo dieses nicht angängig ist — während der Fahrt im Lokomotiv- und Schiffsbetriebe — hilft man sich durch Aufdornen oder, wenn genügend Rohrquerschnitte vorhanden, durch Eintreiben schwach konischer Eisenstößel, wobei allerdings die Rohrwand in bedenklicher Weise leidet.

Um gute Zugverhältnisse zu ermöglichen, muß auch ein gewisses Maß zwischen

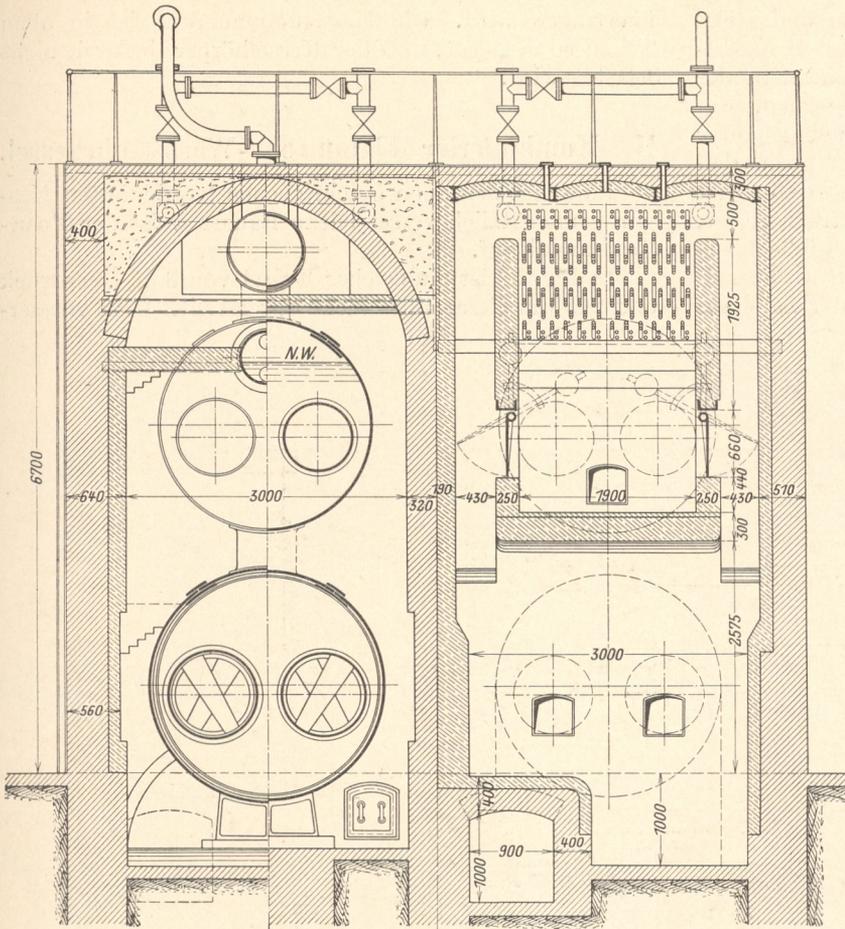
### d) Länge und Lichtweite der Rohre

beibehalten werden. Rauchrohrkessel mit 89er Rohren macht man bei natürlichem Schornsteinzuge nicht gern über 5 m, mit 95er Rohren nicht über  $5\frac{1}{2}$  bis 6 m lang. Der lichte Rohrquerschnitt soll etwa  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{6}$ , jedenfalls aber, und nur bei gutem Schornsteinzuge, nicht weniger als  $\frac{1}{7}$  der Rostfläche betragen. Gewellte Mannesmannrohre Fig. 444 sollen durch ihre schraubenförmig gewundenen Wellen die Flugaschenablagerung vermindern, eignen sich jedoch nicht zu Ankerrohren. Hierfür sind 7 bis 8 mm dicke glatte und nahtlose Rohre zu verwenden, die nach Fig. 449 eingeschraubt werden.

### e) Gewölbte Rohrböden

sind nach Möglichkeit zu vermeiden, da die Rohrlöcher meist ungenau einander gegenüber zu liegen kommen und schräg in die Wölbung eingeschnitten werden müssen, was das Einwalzen der Rohre am Rande erschwert. Glatte bzw. flache Böden erfordern auch im oberen Teile eine Verankerung, die die Zugänglichkeit des an und für sich schon beengten Raumes im Kessel nur noch mehr behindert. Man wählt daher zweckmäßig Rohrböden nach Fig. 416 bis 418, die gewölbt, aber mit einem flachen Felde zur Aufnahme der Rauchrohre versehen sind. Diese ebene Fläche ist dann, um die nötige Festigkeit zu erzielen, eventuell mittels Ankerrohren zu versteifen, wenn nicht in anderer Weise, z. B. durch kegelförmig sich nach





Schnitt A—B. Schnitt C—D. Schnitt E—F.  
 Fig 50. Kombinierte Flammrohr-Wellrohrkessel mit einem Wasser- und Dampfraum.  
 Ausführung: Maschinenfabrik Humboldt, A.-G., Köln-Kalk.

Überdruck = 12 at,  
 Kesselheizfläche = 160 qm,  
 Überhitzerheizfläche = 50 qm,  
 Rostfläche = 4,4 qm.

außen erweiternde Rohrlöcher, den gesetzlichen Bestimmungen über die Berechnung von Rohrböden<sup>1)</sup> Rechnung getragen ist.

**f) Rohrteilung.**

Um eine bequeme Reinigung der Rauchrohre von Kesselstein im Innern des Kessels und ein leichtes Aufsteigen der Dampfblasen zu ermöglichen, werden die Rohre (siehe auch Abschn. XV, 12.) zweckmäßig in senkrechten und wagerechten Reihen mit genügend großen Zwischenräumen angeordnet. Der Raum zwischen zwei Rohren — die Stegstärke — soll in dem der Feuerseite zugekehrten Boden etwa 30 mm betragen. Da nun die Rohrlöcher im entgegengesetzten Boden, des bequemeren Einbringens der Rohre wegen, um 3 mm größer als das Maß des äußeren Rohrdurchmessers gebohrt werden, muß dort die Stegstärke um 3 mm kleiner ausfallen. Diese Stegstärken sind als Mindestmaße anzusehen, sie sind eventuell den gesetzlichen Bestimmungen<sup>1)</sup> entsprechend zu berechnen bzw. zu erhöhen. Behufs Reinigung und Revision des Kesselinnern verbleibt zweckmäßig zwischen den mittleren Rohrreihen ein freier Raum von wenigstens 280 bis 300 mm Lichtweite und unterhalb des Rohrnetzes ein solcher von mindestens 400 mm größter Höhe.

**g) Die Verbindungsstutzen**

zwischen Ober- und Unterkessel erhalten 500 bis 600 mm Lichtweiten, werden geschweißt und mittels doppelter

<sup>1)</sup> Bauvorschr. f. Ldk. V. und Abschn. XV, 5. C.

Nietreihen mit den Mänteln verbunden. Die zum Befahren der Stützen nötigen großen Blechausschnitte der Mäntel sind durch entsprechende, aufgenietete Ringe zu versteifen. Die Wandstärke eines Stützens soll nicht weniger als 18 bis 20 mm betragen, auch wenn die Rechnung weniger ergibt, da der Stützen gleichzeitig zur

**h) Übertragung der Gewichte des Oberkessels**

auf den Mantel des Unterkessels dient. Zur weiteren Unterstützung dieser Gewichte dienen dann noch ein oder mehrere Kesselstühle, die auch mitunter durch Rollenlager (Fig. 44) beweglich gestaltet werden, damit die Mäntel einer verschiedenartigen Ausdehnung leichter folgen können. Stets erfolgt die Unterstützung von Ober- und Unterkessel derart, daß das gesamte Gewicht vom Fundament und nicht teilweise von den Umfassungsmauern aufgenommen wird.

**G. Kombinierte Flammrohrkessel (übereinanderliegend).**

In den Fällen, in welchen die Aufstellung eines einfachen Flammrohrkessels des beschränkten Raumes wegen nicht angingig ist und in denen ein Rauchrohr-Oberkessel, weil derselbe gut gereinigtes, d. h. weiches Speisewasser bedingt, nicht angelegt werden kann, greift man zum kombinierten Flammrohrkessel mit einem, zwei oder drei Flammrohren im Unterkessel und einem oder zwei Feuerrohren im Oberkessel.

Auch hier ist wie bei dem kombinierten Flammrohr-Rauchrohrkessel zu unterscheiden zwischen Kesseln mit einem Wasser- und Dampfraum (Fig. 50), getrennten Wasser- und Dampfräumen und einem Wasser- und getrennten Dampfäumen (Fig. 51).

Die Größe derartiger Kessel ist lediglich durch die Möglichkeit der Unterbringung der Roste in den Feuerrohren des Unterkessels begrenzt, da Roste von mehr als 2200 mm und bei mechanischer Beschickung über 2400 mm möglichst nicht angelegt werden sollten. Falls die Oberkessel zwei Flammrohre erhalten, ist deren Mittelentfernung stellenweise so groß zu wählen, daß man zwischen sie hindurch den unteren Teil dieses Kessels befahren kann, oder es ist in der unteren Hälfte des Vorderbodens eine besondere Fahrlochöffnung (Mannloch) anzubringen. Bei Kesseln mit getrennten Dampfäumen ist noch dafür Sorge zu tragen, daß das Dampfüberleitungsrohr vom Unter- zum Oberkessel bequem eingebaut werden kann; eventuell kann dasselbe mit ovalem Querschnitt (Fig. 44) hochgeführt werden.

In bezug auf die Einleitung des Speisewassers, Führung der Heizgase und die Verbindung von Wasser- und Dampfäumen miteinander gilt dasselbe wie bei den kombinierten Flammrohr-Rauchrohrkesseln.

In Fig. 50 ist ein kombinierter Flammrohrkessel von 160 qm Heizfläche mit je zwei Wellrohr-Flammrohren im Ober- und Unterkessel gezeichnet, bei dem außerdem

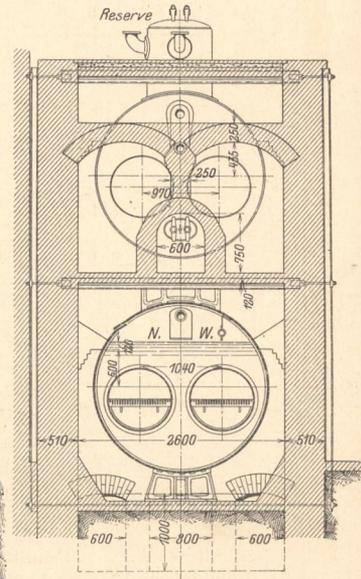
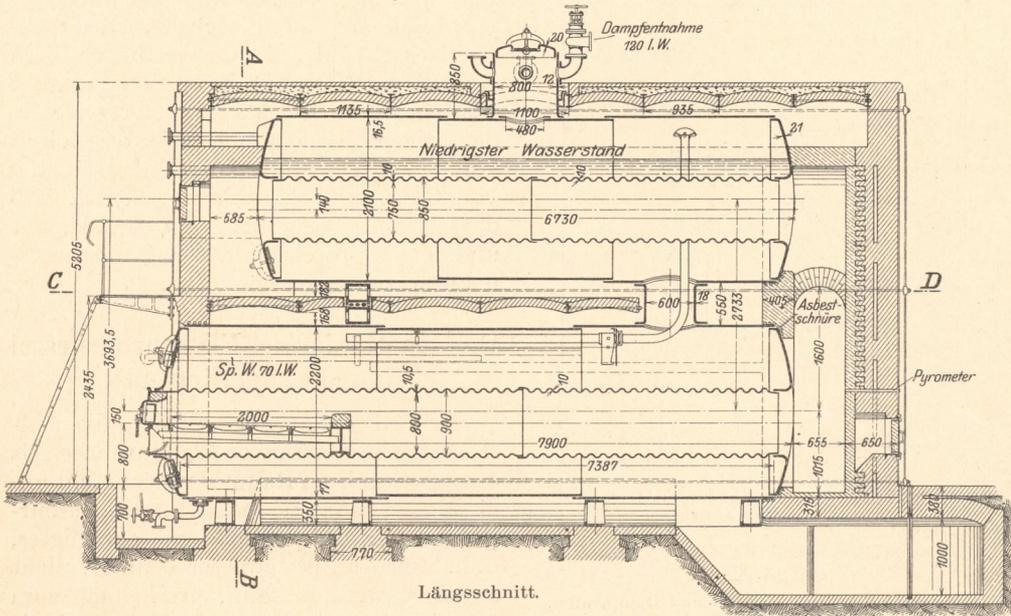
ein Dampfsammler vorgesehen ist, der von den Heizgasen bestrichen wird, bevor diese in den letzten Kesselzug gelangen. Durch diese Anordnung sucht man der Möglichkeit, nassen Dampf zu liefern, zu begegnen. Ein zwischen dem ersten und zweiten Feuerzuge eingebauter Überhitzer von 50 qm Heizfläche gestattet noch, den Dampf auf 300 bis 350° C zu überhitzen, so daß es im vorliegenden Falle als ausgeschlossen zu betrachten ist, daß Wasser aus dem Kessel zur Verbrauchsstelle übergerissen wird. Der untere Teil des Oberkessels wird durch die beiden 600 mm weiten Stützen vom Unterkessel aus

übertragen wird. Die Kesselummauerung ist in allen Teilen so angelegt, daß der Kesselkörper dadurch nicht belastet wird.

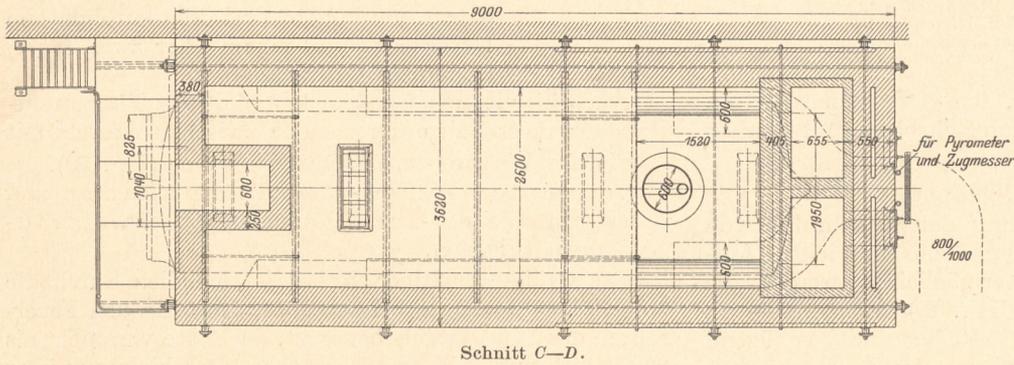
**H. Kombierter Flammrohr-Wasserrohrkessel.**

Eine von den oben beschriebenen kombinierten Kesseln grundsätzlich verschiedene Bauart weist der Tomsonkessel auf.

In Fig. 52 ist ein solcher Kessel von 8 at Überdruck und 245 qm Gesamtheizfläche dargestellt. Dem Wasser-



Schnitt A-B.



Schnitt C-D.

Fig. 51. Kombierter Flammrohr-Wellrohrkessel mit einem Wasserraum und zwei Dampfäumen. Ausführung: Dinglersche Maschinenfabrik, A.-G., Zweibrücken.

Überdruck = 8 at,  
Heizfläche = 150 qm,  
Rostfläche = 3,4 qm.

befahren, während man in den oberen Teil des Oberkessels vom Dampfsammler aus gelangt.

Der in Fig. 51 dargestellte Zweiflammrohr-Doppelkessel von 150 qm Heizfläche hat im Unterkessel einen zweiten Dampfraum, während der Wasserraum in Ober- und Unterkessel ein gemeinschaftlicher ist. Die Dampfableitung aus dem Unterkessel erfolgt mit der auf S. 57 beschriebenen Einrichtung, D. R. P. Nr. 170 352. Im vorderen Boden des Oberkessels ist ebenso wie beim Unterkessel ein Mannloch vorgesehen, um den Raum unter den Feuerrohren befahren zu können. Während der 600 mm weite Verbindungsstützen die hintere Auflage des Oberkessels bildet, ist vorne ein geteilter, durch Rollen beweglich gestalteter Kesselstuhl angeordnet, so daß das gesamte Gewicht des Oberkessels vom Mantel des Unterkessels aufgenommen und von diesem durch vier kräftige Kesselstühle direkt auf das Fundament

rohrkessel von 217 qm Heizfläche sind zwei Stück Einflammrohr-Wellrohrkessel von zusammen 28 qm Innenheizfläche vorgelagert, in welchen die Roste untergebracht sind. Die Mäntel dieser Flammrohrkessel werden nicht beheizt, die Heizgase treten vielmehr nach dem Verlassen der Flammrohre direkt an das Röhrenbündel des Wasserrohrkessels heran, welches nach dem Kammersystem eingemauert ist.

Die Wasser- und Dampfäume der beiden Einflammrohrkessel stehen unter sich in Verbindung, während die Flammrohrkessel gegenüber dem Wasserrohrkessel getrennte Wasser- und Dampfäume haben, die durch außenliegende, absperrbare Rohrleitungen miteinander verbunden sind. Die Speisung erfolgt deshalb gesondert in die einzelnen Kessel, auch sind getrennte Wasserstands- und Entleerungsvorrichtungen für beide Flammrohr- und den Wasserrohrkessel vorgesehen.

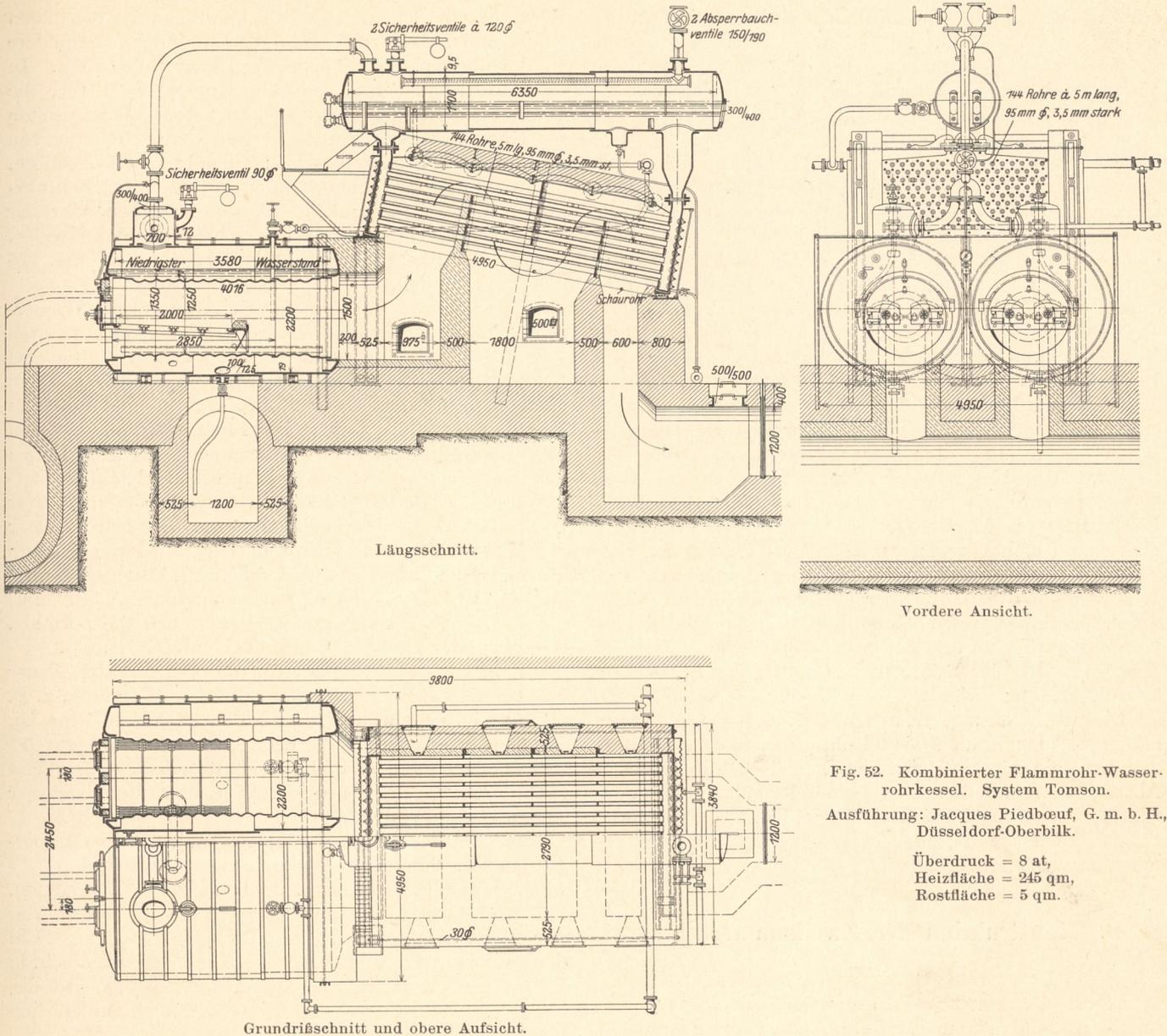


Fig. 52. Kombierter Flammrohr-Wasserrohrkessel. System Tomson.  
 Ausführung: Jacques Piedbœuf, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberbilk.  
 Überdruck = 8 at,  
 Heizfläche = 245 qm,  
 Rostfläche = 5 qm.

## 6. Wasserrohrkessel.

### A. Allgemeines.

In bezug auf die Bauart der Wasserrohrkessel ist zu unterscheiden zwischen

- Einkammerkessel,
- Zweikammerkessel und
- Steilrohrkessel mit

- a) geraden und
- b) gebogenen Rohren.

Ein- und Zweikammerkessel erhalten, — wie der Name schon besagt — eine oder zwei Wasserkammern, die meist ebene, durch Stehbolzen versteifte Wandungen haben, eventuell auch gewölbt oder zergliedert sind und in welche die Wasserrohre an einem oder an beiden Enden eingewalzt werden.

Bei den Steilrohrkesseln werden die Rohre in der Regel direkt in die Mäntel der Ober- und Unterkessel eingewalzt, so daß besondere Wasserkammern entbehrlich sind.

Der erste, praktisch verwendbare Wasserrohrkessel wurde um das Jahr 1840 von dem Maschinenfabrikanten

Ing. Alban zu Plau in Mecklenburg als Zweikammerkessel gebaut. Die diesem Kessel noch anhaftenden Mängel gestatteten jedoch nicht seine weitere Verbreitung, so daß erst etwa 20 Jahre später<sup>1)</sup>, nachdem auch andere Fabriken das System vervollkommen hatten, für den Wasserrohrkessel ein größeres Anwendungsgebiet geschaffen wurde. Heute findet man den Wasserrohrkessel überall da, wo große Heizflächen auf kleinem Raum untergebracht werden müssen oder gegebenenfalls ein schnelles Anheizen erforderlich wird (in Elektrizitätswerken, auf Kriegsschiffen usw.).

In Fabrikbetrieben, wo größere Schwankungen in der Dampfentnahme stattfinden und wo man zur Aufstellung von Wasserrohrkesseln übergehen will, werden mehrere oder größere Oberkessel, breiter dimensionierte Wasserkammern und eventuell größere Schlammfänger

<sup>1)</sup> Das Original eines Wasserrohrkessels von Alban aus dem Jahre 1859 befindet sich im Deutschen Museum in München. Dieser Kessel, dessen Oberkessel durchschnitten gezeigt wird, weist bereits einen hohen Grad der Vollkommenheit auf.

angeordnet, um den Wasserinhalt und damit die Dampfreserve zu vergrößern. In Fällen, wo auch dieses noch nicht ausreicht, greift man zum Großwasserraum-Wasserrohrkessel (Fig. 93 und 94), wobei sich Wasserinhalt bzw. Dampfreserve wohl auf jede praktisch erforderliche Größe bringen lassen.

Die quantitative und qualitative Leistungsfähigkeit der Wasserrohrkessel ist in den letzten Jahren entsprechend den hoch gestellten Anforderungen erheblich gesteigert worden, was unbeschadet der Betriebssicherheit durch Verwendung geeigneten Materials, zweckentsprechende Bemessung der einzelnen Kesselteile und durch den Einbau von Überhitzern und Vorwärmern erreicht worden ist. Während früher die normale Beanspruchung pro qm Heizfläche und Stunde 12 bis 13 kg und die maximale 15 bis 18 kg betrug, werden heute Normleistungen bis 25 kg zugesichert. Dabei entwickeln sich je nach der Führung der Heizgase Wassergeschwindigkeiten in der untersten Rohrreihe bis zu etwa 1 m pro Sekunde. Eine Folge der höheren Kesselbeanspruchung ist es auch, daß man die frühere Bauart, 10 bis 12 Rohrreihen in gleichen Abständen übereinander, hat verlassen müssen, da es dabei vorkommen konnte, daß bei Forcierung des Kessels das Wasser auch durch die oberen Rohrreihen, statt allein durch Oberkessel und Verbindungsstutzen in die hintere Kammer zurückkief und dadurch erhebliche Mißstände — Krummwerden der Rohre und Herausreißen der Enden aus den Kammerwänden — zeitigte.

Die Hochleistungs-Wasserrohrkessel neuerer Bauart haben selten mehr als 8 bis 9 Rohre übereinander, außerdem sind die unteren Rohrreihen gewöhnlich in größeren Abständen als die übrigen voneinander gelagert (Fig. 67, 68, 73, 79, 81 usw.), um eine reichliche Wasserzufuhr zu den dem Feuer zugekehrten Rohren gesichert erscheinen zu lassen.

## B. Konstruktion der Zweikammerkessel.

### a) Wasserrohre.<sup>1)</sup>

Betriebssicherheit wie Leistungsfähigkeit eines Wasserrohrkessels sind in hohem Maße abhängig von der schnellen

<sup>1)</sup> Eine Verordnung vom 18. XI. 05, die noch heute für die im Königreich Sachsen zur Aufstellung kommenden Wasserrohrkessel Gültigkeit hat, besagt u. a.:

1. Die Verwendung geschweißter Siederöhren ist zu untersagen.

2. Die Länge der Siederöhren darf nicht mehr betragen als der sechzigfache lichte Durchmesser derselben. Auch dürfen Rohren von mehr als 5 m Länge nicht verwendet werden.

3. Die Siederöhren müssen eine solche Lage erhalten, daß sie eine Steigung von mindestens 12° besitzen.

4. Alle Siederöhren müssen an beiden Enden durch genügend große Reinigungsöffnungen zugänglich sein, deren Achse tunlichst mit der Rohrachse zusammenfallen muß.

5. Das zur Speisung der engröhriigen Siederohrkessel benutzte Wasser muß eine Beschaffenheit besitzen, bei welcher Schlamm oder Kesselstein nicht abgelagert wird. Erforderlichenfalls kann von den mit der Überwachung der Dampfkessel betrauten Aufsichtsorganen verlangt werden, daß eine Herausnahme und Untersuchung der Rohre in Fristen von längstens drei Jahren erfolgt.

6. Rücksichtlich der Kessel, deren Siederohre nur mit dem oberen Ende in eine Wasserkammer münden, während die unteren Enden frei liegen, z. B. Dürr-Kessel, ist zu verlangen, daß die unter 1 bis 5 erwähnten Vorschriften sinngemäße Anwendung zu finden haben. Auch sollen bei diesen Kesseln die Röhren am freien Ende so gestützt sein, daß sie durch ihr Eigengewicht und das Gewicht des eingeschlossenen Wassers nicht durchgebogen werden. Ferner müssen Vorkehrungen gegen das Herausschleudern der Rohre getroffen sein, und zwar in einer Weise, daß ihrer Ausdehnung in der Längsachse kein Hindernis entgegengestellt wird.

Förderung der Dampfblasen aus den Wasserrohren in den Oberkessel und der reichlichen Wasserzufuhr insbesondere zu den dem Feuer zunächst liegenden Rohrreihen. In dem Auftrieb bietet sich das einfachste Mittel, die Dampfblasen in den Oberkessel zu leiten, weshalb schon bei Kammerkesseln die Wasserrohre eine Steigung von wenigstens 1:6 oder besser 1:5 bis 1:4 haben sollten.

Aus dieser Erwägung heraus sind auch die Steilrohrkessel, d. h. Wasserrohrkessel mit senkrechten oder nur wenig geneigt liegenden Wasserrohren (Bauart Garbe, Fig. 98 bis 100, Stirling, Fig. 101, Schulz, Fig. 126 usw.) entstanden.

Um eine gute Führung der Heizgase um die Wasserrohre und eine bequeme äußere Reinigung der letzteren von Ruß und Flugasche zu ermöglichen, sollten bei Kammerkesseln die Rohrentfernungen nicht zu klein genommen werden. Für Rohre von 95 mm äußerem Durchmesser sind wagerechte Mittelentfernungen von 170 mm und senkrechte Entfernungen der Rohrreihen voneinander von 150 mm gebräuchlich. Kleinere Entfernungen, z. B. 150 × 130 mm, wendet man meist nur im Notfalle — bei Platzmangel — an. Der Durchmesser der Wasserrohre wird dabei in der Regel mit 95 mm außen, selten kleiner (Zahlentafel Nr. 27, Borsig = 88 mm) oder größer (Fig. 85 und 86, Babcock & Wilcox = 102 mm) gewählt. Die Wandstärke ist gewöhnlich die normale, d. h. für 95er Rohre 3<sup>1</sup>/<sub>4</sub> mm (Zahlentafel Nr. 63).

Nicht unzweckmäßig ist es, die dem direkten Feuer ausgesetzten Rohre mit etwas stärkerer Wandung, z. B. wie in Fig. 67 gleich 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> und Fig. 68 gleich 4 mm zu wählen. Vorn werden die Rohre um 3 mm aufgeweitet und die Rohr- und Verschlusslöcher daselbst entsprechend gebohrt, um die Rohre bequem durch die vordere Kammer einbringen zu können.

Die Rohrlänge beträgt bei normalen Zweikammerkesseln mit 95er Rohren durchweg 5000 mm, hin und wieder auch mehr (s. u. a. Zahlentafel Nr. 28 und 29). Hochleistungskessel erhalten kürzere Rohre von nur 4500 bis 4800 mm, da sonst bei der üblichen Zahl der senkrechten Rohrreihen die Zahl der wagerechten Rohrreihen zu klein und somit die lichte Weite des Mauerwerks zur Unterbringung der größeren Rostflächen nicht ausreichen würde.

Bei Steilrohrkesseln werden Rohre mit kleineren Durchmessern als bei den Kammerkesseln verwendet. Der Stirling-Kessel (Fig. 101) hat Wasserrohre von nur 83 mm äußerem Durchmesser, während die Garbe-Kessel (Fig. 98 bis 100) Rohre von 60 mm und der Schulz-Kessel (Fig. 126) sogar Rohre von nur 36 mm äußerem Durchmesser aufzuweisen hat.

### b) Die Wasserkammern

Die Wasserkammern werden meist an den Rändern geschweißt, seltener genietet. Die Tiefe einer Kammer sollte nicht unter 100 bis 150 mm, je nach Kesselgröße vielmehr 200 bis 250 mm und eventuell größer bemessen werden. Dabei ist die Lichtweite der vorderen Wasserkammer und deren Verbindung mit dem Oberkessel zweckmäßig größer zu wählen als bei der hinteren Kammer, weil das aufsteigende Dampf- und Wassergemisch ein größeres Volumen einnimmt als die entsprechende, in die hintere Kammer zurückzuführende Wassermenge. Einzelne Firmen bemessen aber aus Fabrikationsrücksichten beide Kammern gleich tief, andere wiederum wählen die hintere Kammer tiefer als die vordere, um ihr einen größeren Inhalt zu geben und dadurch

besonders den dem Feuer zunächst liegenden unteren Rohrreihen stets genügend Wasser zufließen zu lassen. Aus demselben Grunde wird auch häufig das Wasser aus dem Oberkessel der hinteren Kammer nicht von oben, sondern durch außerhalb der Feuerzüge liegende Rücklaufrohre von unten (Fig. 79 bis 83 usw.) zugeführt. Bei den Kesseln Fig. 68 und 78 sind in der hinteren Wasserkammer Scheidewände angeordnet, um eine genügende Wasserzufuhr zu den unteren Rohrreihen gewährleisten zu können.

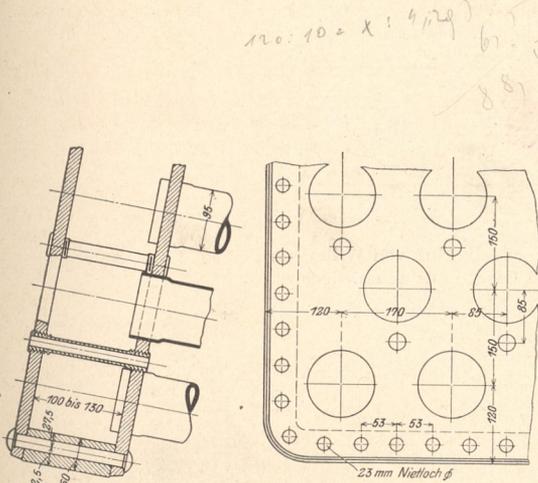


Fig. 53. Genietete Wasserkammer.

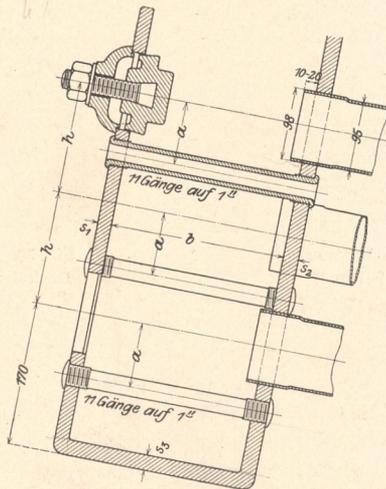
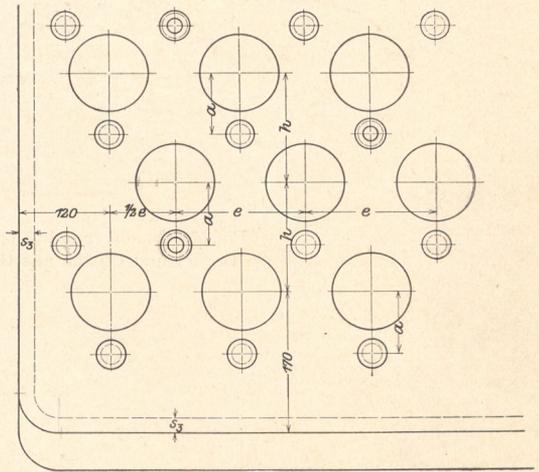


Fig. 54. Geschweißte Wasserkammer.



Etwaige Schlamm- bzw. Kesselsteinablagerungen finden, soweit im Oberkessel hierfür keine besonderen Vorkehrungen getroffen sind, infolge des Wasserlaufes hauptsächlich in der hinteren Wasserkammer statt, von wo sie regelmäßig durch Abblasen entfernt werden müssen, damit sie nicht die Zuflußöffnungen der unteren Rohrreihe verlegen und hierdurch Defekte hervorrufen. Zur Ablagerung von Schlamm ist deshalb zweckmäßig die hintere Wasserkammer durch entsprechende Verlängerung über die untere Rohrreihe hinaus zu einem Schlamm sack auszubilden, wenn nicht, wie in Fig. 81 bis 83, besondere Schlamm säcke, die gleichzeitig den Wasserinhalt des Kessels vorteilhaft vergrößern, angeordnet sind.

Die Versteifung der ebenen Kammerwandungen erfolgt durch Stehbolzenanker (Fig. 53 und 54), die bei geschweißten Kammern auch am Umfange zum Schutze der Schweißnaht gegen eventuelles Aufreißen eingeschraubt und nachher vernietet werden.

Sind die Kessel nach dem Kammer system eingemauert, oder ist bei Kesseln mit Längszugführung seitlich kein Raum zum Reinigen der Wasserrohre vorhanden, so wird ein Teil der Stehbolzen als Hohlanker ausgebildet, durch die dann ein Rohr geführt werden kann, um das Rohrbündel während des Betriebes durch Abblasen mittels Luft oder Dampf von Ruß und Flugasche zu befreien. Gewöhnlich sind dann die Öffnungen der Hohlanker durch federnd eingesetzte Gußstopfen verschlossen, damit das Eindringen von Außenluft in die Kesselzüge verhindert wird. Bei dem Wasserrohrkessel Fig. 67 und 79 sind die hohlen Stehbolzen dadurch vermieden, daß seitlich von den Wasserkammern besondere Putztüren angeordnet sind, durch die das Abblasen der Rohre von Flugstaub erfolgen kann.

Zum Aufwalzen der Siederohre und um eine bequeme innere Reinigung derselben zu ermöglichen, sind gegenüber jeder Rohröffnung in den äußeren Kammer-

wandungen Rohrlochverschlüsse angeordnet, die entweder von außen oder von innen eingebracht werden und zweckmäßig durch den Druck des Kessels abdichten. Diese sog. Sicherheitsverschlüsse verdienen gegenüber den von außen angepreßten den Vorzug, da bei ihnen der Verschlußdeckel beim eventuellen Abreißen des Schraubenbolzens durch den Dampfdruck nicht herausgeschleudert werden kann.

Müssen die Verschlußdeckel von innen eingebracht werden, so werden hierfür in der Kammerwand sach-

gemäß verteilt einige gleichartige größere Öffnungen vorgesehen, deren Deckel wiederum durch ovale Handlöcher (Fig. 62) einzubringen sind.

**Zahlentafel Nr. 22**

über Kammerabmessungen bei 95 mm äußerem Rohrdurchmesser.

Überdruck . . . . . at		8	10	12	14	
Kleine Rohrteilung	Rohrentfernung	$e$ . . . . . mm	150	150	150	150
		$h$ . . . . . "	130	130	130	130
		$a$ . . . . . "	85	85	85	85
	Wandstärke	$s_1$ . . . . . "	18	18	20	20
		$s_2$ . . . . . "	18	18	20	20
	massive Stehbolzen <sup>1)</sup>	Bolzendurchmesser . . . "	28	28	28	28
		äuß. Gewindedurchmesser . . . "	33,4	33,4	33,4	33,4
		Kerndurchmesser . . . "	30,2	30,2	30,2	30,2
		hohle Stehbolzen <sup>1)</sup>	innerer Rohrdurchmesser . . . "	17	17	17
	Große Rohrteilung	Rohrentfernung	$e$ . . . . . mm	170	170	170
$h$ . . . . . "			150	150	150	150
$a$ . . . . . "			85	85	85	85
Wandstärke		$s_1$ . . . . . "	18	20	20	20
	$s_2$ . . . . . "	18	20	20	20	
massive Stehbolzen <sup>1)</sup>	Bolzendurchmesser . . . "	28	28	28	28	
	äuß. Gewindedurchmesser . . . "	33,4	33,4	33,4	33,4	
	Kerndurchmesser . . . "	30,2	30,2	30,2	30,2	
	hohle Stehbolzen <sup>1)</sup>	innerer Rohrdurchmesser . . . "	17	17	17	17
Wandstärke $s_3$ bei	$b = 150$ mm . . . . . mm	20	20	20	20	
	$b = 250$ " . . . . . "	20	20	21	22	
	$b = 350$ " . . . . . "	22	24	27	29	

<sup>1)</sup> Beim Stehbolzengewinde sind 11 Gänge auf 1" engl. angenommen.

Verschlussdeckel für Wasserrohrkessel  
mit Rohren von 95 mm äußerem Durchmesser.

1. Rohrlochverschlüsse ohne besonderes Dichtungsmaterial mit konischer metallischer Abdichtung, von innen einzubringen.

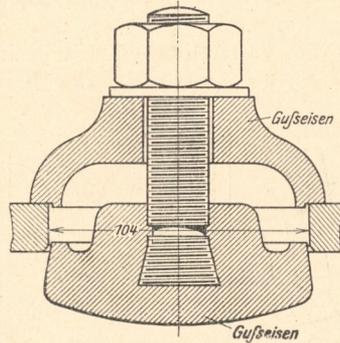


Fig. 55. Innerverschluß von Büttner, Deckel und Glocke aus Gußeisen<sup>1)</sup>.

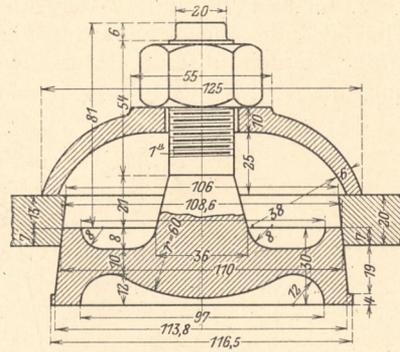


Fig. 56. Innerverschluß von Willmann, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

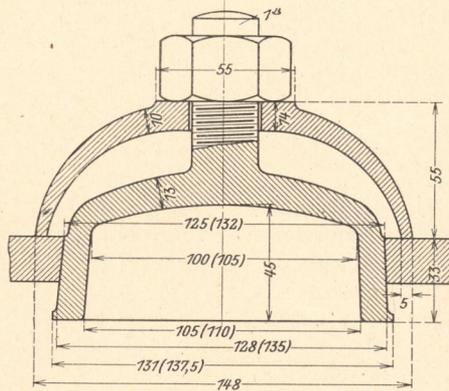


Fig. 57. Innerverschluß von Dürr, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

2. Rohrlochverschlüsse mit besonderem Dichtungsmaterial, von innen einzubringen.

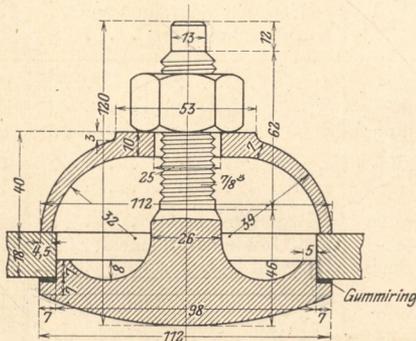


Fig. 58. Innerverschluß von Steinmüller, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

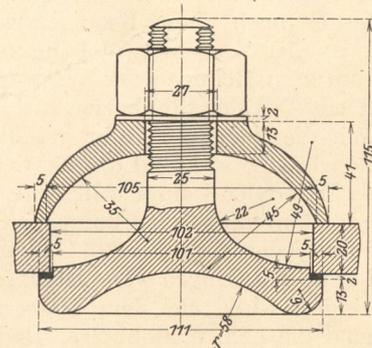


Fig. 59. Innerverschluß von den Guilleaume-Werken, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

<sup>1)</sup> Nach den Allgem. poliz. Bestimmungen vom Jahre 1908 sind Verschlussdeckel aus Gußeisen oder Temperguß für Betriebsdrücke über 10 at nicht mehr zulässig; die Verschlüsse werden in diesem Falle aus Formfußeisen (Stahlguß) oder Schmiedeeisen hergestellt.



Normale Rohrverschlüsse für die Sektionskammern der Babcock-Wilcox-Kessel, Fig. 85 u. 86, mit Rohren von 102 mm äußerem Durchmesser.

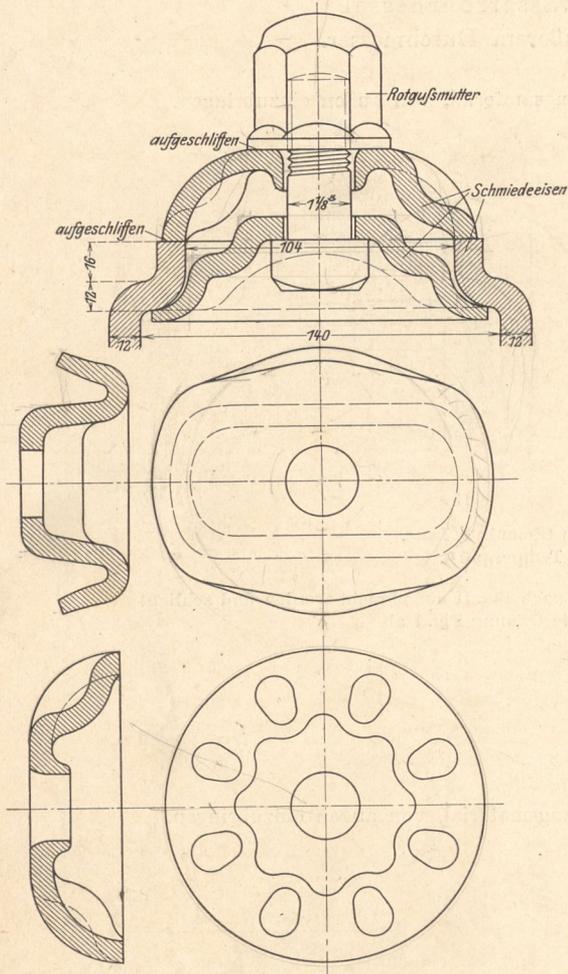


Fig. 63. Außenverschluß mit metallischer Abdichtung, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

#### c) Die Verbindungsstutzen.

Die Verbindungsstutzen zwischen Oberkesseln und Wasserkammern bzw. Röhrenbündel sollen reichlich groß gewählt werden, d. h. ihr Querschnitt soll so bemessen sein, daß der Wasserzufluß zu den im ersten Feuerzuge liegenden Siederöhren ungehindert erfolgen kann und den gestellten Anforderungen an die Dampfleistung des Kessels genügt.

Bei Sektionalkesseln (Fig. 85 und 86) erfolgt die Verbindung der einzelnen Sektionen mit dem Oberkessel durchweg durch eingewalzte Rohre von gleichem Durchmesser wie die Siederöhre. Je nachdem hier 8 oder 10 Rohrreihen übereinander angeordnet sind, beträgt dann auch der Querschnitt ihrer Verbindung mit dem Oberkessel nur  $\frac{1}{8}$  bzw.  $\frac{1}{10}$  des Gesamtquerschnittes der Siederöhren. Dieses Maß hat sich als ausreichend erwiesen, wie die zahlreichen Ausführungen an den Babcock & Wilcox-Kesseln gezeigt haben; trotzdem ist es bei Kammerkesseln, wo die Möglichkeit hierfür geboten ist, angebracht, die Querschnitte der Verbindungsstutzen größer zu bemessen, um auf alle Fälle vor Störungen im Betriebe bewahrt zu bleiben.

#### d) Oberkessel.

Entsprechend der Kesselgröße und der Art des Betriebes — bei schwankender Dampfnahme usw. —

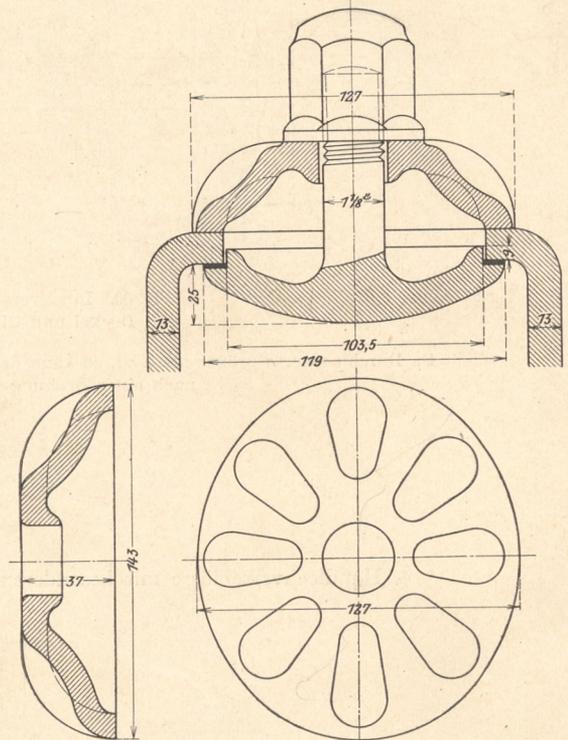


Fig. 64. Ovaler Innenverschluß mit besonderem Dichtungsmaterial, von außen einzubringen, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

werden, wie bereits eingangs erwähnt, ein oder mehrere Oberkessel von entsprechenden Abmessungen angeordnet. Die Oberkessel sind in der Regel in der Längsrichtung über dem Rohrsystem gelagert, seltener in der Querrichtung über der vorderen oder hinteren Wasserkammer.

Die Zuführung des Speisewassers erfolgt fast in allen Fällen in die Oberkessel und sind hier vielfach Einrichtungen getroffen, ausscheidende Kesselsteinbildner möglichst zurückzuhalten und nicht in die hintere Wasserkammer bzw. zu den Wasserrohren gelangen zu lassen. Für das regelmäßige Abblasen dieses Schlammes während des Betriebes sind deshalb Ventile oder Hähne, ebenso wie am unteren Ende der hinteren Wasserkammer, anzuordnen.

Die Rundnähte der Oberkessel sollten — abgesehen von den Böden — stets doppelt genietet sein, auch wenn die Rechnung auf Sicherheit nur einfache Nietung ergibt. Durch die Einführung des oft kalten Speisewassers in den Oberkessel wird derselbe in seiner unteren Hälfte sehr stark abgekühlt, während die obere Hälfte vom Dampf bestrichen wird. Bei der großen freitragenden Länge des Oberkessels ergeben sich hierdurch Beanspruchungen, die bei nur einfacher Nietung zu Undichtigkeiten führen, während die durch die doppelte Rundnaht erzielte größere Steifigkeit derartige Leckagen oft hintenan zu halten vermag.

### e) Lagerung der Kessel.

Die Kessel sind so zu lagern, daß der durch sein Gewicht und den Wasserinhalt erzeugte Druck und der im Betriebe durch die Wärmedehnung auftretende Schub vom Fundament aufgenommen und nicht auf das umgebende Kesselmauerwerk übertragen wird. Letzteres sollte den Kessel auch nicht belasten, vielmehr nur zum Abschlusse der Feuerzüge dienen, da es sonst noch leichter schadhafte wird, als es im Betriebe durch die ungleiche Erwärmung schon der Fall ist.

Die Aufhängung der Oberkessel, d. h. die Übertragung der Gesamtlast durch schmiedeeiserne Säulen auf die Fundamente wird vielfach bevorzugt, da sie am sichersten die Möglichkeit einer ungehinderten Wärmedehnung

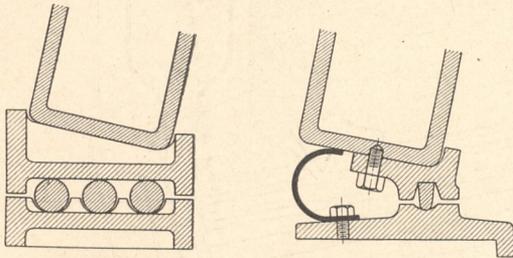


Fig. 65.

Fig. 66.

Lagerung der Kessel.

der Siederöhre gewährt. Oft wird aber auch die vordere Kammer auf Stühlen fest gelagert, so daß die hintere Kammer, auf Rollen (Fig. 65) oder Pendel (Fig. 66) gestützt, der Wärmedehnung folgen kann. Bei den Kesseln Fig. 69 hingegen ist nur die hintere Kammer unterstützt, während vorn die Aufhängung des Oberkessels eine ungehinderte Wärmedehnung sichert.

### f) Heizgasführung.

Bei Wasserrohrkesseln mit geneigten Rohren unterscheidet man in der Hauptsache zwischen der Längszugführung und der sog. Kammereinmauerung. Die erstere Art Einmauerung hat Zugtrennungsplatten in der Längsrichtung des Kessels, wobei die untere Platte auf der ersten, zweiten oder dritten Rohrreihe von unten gelagert ist. Hierdurch hat man es in der Hand, die einzelnen Rohrreihen beliebig zur Dampfleistung heranzuziehen. Z. B. bei dem Wasserrohrkessel Fig. 78 und 81 liegt die erste Zugtrennungsplatte auf der untersten Rohrreihe, wodurch diese nach angestellten Ermittlungen bis zur Hälfte der Gesamt-Dampferzeugung herangezogen werden soll. Bei der Längszugführung muß daher auch den unteren Rohrreihen das Wasser in reichlicherem Maße als den oberen zugeführt werden, um ein Ausbeulen, Krummziehen oder Aufreißen dieser Rohre zu verhindern. Bei der Kammereinmauerung Fig. 70, 71, 72 usw. sind nur vertikale Scheidewände vorhanden; die einzelnen Rohrreihen werden daher gleichmäßiger zur Dampfbildung herangezogen als bei der Längszugführung, und zwar erfolgt die hauptsächlichliche Dampfentwicklung im vorderen Teile der Rohre, von wo die Dampfblasen leicht in den Oberkessel gelangen können. Ein Rückwärtsströmen des Zirkulationswassers durch die oberen Rohrreihen, was bei Längszugführung und starker Kesselbeanspruchung hier und da beobachtet worden ist, ist bei einer derartigen Kammereinmauerung ausgeschlossen. Einkammer-Wasserrohrkessel müssen deshalb auch stets diese Art Einmauerung erhalten, da bei der Längszugführung und der hieraus sich ergebenden hohen Beanspruchung der unteren Rohre nicht für eine genügende

Wasserzirkulation, d. h. einen ausreichenden Wasserrücklauf durch die engen Einsteckrohre, Sorge getragen werden kann. Die Entfernungen der einzelnen Zugtrennungswände, d. h. die Querschnitte der Heizzüge, werden nach hinten hin, entsprechend dem mit der Temperatur abnehmenden Heizgasvolumen, kleiner gewählt.

Die zur Führung der Heizgase zwischen den Rohren eingebauten senkrechten Wände sind meist aus Schamottesteinen gebildet und durch hintergelegte gußeiserne Platten von ungefähr 20 mm Dicke versteift. Die unteren wagerechten Wände werden ebenfalls durch einzelne kleinere Steine gebildet und oft durch aufgelegte, etwa 13 mm dicke Gußplatten abgedichtet, während die eventuell erforderlichen oberen wagerechten Trennungswände nur aus einzelnen, lose auf die oberste Rohrreihe gelegten Schamotteplatten bestehen.

Ist seitlich neben dem Kesselmauerwerk genügend Platz vorhanden, so erfolgt die äußere Reinigung der Siederöhre, wie auf S. 67 bereits erwähnt, durch sog. Rußausblasetüren (Fig. 668). Bei der Kammereinmauerung müssen die Rohre der mittleren Reihen stets in dieser Weise gereinigt werden; solche Kessel können daher höchstens zu zweien in einem Block eingemauert werden, während bei Längszugführung eine größere Anzahl Kessel direkt nebeneinander liegen können, sofern in den Wasserkammern Hohlanker oder neben den Kammern besondere Rußtüren (Fig. 67) vorgesehen sind.

In nachstehendem werden eine größere Anzahl Wasserrohrkessel beschrieben, die ausgeführten Anlagen entnommen sind und sich im praktischen Betriebe bewährt haben.

## C. Zweikammer-Wasserrohrkessel

### a) mit Verbindung der oberen Enden beider Wasserkammern durch Stützen mit dem Oberkessel.

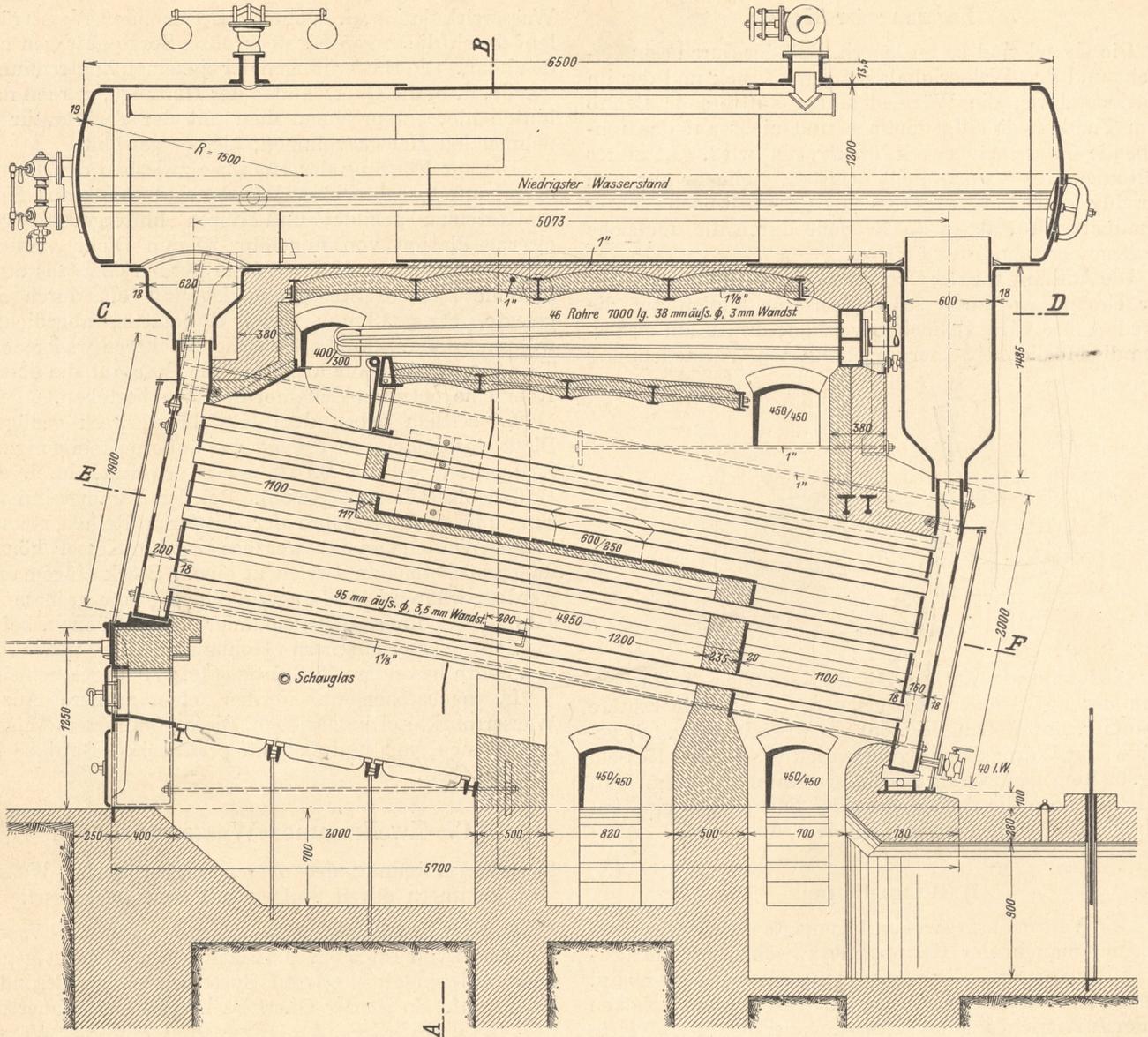
Der Steinmüller-Kessel, ein Zweikammer-Wasserrohrkessel von 146,6 qm Heizfläche, Fig. 67, weist gegenüber anderen gleichartigen Systemen einige Besonderheiten auf. So ist der Oberkessel nicht eingemauert, er liegt frei und wird vor Inbetriebnahme mit einer Wärmeschutzmasse umkleidet. Die Wasserkammern sind vorn und hinten mit runden Verbindungsstützen am Oberkessel angeschlossen und haben reichliche Querschnitte für die Wasserzu- bzw. Dampfableitung. Sie sind vorn rechts und links auf gußeisernen Böcken und hinten auf Rollen gelagert, wodurch sich eine Aufhängung des Oberkessels erübrigt. Die Kammerverschlüsse sind schmiedeeiserne Innenverschlüsse (Fig. 58), welche mit einem besonderen Dichtungsmaterial, in diesem Falle Gummi, gegen die Kammerwand abgedichtet werden.

Der 38,6 qm große Überhitzer besteht aus 46 Stück U-förmig gebogenen Rohren von 38 mm äußerem Durchmesser und 3 mm Wandstärke, die in eine schmiedeeiserne Kammer nach Fig. 154 eingewalzt sind.

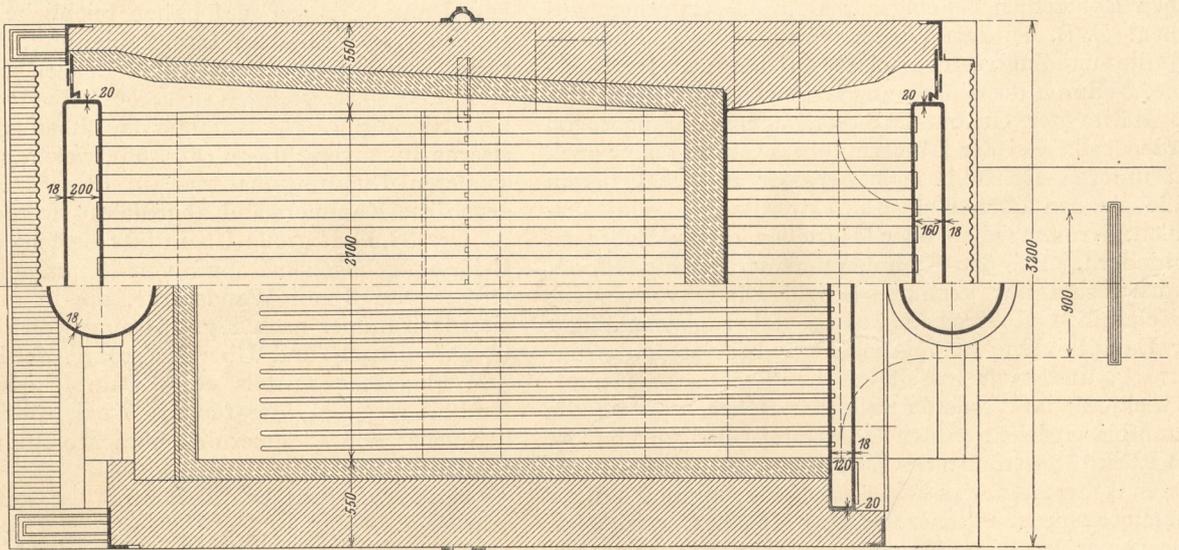
Die Kessel- und Überhitzerrohre werden von Ruß und Flugasche mittels eines Dampf- oder Druckluftstrahles gereinigt, der für die Wasserrohre durch seitlich neben den Kammern angebrachte Rußausblasetüren eingeführt wird.

Ein Steinmüller-Kettenrost ist auf S. 204 beschrieben.

Der in Fig. 68 dargestellte Petry-Dereux-Hochleistungs-Wasserrohrkessel von 420 qm Heizfläche und 13 at Betriebsdruck ist mit Überhitzern von zusammen 160 qm Heizfläche ausgerüstet, um den im Kessel erzeugten Dampf auf 350° C zu überhitzen. Der Kessel



Längsschnitt.



Schnitt E-F und C-D.

Fig. 67. Zweikammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: L. & C. Steinmüller, Gummersbach.  
Heizfläche = 146,6 qm,  
Überhitzerheizfläche = 38,6 qm.

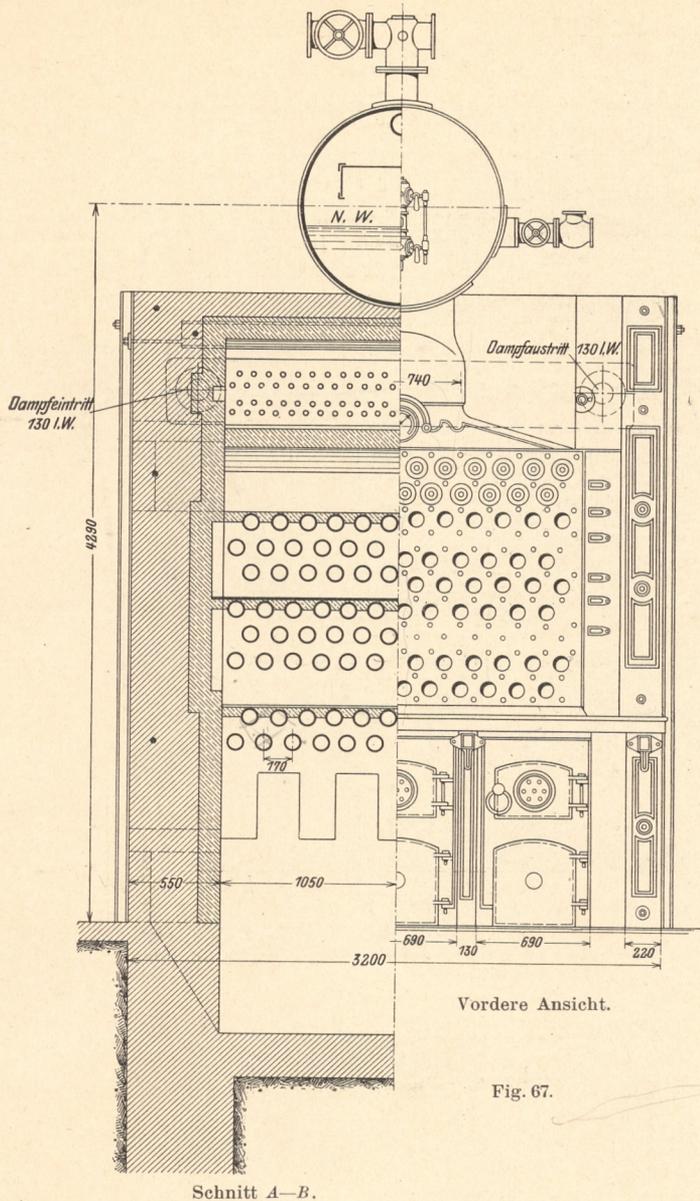


Fig. 67.

ist bemerkenswert durch die reichliche Dimensionierung der für eine hohe quantitative Leistungsfähigkeit in Betracht kommenden Querschnitte. Die 328 Stück 95er Wasserrohre besitzen nur eine Länge von 4500 mm und haben einen Gesamtquerschnitt von 2,0 qm. Demgegenüber haben die beiden vorderen Kammern an ihrer engsten Stelle, wo sie sich an den Oberkessel anschließen, einen Querschnitt von zusammen 1,12 qm und die beiden Stützen zu den hinteren Wasserkammern zusammen 1,0 qm freien Durchgang. Die Wasserkammern sind ihrer großen Breite wegen geteilt und ebenso wie die Oberkessel reichlich dimensioniert; sie geben dem Kessel einen gesamten Wasserinhalt von 35,8 cbm bei 17,3 cbm Dampfraum und 24,5 qm Verdampfungsoberfläche.

Bei der großen Breite des Kessels wurden 3 Kettenroste (D. R. P. Nr. 194 824) von zusammen 14,4 qm Rostfläche erforderlich.

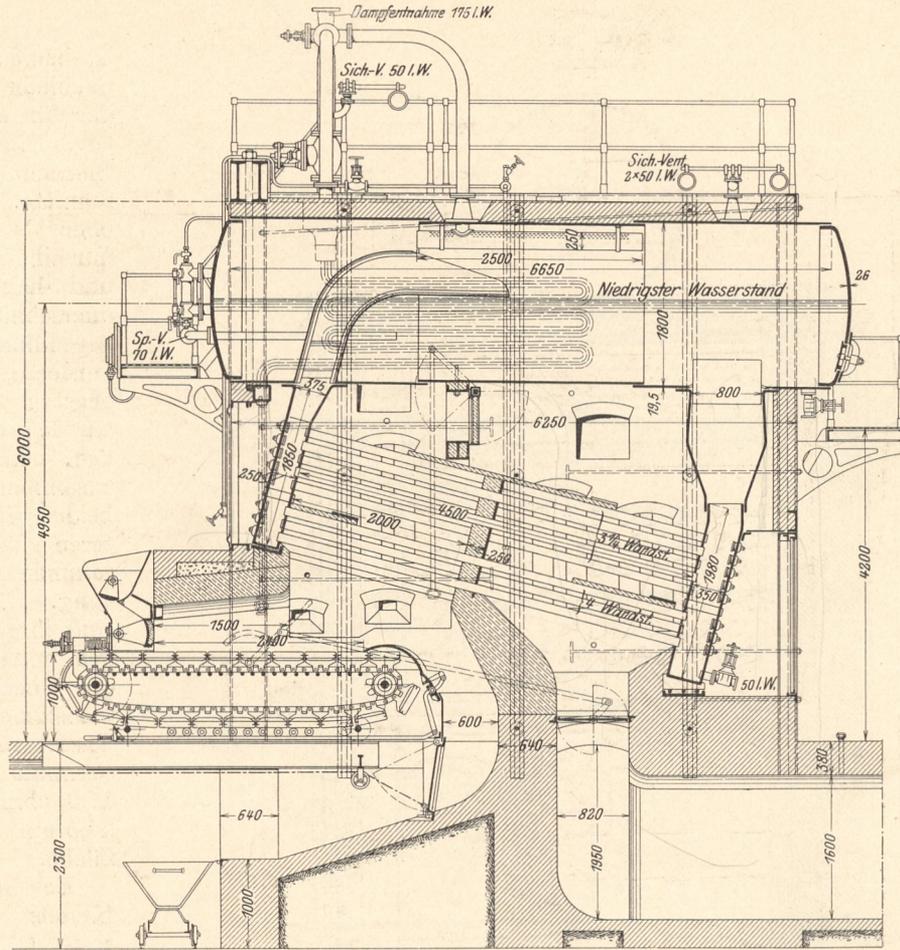
Über Konstruktion und Beschreibung dieser Roste siehe S. 206.

[Forts. s. S. 76.]

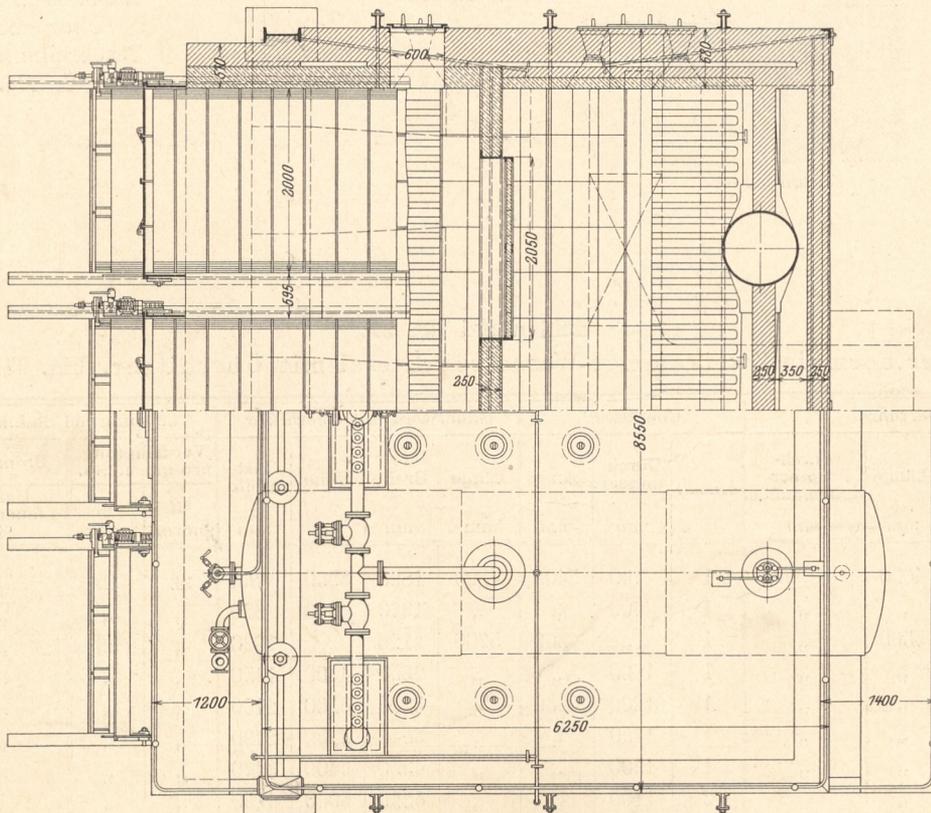
Zahlentafel Nr. 23

über normale Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 67.

Kesselheizfläche qm	Wasserrohre				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennstoffausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
29,6	6	4	4050	88/95	1	700	5400	4800	1800	3950	750	22	25	73	76
49,9	8	5	"	"	1	900	"	"	1970	4800	920	"	"	"	"
73,4	8	6	5000	"	1	"	6300	5700	2120	"	1090	"	26	"	"
97,9	8	8	"	"	1	1000	"	"	2550	4900	1450	"	"	"	"
146,6	8	12	"	"	1	1200	6500	"	3200	5100	2100	"	"	"	"
195,5	8	16	"	"	1	1350	"	"	3840	5250	2790	"	"	"	"
244,4	8	20	"	"	1	1500	"	"	4550	5400	3470	"	"	"	"
293,2	8	24	"	"	2	1100	"	"	5250	5000	4150	"	"	"	"
242,2	8	28	"	"	2	1300	"	"	5950	5350	4850	"	"	"	"
390,0	9	21	"	"	2	1400	"	"	"	5600	"	20	25	"	"
460,0	10	30	"	"	2	1500	"	"	6150	5800	5120	18	23	"	"



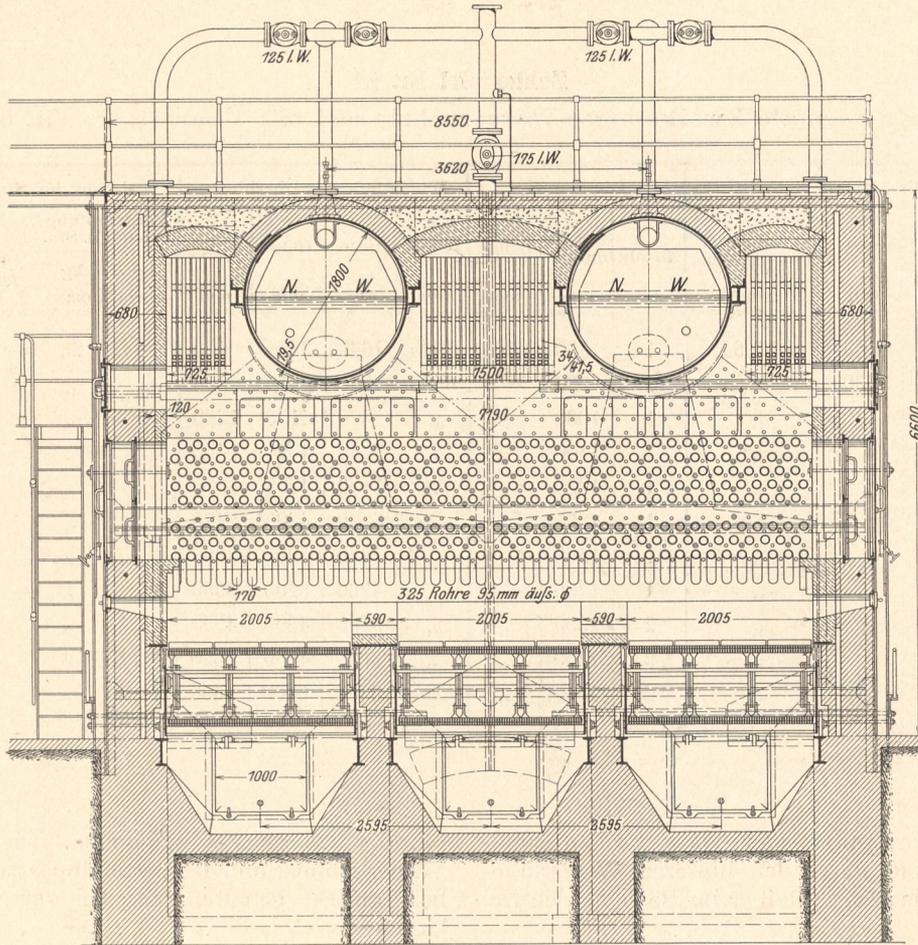
Längsschnitt.



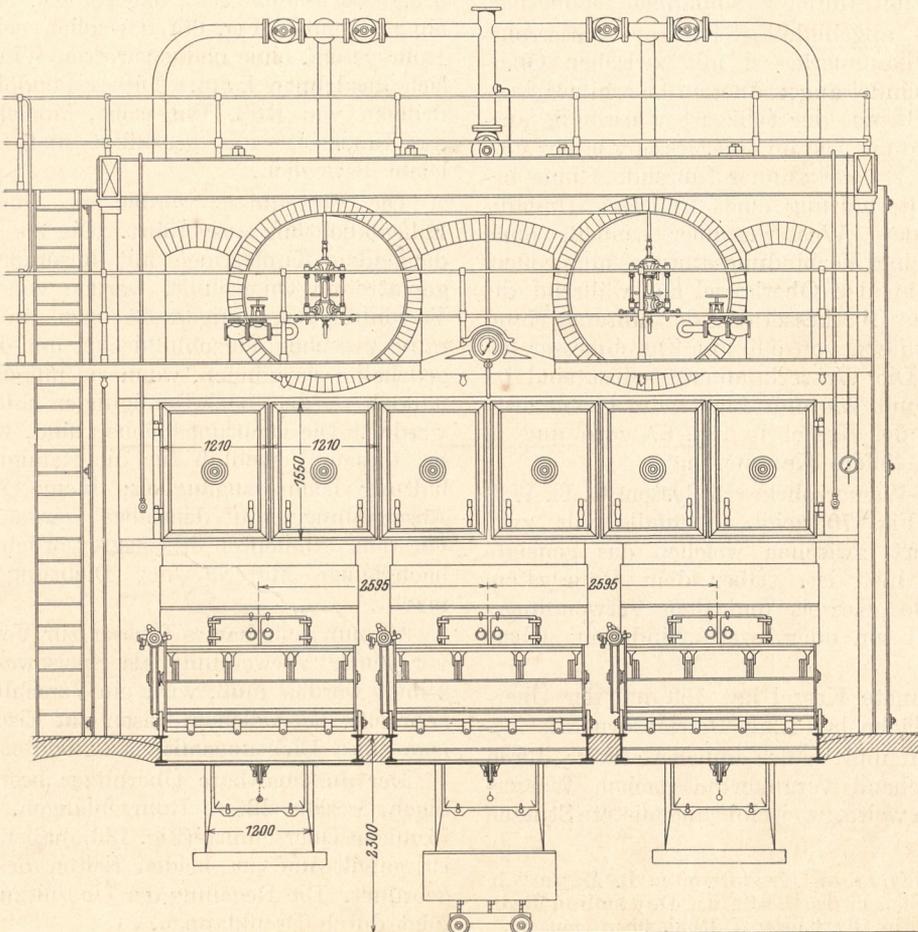
Grundrißschnitt und obere Aufsicht.

Fig. 68. Hochleistungs-Zweikammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: Petry-Dereux, G. m. b. H., Düren i. Rhld.

Überdruck = 13 at.  
Heizfläche = 420 qm,  
Überhitzerheizfläche = 160 qm,  
Rostfläche = 14,4 qm.



Querschnitt.



Vorderansicht.  
Fig. 68.

**Zahlentafel Nr. 24**  
über normale Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 68.

Kessel- heiz- fläche  qm	Wasserrohre, Neigung 25 : 100				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rost- breite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennstoffausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Feuerung %
30	6	3	4500	87,5/95	1	800	6000	5900	1640	3850	600	16—18	23	70	74
53	7	4/5	5000	"	1	900	6800	6500	1890	3950	850	"	"	"	"
80	7	7	"	"	1	1000	"	"	2320	4150	1280	"	"	"	"
105	8	8	"	"	1	1100	"	"	2750	4350	1450	"	"	"	"
152	9	10/11	"	"	1	1200	"	"	3170	4700	1870	"	"	"	"
200	9	14	"	"	1	1300	"	"	3770	4800	2470	"	"	"	"
250	9	17/18	"	"	1	1500	"	"	4360	5000	3060	"	"	"	"
300	9	21	"	"	1	1700	"	"	4960	5200	3660	"	"	"	"
350	9	24/25	"	"	2	1300	"	"	5550	4800	4250	"	"	"	"
420	9	29	"	"	2	1400	"	"	6320	4900	5020	"	"	"	"
450	9	2×15/16	"	"	2	1500	"	"	6800	5000	5500	"	"	"	"

Der Kessel ist vorn unter jedem Oberkessel an Runden aufgehängt und unter den hinteren Wasserkammern auf Rollen gelagert, so daß er im Betriebe sich frei ausdehnen kann.

Die drei Überhitzer sind seitlich neben den Oberkesseln angeordnet und durch Drehklappen regulierbar.

Der in Fig. 69 abgebildete Büttner-Wasserrohrkessel ist ein Zweikammerkessel mit zwischen Oberkessel und Rohrbündel angeordnetem Überhitzer, welcher hier aus dem Strome der Heizgase vollständig ausgeschaltet werden kann. Die im Oberkessel von der vorderen zur hinteren Wasserkammer führende Rinne bezweckt die Aufrechterhaltung eines kräftigen Umlaufstromes. Die vordere Wasserkammer schließt ohne Zwischenschaltung eines Verbindungsstutzens mit großem Querschnitt direkt an den Oberkessel an, während die Verbindung zwischen Oberkessel und der hinteren Kammer durch einen Stutzen von 500 mm Durchmesser bewerkstelligt wird. Die Wasserkammern selbst sind im vorliegenden Falle mit 200 mm Lichtweite gleich groß bemessen, während der Kessel in Fig. 67 vorn und in Fig. 68 hinten eine tiefere Kammer hat.

Die Zirkulations-Wasserrohrkessel System O. K. W.<sup>1)</sup> wurden, wie die Fig. 70 zeigt, ebenfalls mit zwei Kammern ausgeführt, zwischen welchen das geneigte Rohrbündel angeordnet ist. Über dem Rohrsystem liegen der Größe des Kessels und dem Verwendungszweck entsprechend ein oder zwei zylindrische Oberkessel.

Der hier gezeichnete Kessel hat 150 qm, der Überhitzer 42 qm Heizfläche bei 12 at Betriebsdruck.

Die geschweißten und in der üblichen Weise durch Stehbolzen entsprechend verankerten flachen Wasserkammern sind durch weite, zweireihig angenietete Stutzen

mit dem Oberkessel verbunden. Die Querschnitte der Vorderkammer und des Verbindungsstutzens sind wesentlich größer gehalten als bei der hinteren Wasserkammer.

Die Vorderkammern sind auf zwei Trägern mittels geeigneter Schuhe fest, dagegen die Hinterkammern auf einem Pendel (Fig. 66) beweglich gelagert, damit das Rohrsystem, ohne nennenswerten Widerstand zu finden, sich ausdehnen kann. Dieses Pendellager ist vor Eindringen von Ruß, Flugasche, Mörtelteilchen usw. von der Innenseite aus geschützt und bleibt daher stets leicht beweglich.

Die Verschlüsse werden als Innenverschlüsse mit Hilfsabdichtung ausgeführt. Die als Dichtungsmaterial dienenden Kupferringe mit linsenförmigem, oben abgeplattetem Querschnitt werden von außen durch die Verschlussglocke angepreßt bzw. in einen Zwischenraum zwischen Verschlussdeckel und Kammerausschnitt gedrückt; sie können, wenn sie mit einiger Sorgfalt behandelt werden, nach Reinigungen häufig wieder benutzt werden. Die Dichtungsflächen sind, weil außen liegend, bei diesem Verschluss für die Reinigung und Instandhaltung leicht zugänglich; kleine Anfrassungen und Abscheidungen auf denselben werden, sofern sie nicht vor dem Abdichten beseitigt worden sind, durch das nachgiebige Material der Dichtung unschädlich gemacht.

Wo nur sehr hartes Wasser zur Verfügung steht, das vor seiner Verwendung als Speisewasser chemisch gereinigt werden muß, wird ein Verschluss in Anwendung gebracht, bei welchem Eisen auf Eisen ohne Zwischenlage eines Dichtungsmittels abdichtet.

Der ausschaltbare Überhitzer besteht aus dickwandigen, geschweißten Rohrschlangen, die einen sternförmigen Querschnitt (Fig. 136) haben. Der Überhitzer ist geteilt und zu beiden Seiten des Oberkessels angeordnet. Die Regelung der Überhitzungstemperatur erfolgt durch Drehklappen.

<sup>1)</sup> Die „Oberschlesischen Kesselwerke B. Meyer“ in Gleiwitz sind inzwischen in den Besitz der Deutschen Babcock-Wilcox-Werke in Oberhausen i. Rhld. übergegangen.

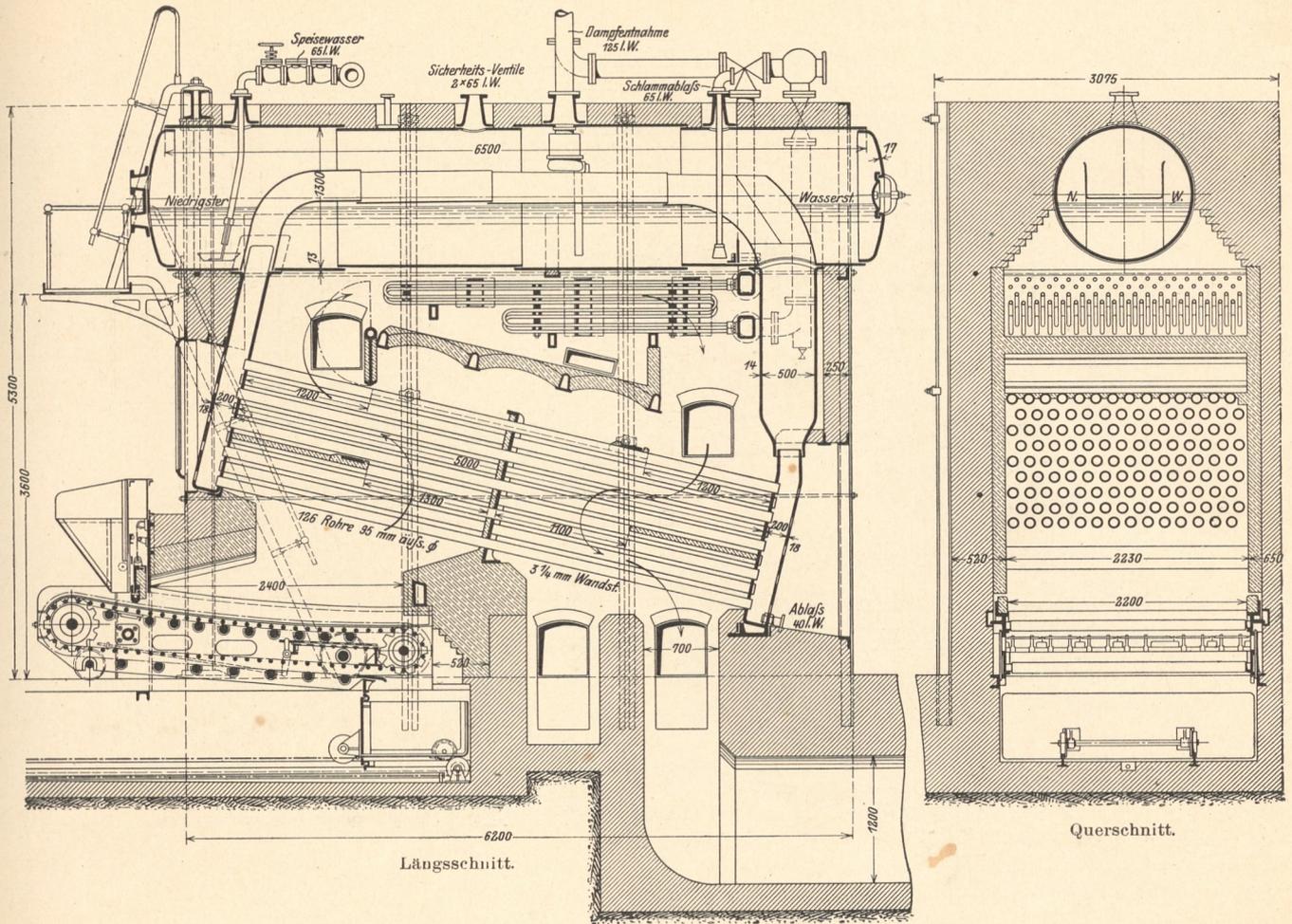


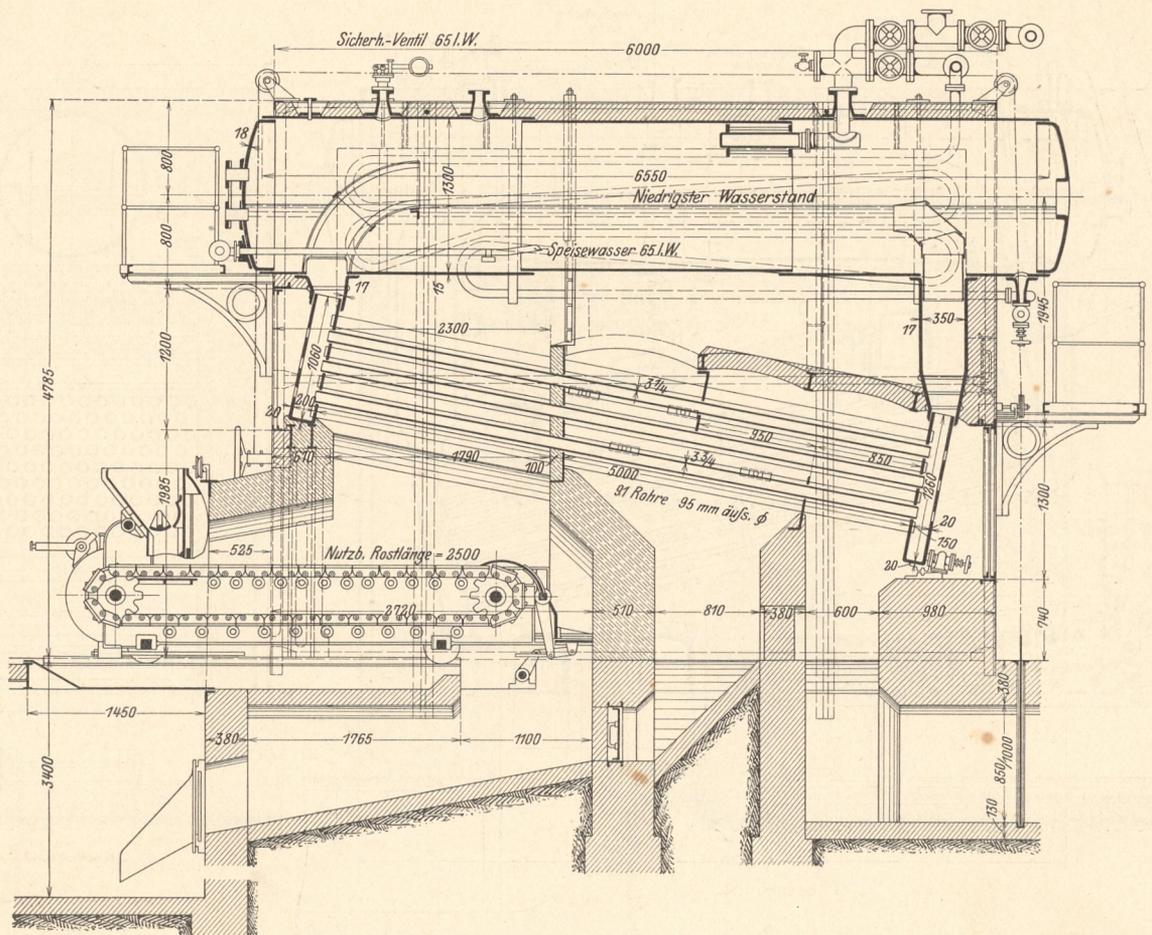
Fig. 69. Büttner's Schnelllaufkessel.  
Ausführung: Rheinische Dampfkessel- und Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Ürdingen a. Rh.

Überdruck = 10 at,  
Heizfläche = 200 qm,  
Überhitzerheizfläche = 40 qm,  
Rostfläche = 5,3 qm.

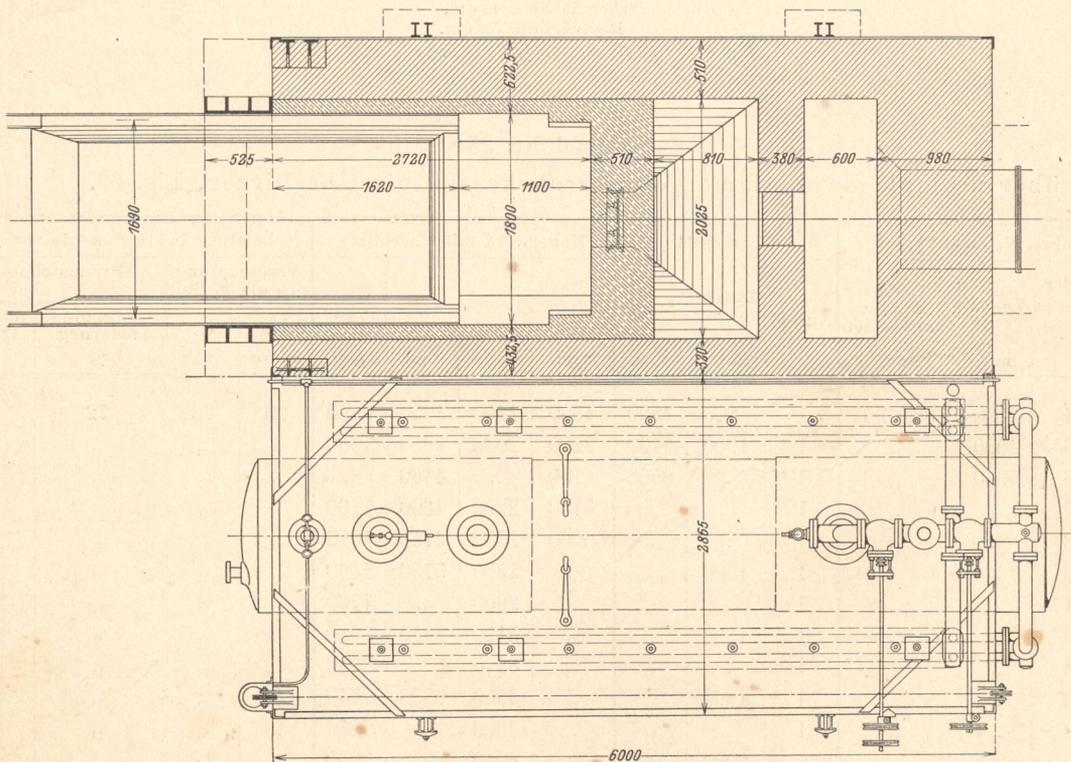
Zahlentafel Nr. 25

über normale Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 69.

Kessel- heiz- fläche qm	Wasserrohre, Neigung 24:100				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7500 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durch- messer innen/außen mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rost- breite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennstoffausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
22	4	4	3700	88,5/95	1	800	4800	4600	1490	3650	690	20	26	72	74
44	5	6	4000	"	1	1000	5400	5200	2040	4050	1000	"	"	"	"
61	6	6	5000	"	1	"	6500	6100	"	4450	"	"	"	"	"
80	7	7	"	"	1	"	"	6150	2200	4600	1160	"	"	"	"
103	8	8	"	"	1	"	"	6200	2350	4750	1310	"	"	"	"
132	9	9	"	"	1	1300	"	"	2500	5150	1460	"	"	"	"
159	9	11	"	"	1	"	"	"	2800	"	1760	"	"	"	"
188	9	13	"	"	1	1500	"	"	3120	5450	2080	"	"	"	"
201	9	14	"	"	1	"	"	"	3270	"	2230	"	"	"	"
232	9	16	"	"	1	1800	"	"	3580	5800	2540	"	"	"	"
259	9	18	"	"	1	"	"	"	3900	"	2860	"	"	"	"
297	9	19	"	"	1	2000	7000	6700	4040	6050	3000	"	"	"	"
425	9	28	"	"	2	1200	7200	"	5690	5400	4390	"	"	"	"



Längsschnitt.



Grundrisschnitt und obere Aufsicht.

Fig. 70.

Zahlentafel Nr. 26

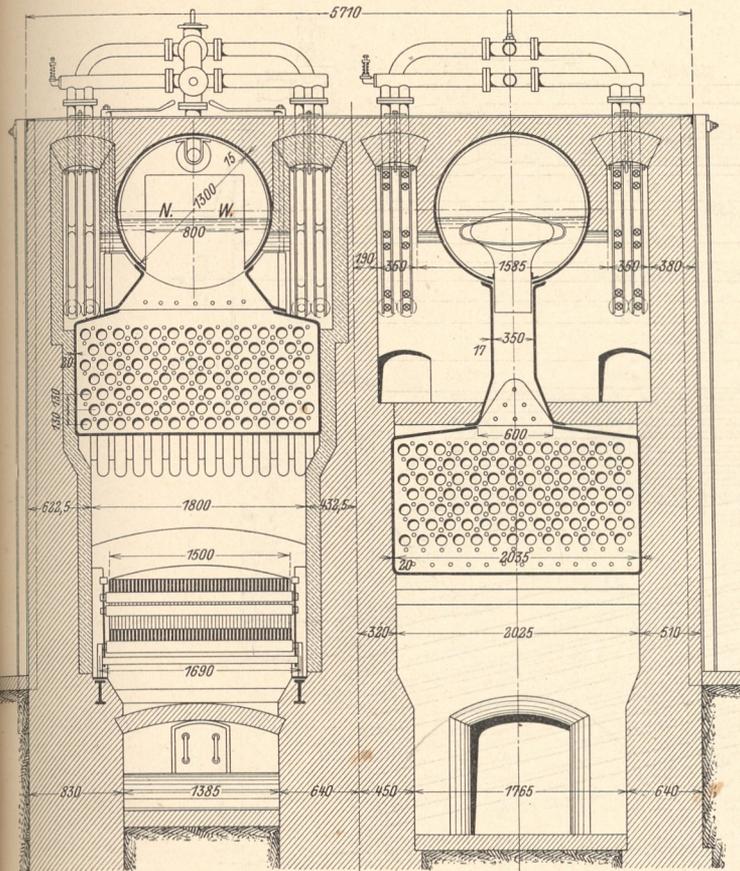
über normale Zweikammer-Wasserrohrkessel,  
Fig. 70.

Kessel- heiz- fläche	Wasserrohre				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer		
	Anzahl in der		Länge	Durch- messer außen	Anzahl	Durch- messer	Länge	Länge	Breite	Höhe
	Höhe	Breite								
qm										
25	4	5	4000	95	1	700	5500	5000	2000	4200
50	6	7	"	"	1	800	"	"	2400	4300
75	7	7	4500	"	1	900	6000	5500	2500	4400
100	7	9	5000	"	1	1000	6500	6000	2600	"
150	7	13	"	"	1	1300	"	"	3000	4700
200	8	16	"	"	1	1400	"	"	3500	4900
250	8	20	"	"	1	1500	"	"	4100	5000
300	8	23	"	"	2	1300	"	"	5100	4800
350	8	28	"	"	2	1400	"	"	5750	4900
400	8	32	"	"	2	"	"	"	6350	"
450	8	36	"	"	2	1500	"	"	6950	5000
500	8	40	"	"	2	"	"	"	7550	"

Die Leistung der Kessel beträgt je nach Art des Brennstoffes und der Art der Feuerung bei normalen Kesseln 18 bis 25 kg pro qm Heizfläche und Stunde, bei Hochleistungskesseln 25 bis 40 kg.

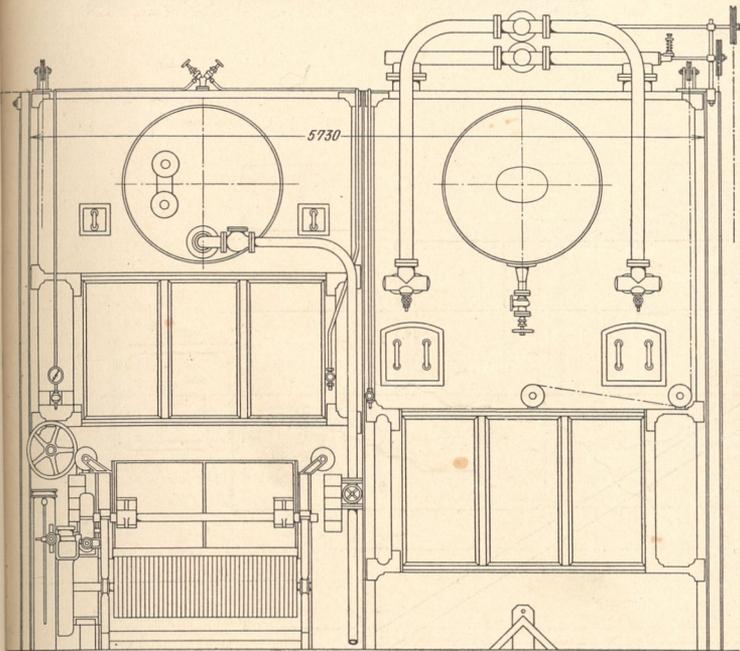
Bei dem Wasserrohrkessel Fig. 71 von 178 qm Heizfläche und 10 at Betriebsdruck wird vorn unter dem Rohrsystem ein Schrägrost mit zwei darüberliegenden Querkesseln *A* und *B* angebracht und der Rost derart geneigt, daß der verbrauchte Brennstoff durch selbsttätiges Nachrutschen von frischem Material aus dem am oberen Rostende angebrachten Füllraume ersetzt wird. Dieses allmähliche Nachrutschen in Verbindung mit der regelbaren Verbrennungs- und Oberluftzuführung und der durch die Lage der Querkessel bedingten Vermischung heißer Feuergase mit den aus dem frischen Brennstoff sich entwickelnden schweren Kohlenwasserstoffgasen bewirkt eine fast rauchfreie Verbrennung. Die Feuerung ist unter dem Namen „Äußere Tenbrinkfeuer“ bekannt und wird, wie vorerwähnt, auch vielfach in Verbindung mit einfachen oder mehrfachen Walzenkesseln (Fig. 19) angewandt.

Infolge der großen Heizflächen, welche die Wasserrohrkessel meist erhalten, kommen große Roste unter verhältnismäßig kleinen Querkesseln zu liegen. Letztere werden daher stark beansprucht und müssen den erhöhten Anforderungen entsprechend widerstandsfähig gemacht werden. Diese Widerstandsfähigkeit wird erreicht durch kräftige Zirkulation des Inhaltes beider Querkessel. Es werden zu diesem Zwecke beide Querkessel *A* und *B* an einem Ende an der höchsten, am anderen Ende an der tiefsten Stelle durch weite Stützen *C* und *D* miteinander verbunden. Das durch die intensive Beheizung mit Dampf gemischte Wasser steigt rasch durch *C* nach *B*. Der Dampf entweicht durch *E* nach dem Oberkessel und dampffreies Wasser fließt durch *D* dem unteren Querkessel *A* zu, den Kreislauf von neuem beginnend. Das in Dampf verwandelte Wasser wird durch Zulauf aus Rohr *F* ersetzt. Der so erzeugte äußerst lebhaft Umlauf innerhalb der beiden Querkessel *A* und *B* kühlt die Heizflächen, verhindert Ansammlung von Dampfblasen am Scheitel von *A* und Ablagerung von Schlamm an der Sohle von *B* und verhütet so ihr Schadhafwerden.



Schnitt durch die vordere Wasserkammer.

Schnitt durch die hintere Wasserkammer.



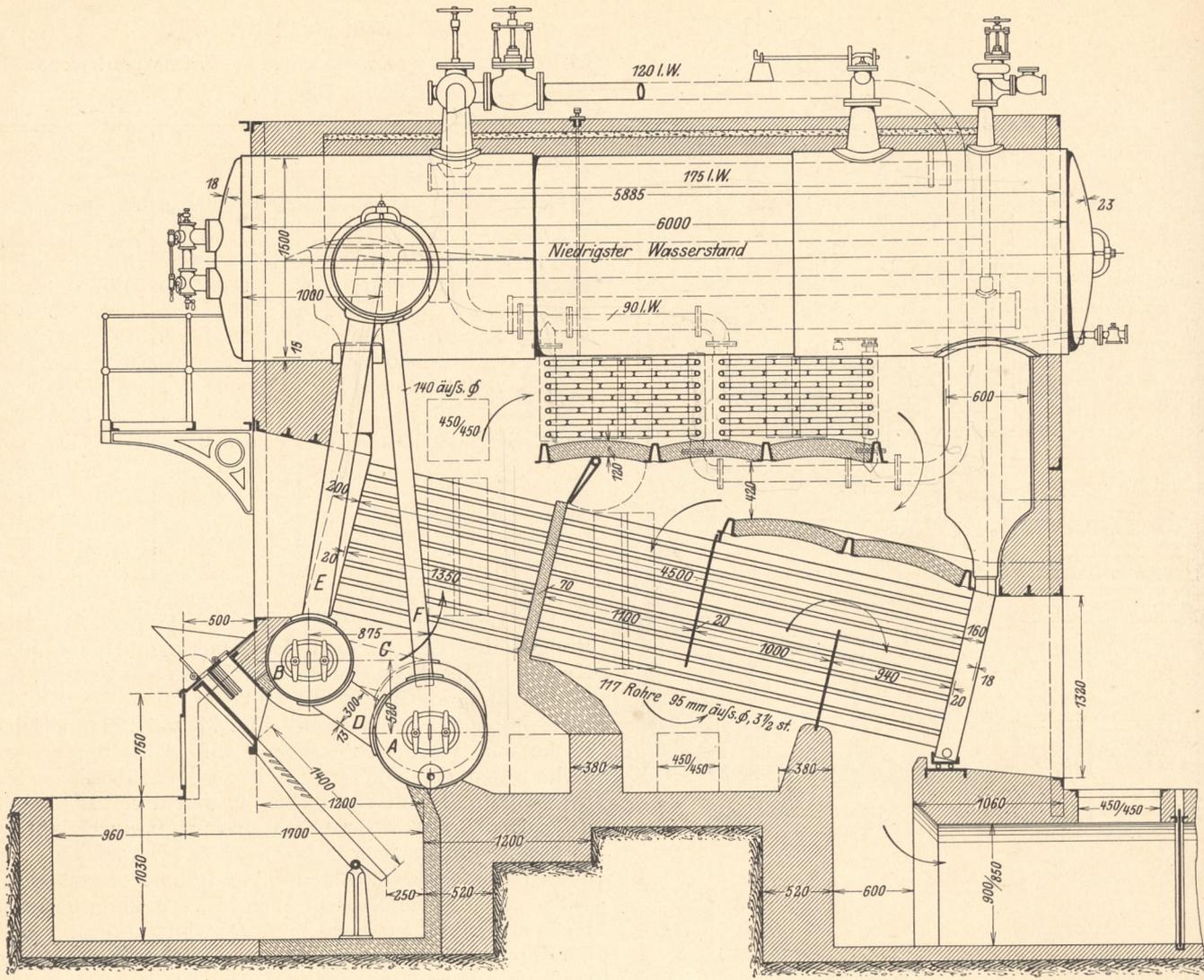
Vordere Ansicht.

Hintere Ansicht.

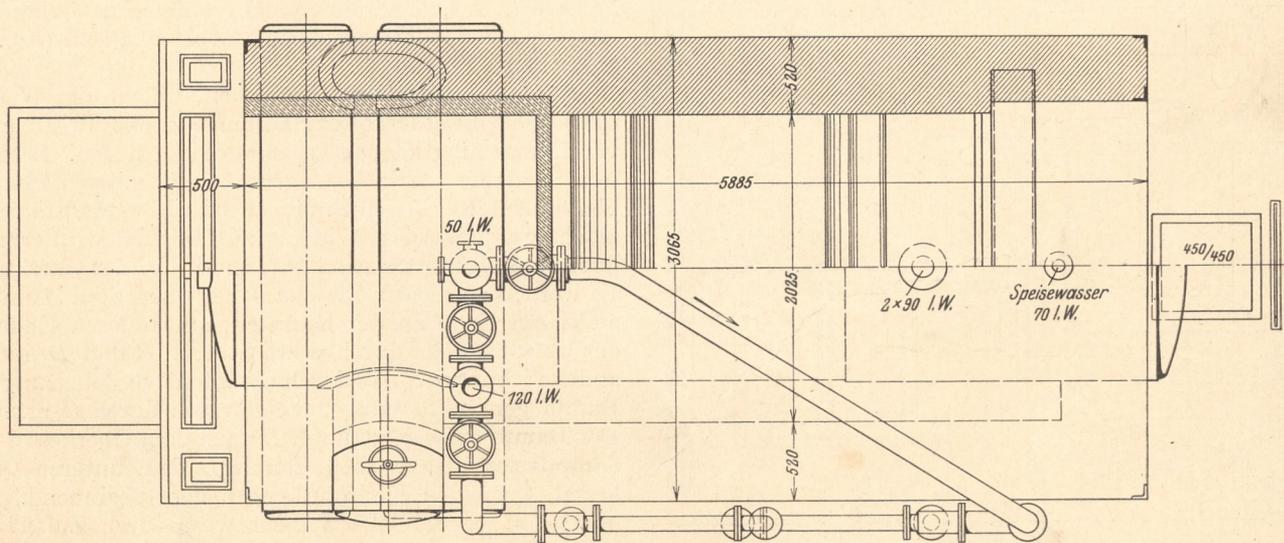
Fig. 70. Zweikammer-Wasserrohrkessel.

Ausführung: Oberschlesische Dampfkesselwerke, B. Meyer, Gleiwitz.

Überdruck = 12 at,  
Heizfläche = 150 qm,  
Überhitzerheizfläche = 42 qm,  
Rostfläche = 3,7 qm.



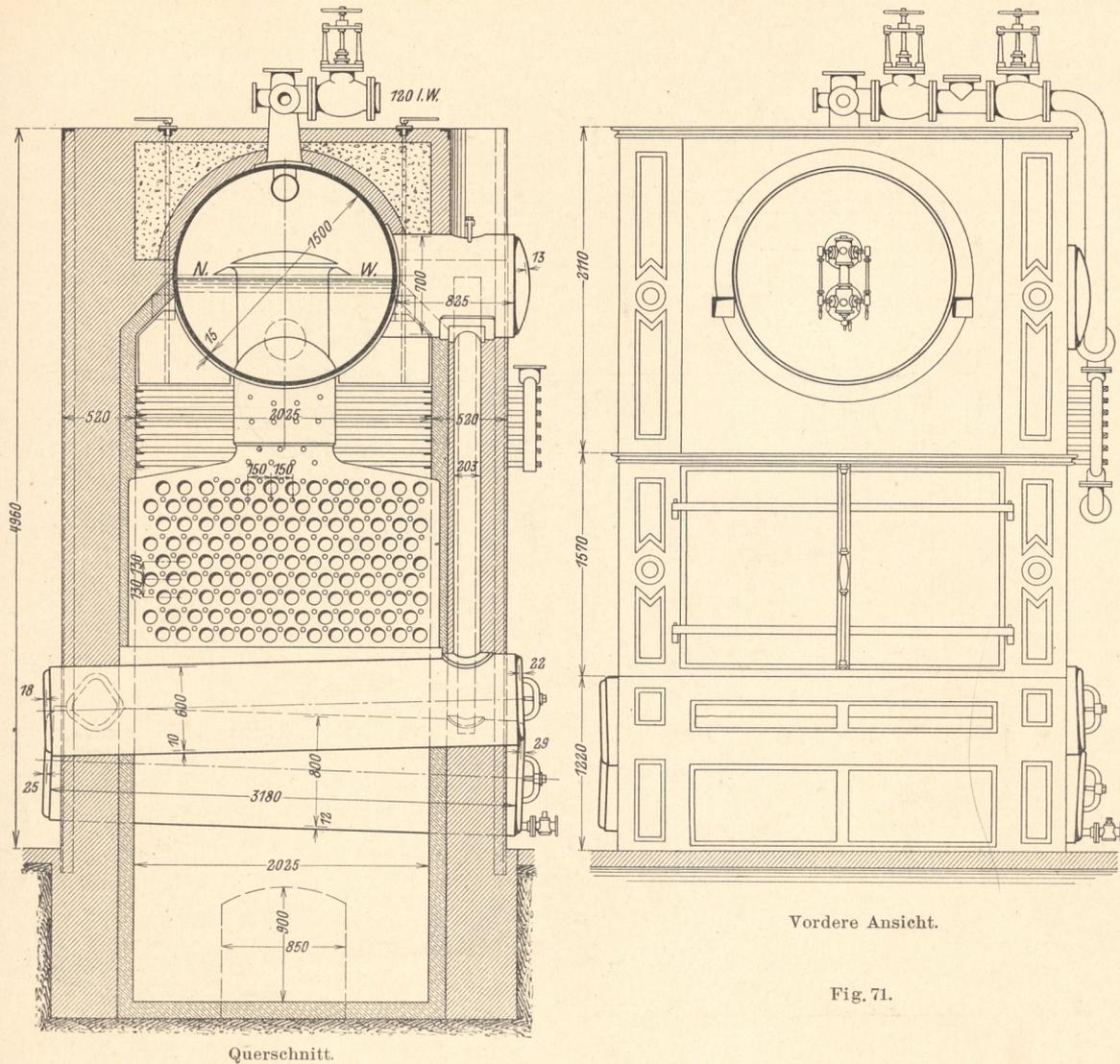
Längsschnitt.



Grundrisschnitt und obere Aufsicht.

Fig. 71. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Quervorlagen.  
Ausführung: Göhrig & Leuchssche Kesselfabriken, Darmstadt.

Überdruck = 10 at,  
Heizfläche = 178 qm,  
Überhitzerheizfläche = 46 qm,  
Rostfläche = 2,8 qm.



Vordere Ansicht.

Fig. 71.

Der Dampfentwässerungsapparat im Oberkessel über der vorderen Wasserkammer besteht aus einem über dem kurzen Verbindungsstutzen sitzenden Steigrohr mit anschließendem, nach allen Seiten geneigtem und mit seinem unteren Rande den Wasserspiegel berührenden Schirm. Eine über dem Steigrohr befindliche Scheibe beengt den freien Ausfluß und verteilt das dem Steigrohr entströmende Dampf Wassergemisch in dünnem Strahl über dem Schirm. Auf diesem Schirm wird im Verhältnis des mit seiner Neigung wachsenden Umfanges die Strahldicke des Gemisches verringert, und die Vereinigung des letzteren mit dem Wasserspiegel kann in möglichst tangentialer Richtung und infolgedessen in dünner Schicht erfolgen. Durch diese Ausbreitung wird das Aufwerfen und Zerstäuben von Wasser vermieden, der Dampf ist daher trocken. Die Entnahme aus dem Oberkessel erfolgt durch ein Schlitzrohr.

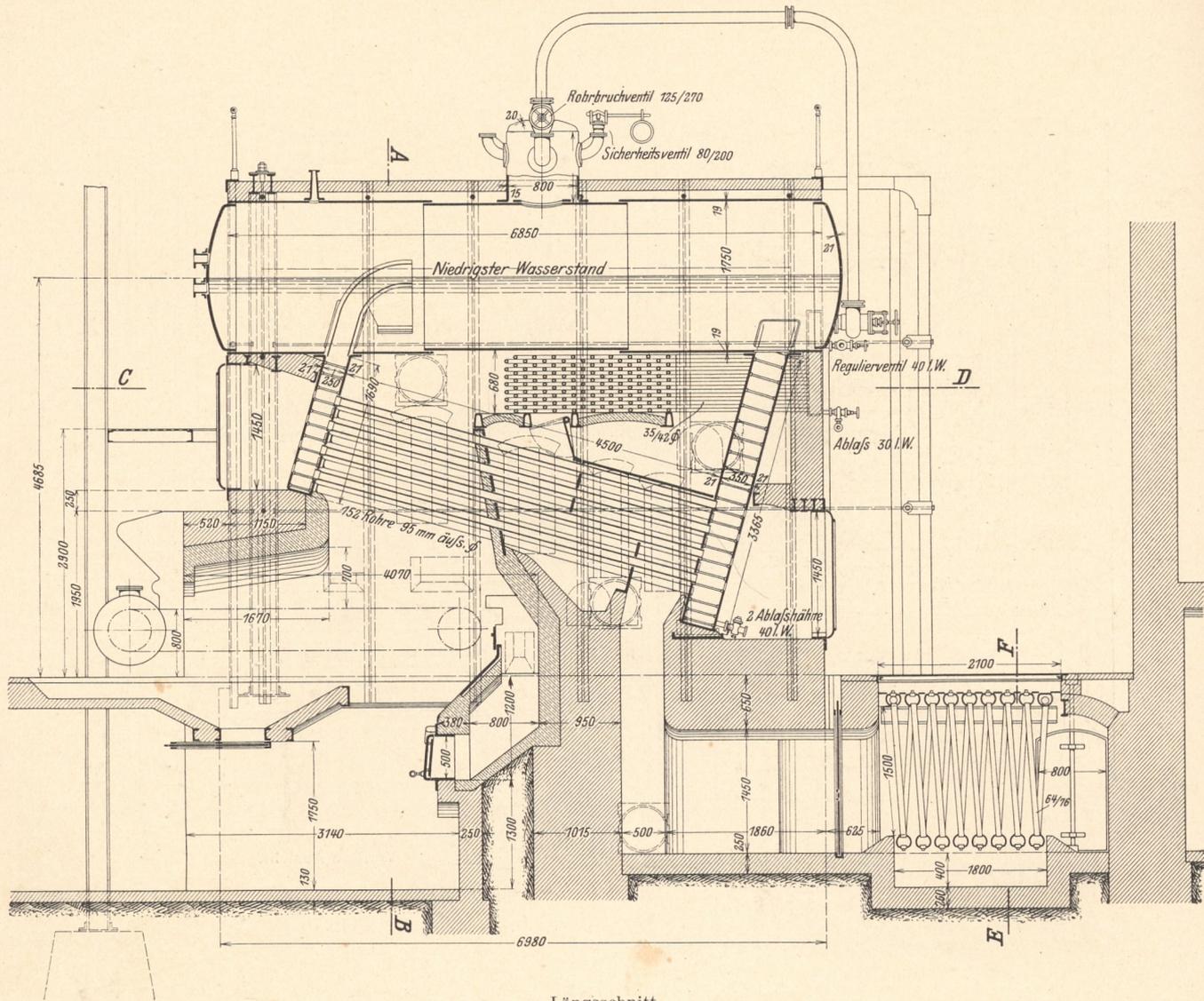
Die Speisung hinten wird in ein im Wasserraum des Oberkessels liegendes weites Rohr aus dünnem Blech geführt. Das Speisewasser durchläuft das Rohr und entströmt demselben durch eine in der Nähe des Steigrohres befindliche Öffnung, muß also, um durch den hinteren Verbindungsstutzen in das Röhrensystem zu gelangen, noch einmal den Oberkessel der ganzen Länge nach durchfließen. Auf diesem Wege wird es bis zur Temperatur des Dampfes erwärmt. Der Kesselstein scheidet sich teils in dem dünnen Blechrohr und teils im Oberkessel

aus, wird von einem kurz vor dem längeren Verbindungsstutzen angebrachten Schlammfänger aufgefangen und zeitweise durch einen Hahn abgelassen.

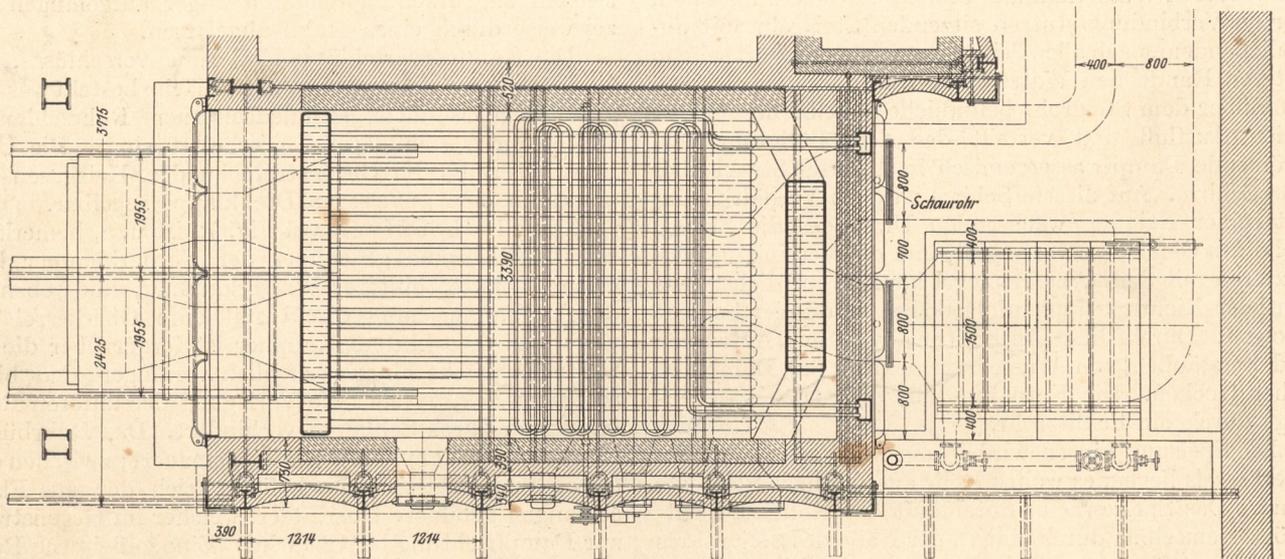
Die Kammerverschlüsse sind Innenverschlüsse.

Der Überhitzer von 46 qm Heizfläche besteht aus zwei getrennten Bündeln schmiedeeiserner Rohrschlangen, welche unter sich parallel geschaltet sind. Die Überhitzung erfolgt im Gegenstrom zu den Heizgasen und ist durch eine gußeiserne Drehklappe regelbar.

Der Piedboeuf - Kessel Fig. 72 ist u. a. bemerkenswert durch seine gegenüber der Vorderkammer breit dimensionierte hintere Wasserkammer, die ebenfalls durch Umflansung direkt mit dem Oberkessel vernietet ist. Die hintere Kammer ist ferner über die unterste Rohrreihe hinaus erheblich verlängert und bildet so einen Sack, welcher die Verlegung der unteren Rohröffnungen durch Schlamm verhindert. Das Rohrbündel ist nach dem Kammersystem eingemauert; zwischen dem ersten und zweiten Zuge befindet sich der aus Flachschlangen gebildete Überhitzer, welcher im Gegenstrom zur Dampfrichtung beheizt wird. Eine gußeiserne Regulierklappe, welche über die ganze Breite des Mauerwerks verteilt ist, ermöglicht die teilweise Ausschaltung des Überhitzers aus dem Gasstrom und damit eine Regelung der Überhitzungstemperatur in bestimmten Grenzen; aus diesem Grunde, d. h. um zu vermeiden, daß der Überhitzer ausgeglüht werden könnte, ist seine vollkommene



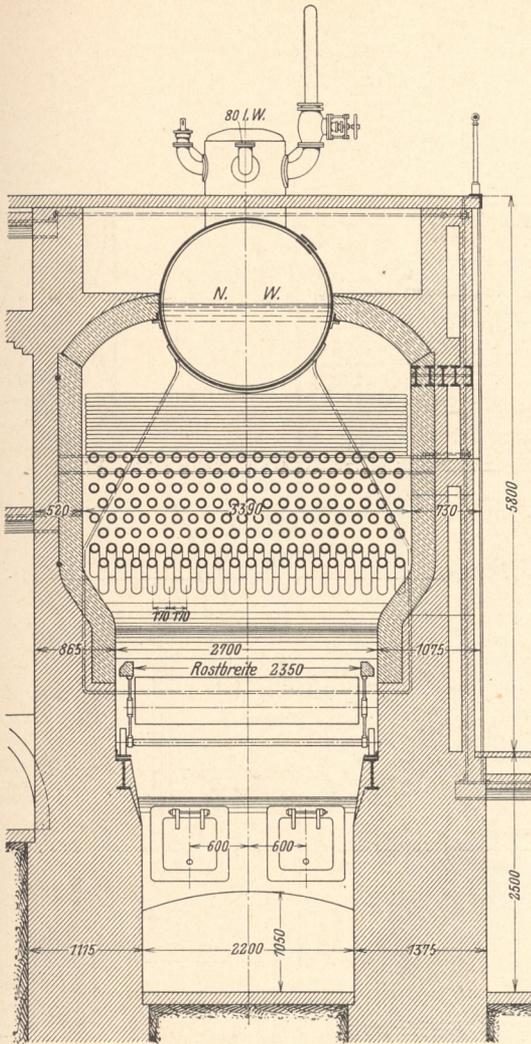
Längsschnitt.



Schnitt C-D.

Fig. 72. Zweikammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: Jacques Piedbœuf, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberbilk.

Überdruck = 12 at,  
Heizfläche = 230 qm,  
Überhitzerheizfläche = 64,6 qm,  
Vorwärmerheizfläche = 42 qm,  
Rostfläche = 7,2 qm.



Schnitt A—B.

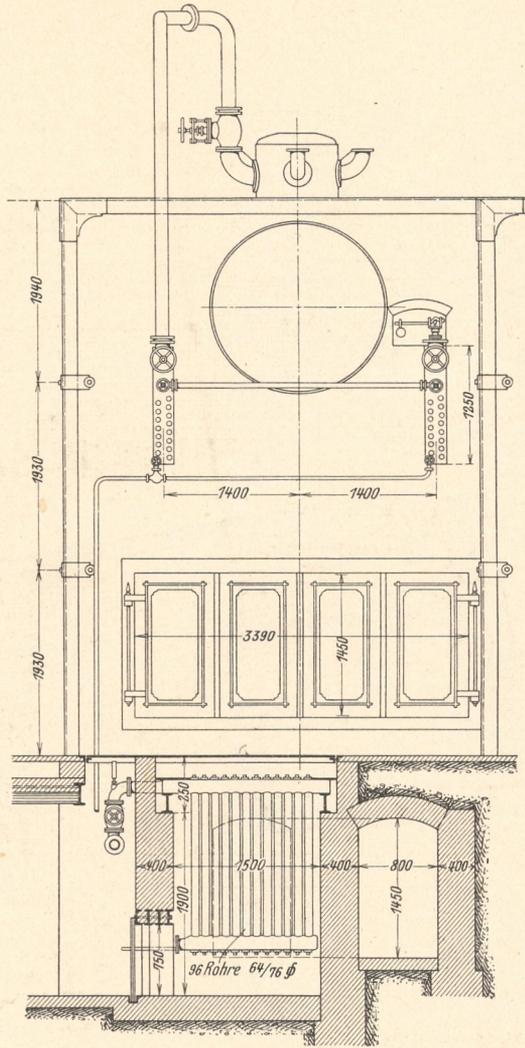


Fig. 72.

Rückansicht und Schnitt E—F.

Absperrung durch Umschaltventile aus dem Dampfstrom nicht vorgesehen.

Zur Erzielung einer möglichst vollkommenen Ausnutzung der Heizgase ist hinter dem letzten Feuerzuge noch ein Vorwärmer eingebaut, durch dessen hintereinander geschaltete Rohrreihen das Speisewasser im Gegenstrom zu den Gasen geführt und dabei auf eine hohe Temperatur vorgewärmt wird.

Die Siederöhre des Rohrsystems sind bei dem Borsig-Wasserrohrkessel (Fig. 73) derart verteilt, daß einerseits eine möglichst günstige Verteilung der Heizgase und damit verbunden eine hohe Ausnutzung derselben stattfindet, und daß andererseits sich die Flugasche an geeigneten Orten, von denen sie durch Reinigungsluken während des Betriebes entfernt werden kann, ungehindert ablagert, ohne die Wirksamkeit der Heizfläche zu beeinträchtigen.

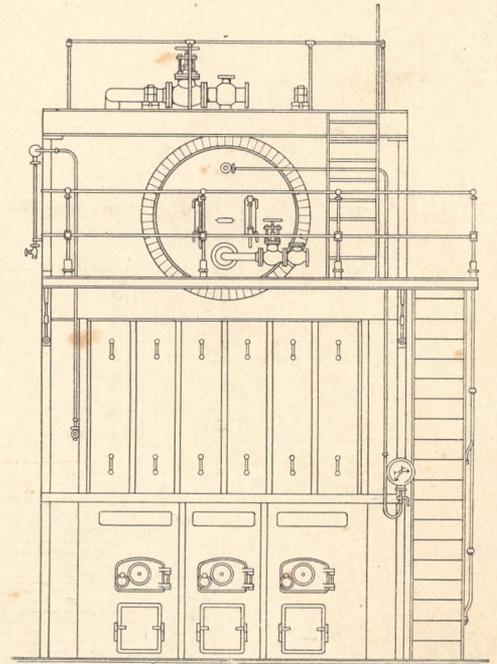
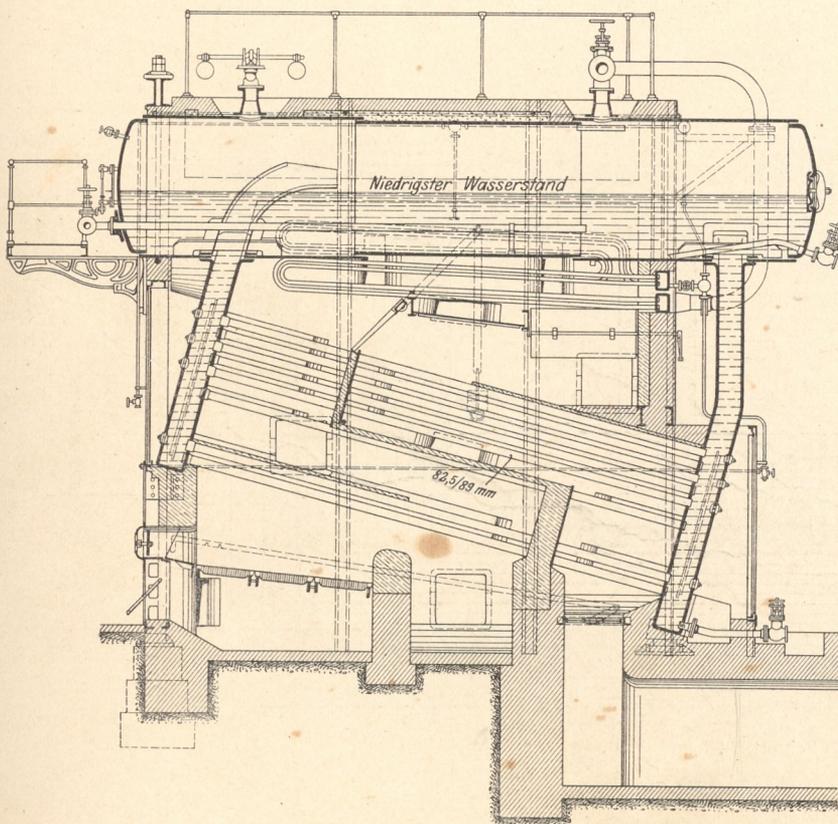
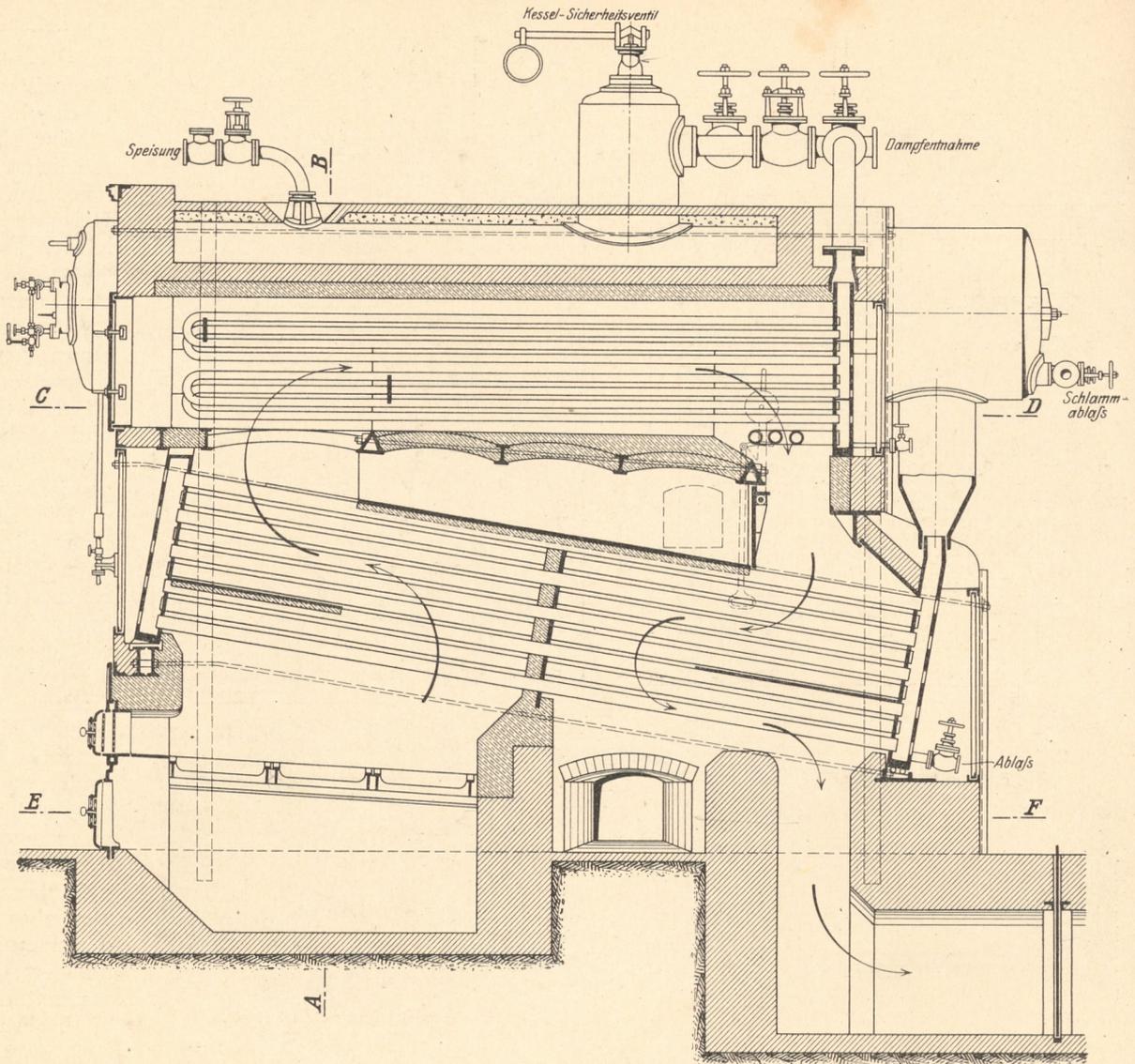
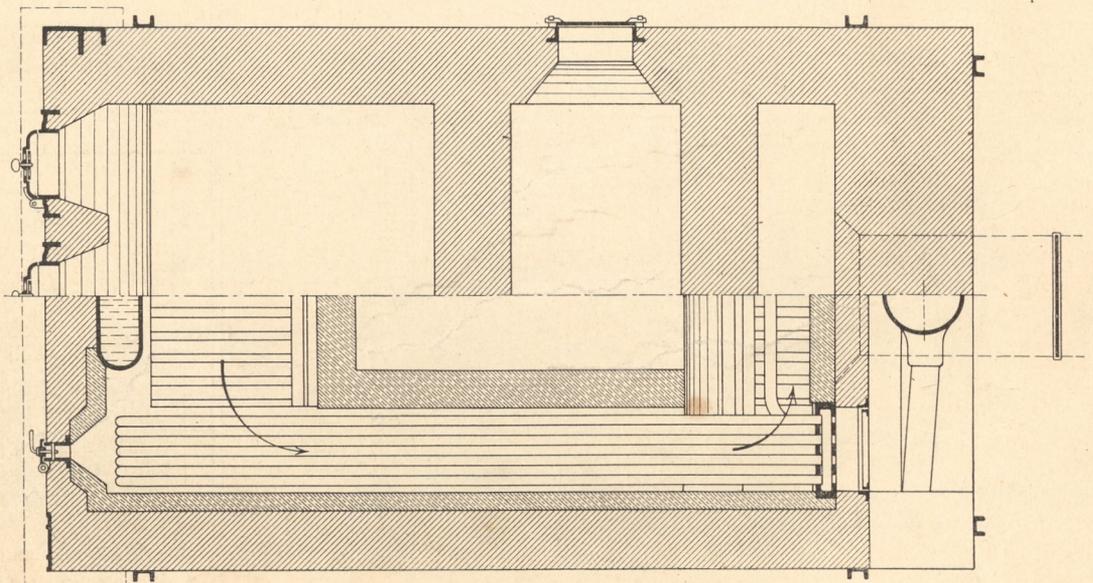


Fig. 73. Zweikammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: A. Borsig, Tegel.

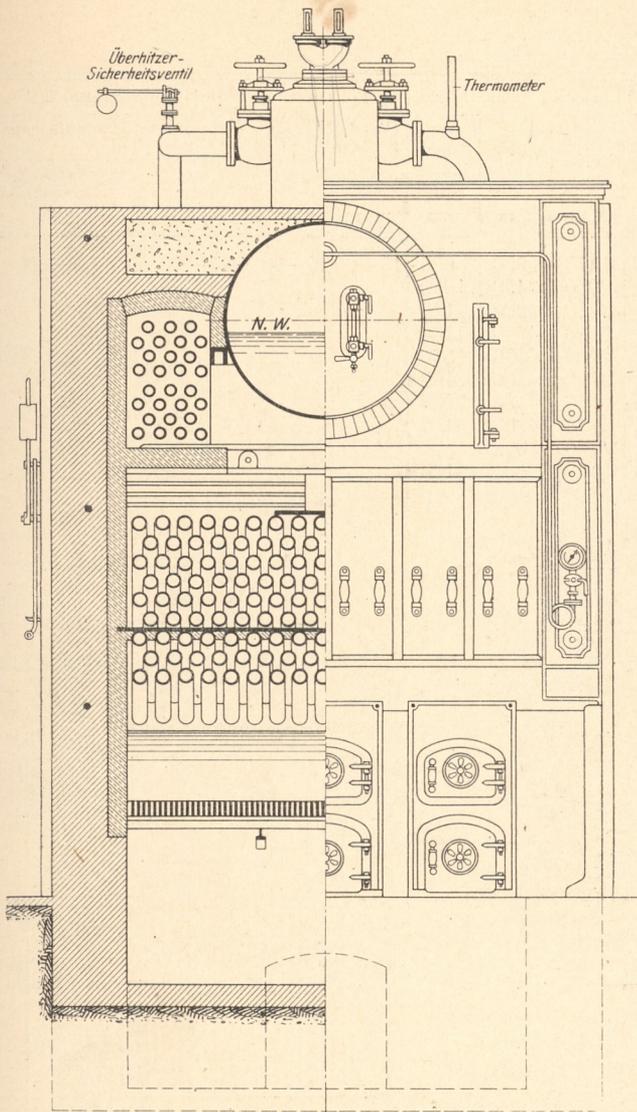


Längsschnitt.



Schnitt E-F und C-D.

Fig. 74.



Schnitt A-B. Vorderansicht.

Fig. 74. Zweikammer-Wasserrohrkessel. Ausführung: Simonis & Lanz, Sachsenhausen-Frankfurt a. M.

Die hintere Wasserkammer ist auch hier in ihrem unteren Teile verlängert, wodurch die beiden untersten, dem Feuer zunächst liegenden Rohrreihen vor Verlegung durch Schlamm bewahrt bleiben und somit auch bei erhöhter Kesselbeanspruchung mit Sicherheit genügend Wasser zugeführt erhalten.

Die Oberkessel liegen wagerecht und sind mit einem Dampftrockner ausgerüstet.

Der Überhitzer ist aus stehend angeordneten und parallel geschalteten Flachschnagen gebildet. Eine breite Drehklappe gestattet die Ablenkung der Heizgase vor den vorderen Enden der Überhitzerschlangen, während mehrere ausbalancierte Drehklappen (Drosselklappen) am hinteren Ende des Überhitzers so gestellt werden können, daß keine Heizgase mehr durch den Überhitzer ziehen.

Fig. 74 zeigt einen Zweikammer-Wasserrohrkessel mit seitlich neben dem Oberkessel angeordneten sog. Zwillingen-Überhitzern. Die Heizgase werden an beiden Hälften des Rohrbündels am Kessel im Längszuge vorbeigeführt und bestreichen den Überhitzer in der angedeuteten Pfeilrichtung ebenfalls der Länge nach. Die U-förmig gebogenen Flachschnagen jeder Überhitzerhälfte sind, wie aus der Zeichnung ersichtlich, gruppenweise hintereinander geschaltet. Der Dampf wird aus dem Oberkessel zunächst der links seitlich liegenden Überhitzerkammer zugeführt, gelangt nach mehrfachem Richtungswechsel in den unteren Teil dieser Kammer, welcher durch einige (in Fig. 74 durch drei) Rohre von größerem Durchmesser mit dem unteren Teile der rechts seitlich liegenden Überhitzerkammer verbunden ist. Statt in der linken Überhitzerhälfte von oben nach unten, wird nun hier der Dampf von unten nach oben geleitet und entweicht schließlich durch einen Stutzen am oberen Ende der Kammer hoch überhitzt zur Verbrauchsstelle. Durch zwei am Ende der Überhitzerheizfläche angeordnete Drehklappen kann der Überhitzer aus dem Heizgasstrom ausgeschaltet werden, während die vollständige Ausschaltung aus dem Dampfstrom durch entsprechende Stellung der Dampfventile in der Verbindungsleitung ermöglicht wird.

Über die bei diesem Kessel angewendeten Sicherheits-Innenverschlüsse, welche von außen eingebracht werden können, siehe Fig. 60.

Der Humboldtsche Zweikammer-Wasserrohrkessel Fig. 75 ist mit einer gegenüber der vorderen Kammer tieferen, hinteren Wasserkammer ausgerüstet. Während das Kesselgewicht vorne durch schmiedeeiserne Träger auf seitliche, gußeiserne Stühle übertragen wird, ist die hintere Kammer auf Rollen gelagert, um der verschiedenen großen Ausdehnung von Rohrsystem und Oberkessel Folge zu geben. Der Überhitzer besteht, wie aus Fig. 75 zu entnehmen ist, aus wagerecht liegenden Flachschnagen, die infolge Anordnung der drei Überhitzerkammern gruppenweise hintereinander geschaltet sind. Eine ausbalancierte, große gußeiserne Drehklappe vermag den Überhitzer eventuell vollständig aus dem Gasstrom auszuschalten.

Zahlentafel Nr. 27

über Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 73 (s. S. 83).

Kesselheizfläche qm	Wasserrohre, Neigung 12° bzw. 18°				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE.			
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennstoffausnutzung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
30	5	5	4000	82,5/88	1	800	5200	5000	1980	3650	820	20	28	70—74	72—76
50	6	7		"	1	900	5300	5100	2280	3900	1120	"	"	"	"
76	6	9	4500	"	1	1000	5900	5700	2580	4700	1420	"	"	"	"
100	6	12	"	"	1	1100	"	"	3030	4800	1870	"	"	"	"
150	7	15	4800	"	1	1300	6200	6000	3480	5200	2320	"	"	"	"
200	8	17	5000	"	1	1500	6600	6400	3780	5500	2620	"	"	"	"
250	8	21	"	"	1	1600	"	"	4380	5600	3220	"	"	"	"
300	8	25	"	"	2	1300	6700	6500	4980	5400	3870	"	"	"	"
375	9	26	5150	88,5/95	2	1400	6900	6600	5400	6000	4130	"	"	"	"
415	9	38	4250	"	2	"	6000	5350	7160	5850	6000	25	35	—	68—75

Zahlentafel Nr. 28  
über Wasserrohrkessel, Fig. 74.

Kesselheizfläche qm	Wasserrohre, Neigung 1 : 6				Oberkessel <sup>1)</sup>			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Feuerung %
25	6	3/4	3500	88,5/95	1	550	4500	4300	1370	2950	600	15—20	20—30	65—70	75—77
50	6	6/7	3800	"	1	800	4800	4650	2070	3450	1050	"	"	"	"
72	7	7	4400	"	1	900	5400	5300	2150	4200	1130	"	"	"	"
100	8	7/8	5150	"	1	"	6200	6150	2220	4350	1200	"	"	"	"
150	9	10	5200	"	1	1100	6300	6200	2600	4500	1580	"	"	"	"
200	9	13/14	"	"	1	1200	"	"	3120	4600	2100	"	"	"	"
250	9	17	"	"	1	1300	"	"	3650	4750	2630	"	"	"	"
300	9	20/21	"	"	1	1500	"	"	4170	4800	3150	"	"	"	"
350	9	24	"	"	1	"	6500	"	4700	5000	3680	"	"	"	"
400	9	27	5300	"	1	"	6600	"	5150	"	4130	"	"	"	"
500	10	30	5350	"	1	1800	6700	6250	5600	5450	4580	"	"	"	"

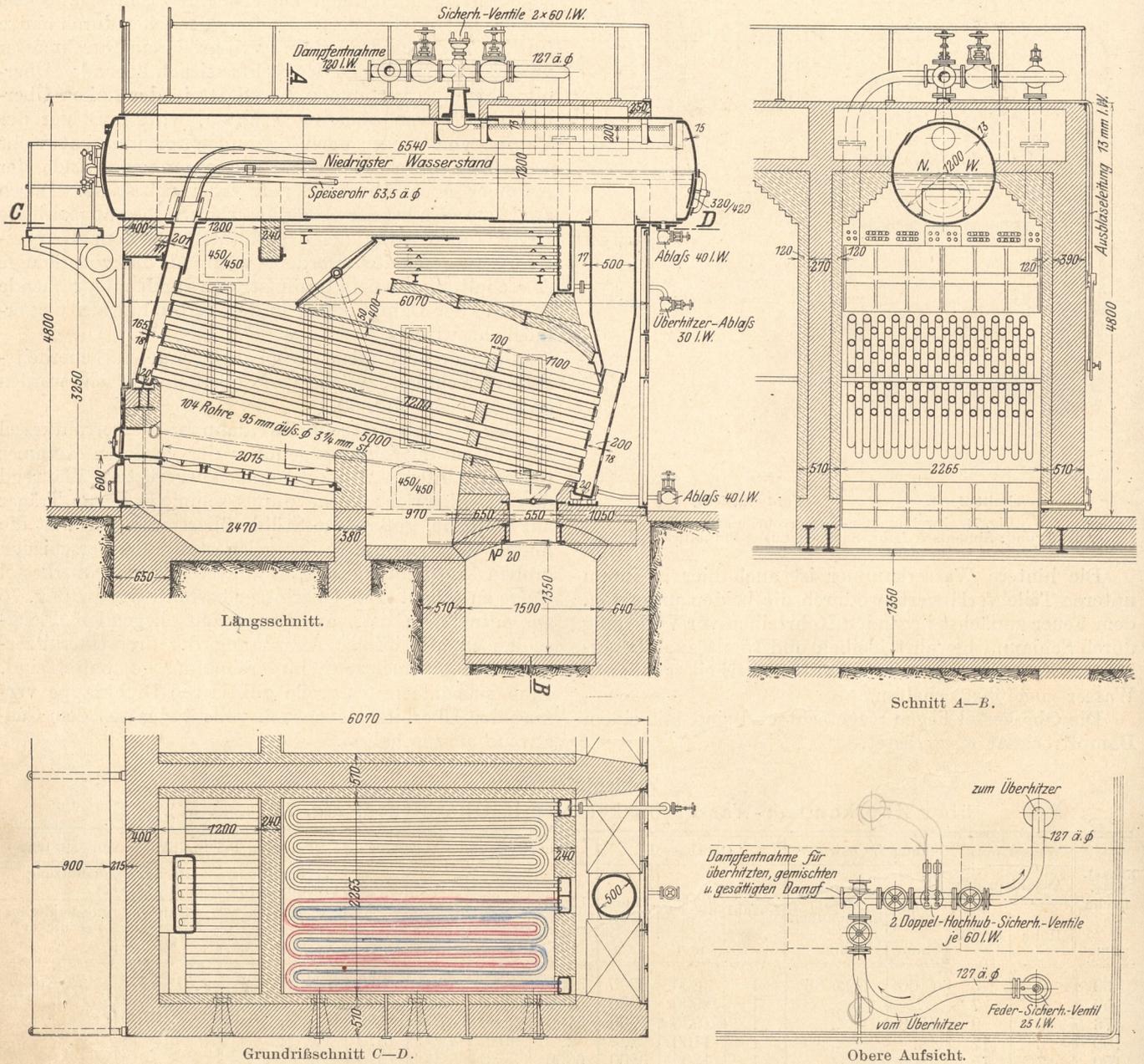
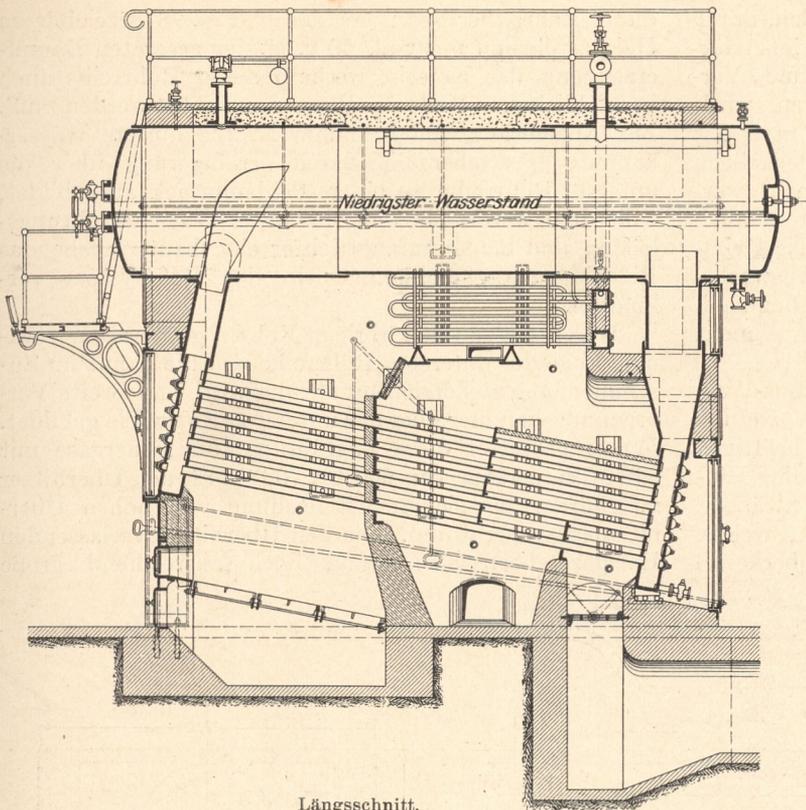
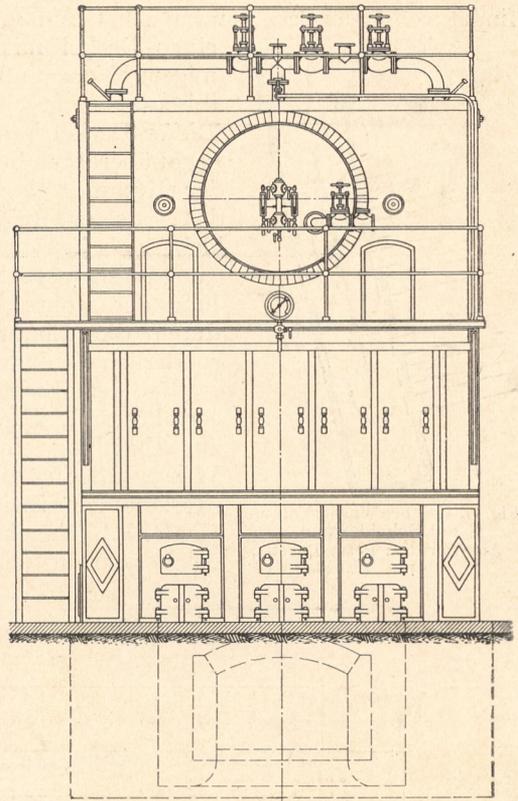


Fig. 75. Zweikammer-Wasserrohrkessel. Ausführung: Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Kalk bei Köln a. Rh.  
Überdruck = 10 at, Heizfläche = 167,5 qm, Überhitzerheizfläche = 50 qm, Rostfläche = 4,4 qm.

<sup>1)</sup> Je nach Art des Betriebes werden größere und eventuell mehrere Oberkessel angeordnet. Die kleineren Kessel von 25 und 50 qm werden nicht mit Überhitzern ausgerüstet.



Längsschnitt.



Vordere Ansicht.

Fig. 76. Zweikammer-Wasserrohrkessel.

Ausführung: Düsseldorf-Ratinger Röhrendampfkesselfabrik vorm. Dürr & Co., Ratingen.

Zahlentafel Nr. 29  
über Wasserrohrkessel, Fig. 76.

Kessel- heiz- fläche qm	Wasserrohre, Neigung 1 : 5				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von ca. 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durch- messer innen/außen mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rost- breite mm	Verdampfung pro qm. u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschiekung %
25	4	3/4	5000	88,5/95	1	700	6600	5600	1400	4150	640	18—20	24—26	68—70	71—73
50	5	5/6	"	"	1	800	6800	5700	2000	4300	960	"	"	"	"
73	6	7/8	"	"	1	900	7000	5800	2400	4450	1280	"	"	"	"
100	7	9	"	"	1	950	"	5900	2540	4600	1520	"	"	70—72	73—75
150	8	11/12	5200	"	1	1300	7200	6200	3080	5400	2100	"	"	"	"
200	8	15	"	"	2	900	"	"	3640	5000	2480	"	"	"	"
250	8	19	"	"	2	950	"	"	4280	"	3120	"	"	"	"
300	9	20	"	"	2	1100	7300	6300	4440	5200	3200	"	"	"	"
350	9	23/24	"	"	2	1250	"	"	5000	5350	3840	"	"	"	"
400	9	27	"	"	2	"	"	"	5480	"	4320	"	"	"	"
530	12	33/34	4200	"	2	1500	6400	5400	6850	6800	5780	"	"	"	"

Bei dem Zweikammer-Wasserrohrkessel von Dürr, Fig. 76, ist das Rohrsystem des Kessels nach dem Kammer-system eingemauert. Der Überhitzer liegt also zwischen dem ersten und zweiten Feuerzuge; er besteht aus hochgestellten Flachsclangen, welche in schmiedeeiserne Kammern eingewalzt sind. Das obere Ende der vorderen Wasserkammer trägt die bekannte Dampfhaube, während die obere Verlängerung des hinteren Verbindungsstutzens verhindert, daß der im Oberkessel angesammelte Schlamm in die hintere Wasserkammer und damit zu den Siederohren gelangt.

b) Mit zwangsläufiger Wasserzuführung zu den unteren Rohrreihen.

α) Durch Scheidewände in der hinteren Wasserkammer.

Beim Petry - Dereux - Kessel<sup>1)</sup> wird durch eine in der hinteren Wasserkammer parallel der Rohrwand angeordnete Scheidewand das aus dem Oberkessel zurückströmende Umlaufwasser den unteren Rohrreihen in erster

<sup>1)</sup> Über Kesseltabelle und Zeichnung eines Hochleistungskessels siehe S. 74 bis 76.

Linie zugeführt (Fig. 77). Gegenüber jedem Rohre befindet sich in der Scheidewand eine Öffnung, welche durch einen Deckel mit bajonettförmigem Verschuß ohne Verschraubung geschlossen wird. Dieser Deckel kann durch das gegenüberliegende Deckelloch der Kammer eingebracht werden, da er im Durchmesser kleiner als jenes ist. Die Reinigung und eventuelle Auswechslung der Rohre ist demnach durch die Einrichtung nicht sonderlich behindert.

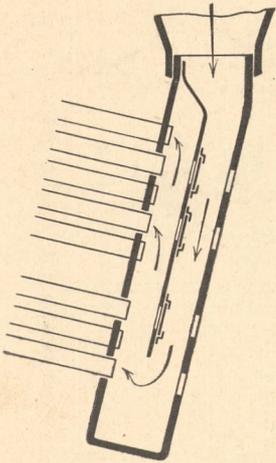
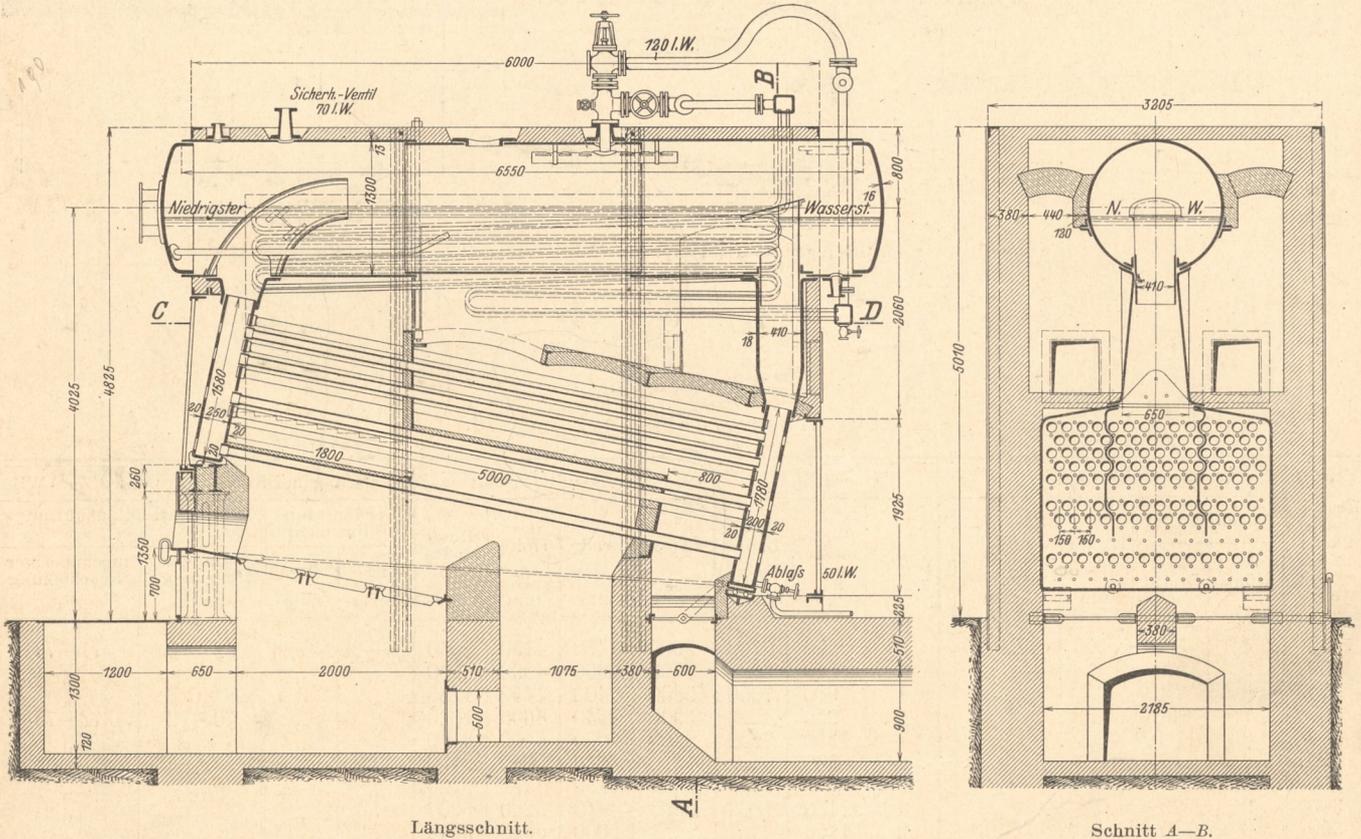


Fig. 77. Hintere Wasserkammer mit Scheidewand.  
Ausführung: Petry-Dereux, Düren i. Rhld.

Bei dem Zirkulations-Wasserrohrkessel, Fig. 78, werden zur Erzielung eines kräftigen Wasserumlaufes in die Hinterkammer Zwischenwände (D. R. P.) eingebaut, welche das Wasser aus dem Oberkessel

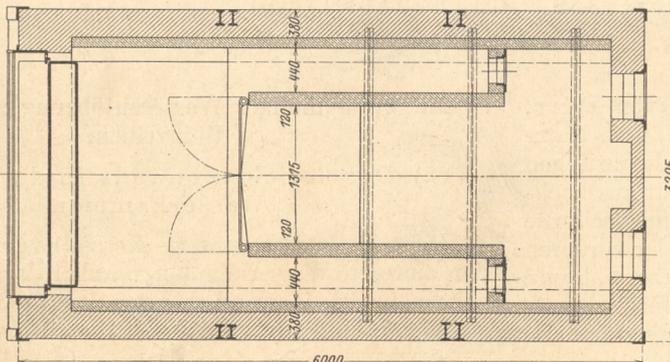
der untersten Rohrreihe zuleiten sollen. Die Heizfläche dieser Rohrreihe leistet bei der in Fig. 78 gezeichneten Heizgasführung mehr als 50 v. H. der gesamten Dampferzeugung des Kessels, weshalb dieser Rohrreihe auch in reichlichstem Maße das Wasser zugeführt werden muß. Zur Ablagerung von Schlamm ist die hintere Wasserkammer hier ebenfalls durch Verlängerung über die unterste Rohrreihe zu einem Schlamm sack ausgebildet, außerdem werden in die Oberkessel Wasserzuführungskästen und Schlammfangtrichter eingebaut, welche das Eindringen des Schlammes in das Rohrsystem verhindern.

Durch die von den übrigen Rohren getrennt angeordnete Lage der untersten Rohrreihe und die damit im Zusammenhang stehende Zugführung wird eine zweite Verbrennungskammer über der untersten Rohrreihe gebildet. Ferner gestattet diese Zugführung, die Feuergase mit einer Temperatur von 600 bis 700° C an den Überhitzer zu führen, zur sicheren Erreichung von hohen Überhitzungstemperaturen. Die den Überhitzer verlassenden Heizgase bestreichen dann noch ausreichend große



Längsschnitt.

Schnitt A-B.



Schnitt C-D.

Fig. 78. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit zwangläufiger Wasserzuführung zu den unteren Rohrreihen. D. R. P.

Ausführung: H. Paucksch, Akt.-Ges., Landsberg a. W.

Überdruck = 10 at,  
Heizfläche = 175 qm,  
Überhitzerfläche = 50 qm,  
Rostfläche = 4,37 qm.

Zahlentafel Nr. 30  
über Wasserrohrkessel, Fig. 78.

Kesselheizfläche qm	Wasserrohre, Neigung 1 : 5				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE.			
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
30	5	5	4000	88/95	1	700	5500	5000	2100	4475	925	15	18	65—70	72
50	6	6	"	"	1	800	"	"	2250	4600	1075	"	"	"	"
75	7	7	4500	"	1	"	6000	5500	2400	4725	1125	"	"	"	"
100	7	9	5000	"	1	1000	6550	6000	2550	"	1425	"	"	"	"
150	8	11	"	"	1	1300	"	"	2850	4850	1725	18	20	"	"
200	8	16	"	"	1	1400	"	"	3500	"	2475	"	"	"	72—75
250	8	20	"	"	2	1000	"	"	4100	"	3075	"	"	"	"
300	8	24	"	"	2	1200	"	"	4700	"	3600	20	22	"	"
350	8	28	5000	88/95	2	1300	6550	6000	5775	4850	2×2175	20	25	mechan.	75—78
400	8	32	"	"	2	1400	"	"	6350	"	2×2475	"	"	"	"
425	8	34	"	"	2	1500	"	"	6500	"	2×2625	"	"	"	"

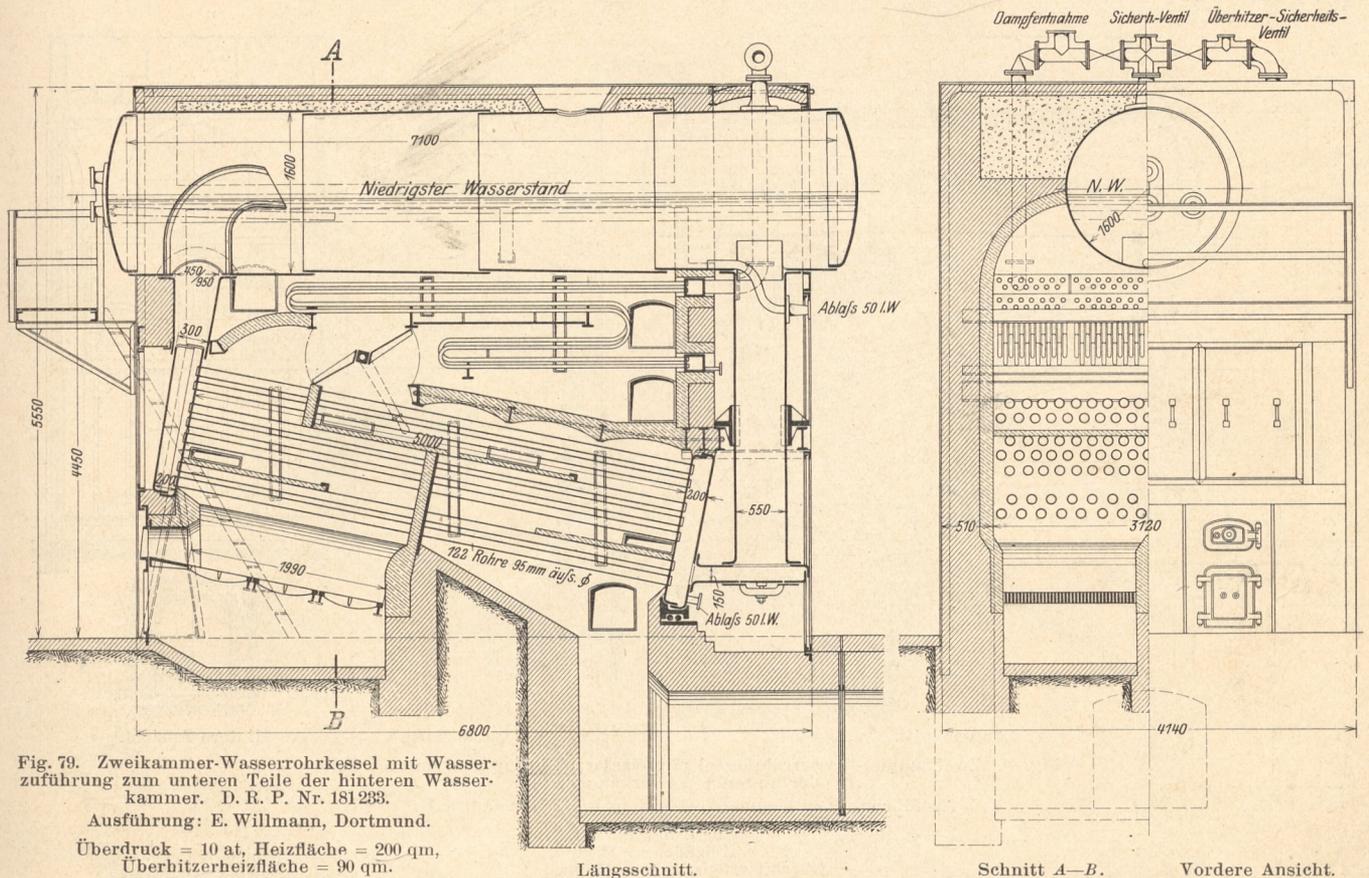


Fig. 79. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer. D. R. P. Nr. 181233.

Ausführung: E. Willmann, Dortmund.

Überdruck = 10 at, Heizfläche = 200 qm, Überhitzerheizfläche = 90 qm.

Längsschnitt.

Schnitt A—B.

Vordere Ansicht.

Kesselheizflächen, um schließlich gut ausgenutzt in den Fuchs zu gelangen.

Der Kessel wird vorn mittels starker schmiedeeiserner Traverse von gußeisernen Ständern getragen, während der hintere Teil auf Rollenlagern ruht, die bei der Ausdehnung des Kessels nachgeben können.

Die Dichtung der Wasserkammern geschieht durch Innenverschlüsse, wobei Klingeritdichtungen Verwendung finden.

Die Überhitzer werden so angeordnet, daß der Dampf mit zulässig größter Geschwindigkeit möglichst im Gegenstrom zur Richtung der Feuergase die Überhitzerrohre durchströmt, und daß durch umstellbare Zugführungsclappen die Heizgase während des Betriebes eventuell abgelenkt werden können. Die Rohrschlangen bestehen aus nahtlosen Stahlröhren von 4 mm Wandstärke; sie

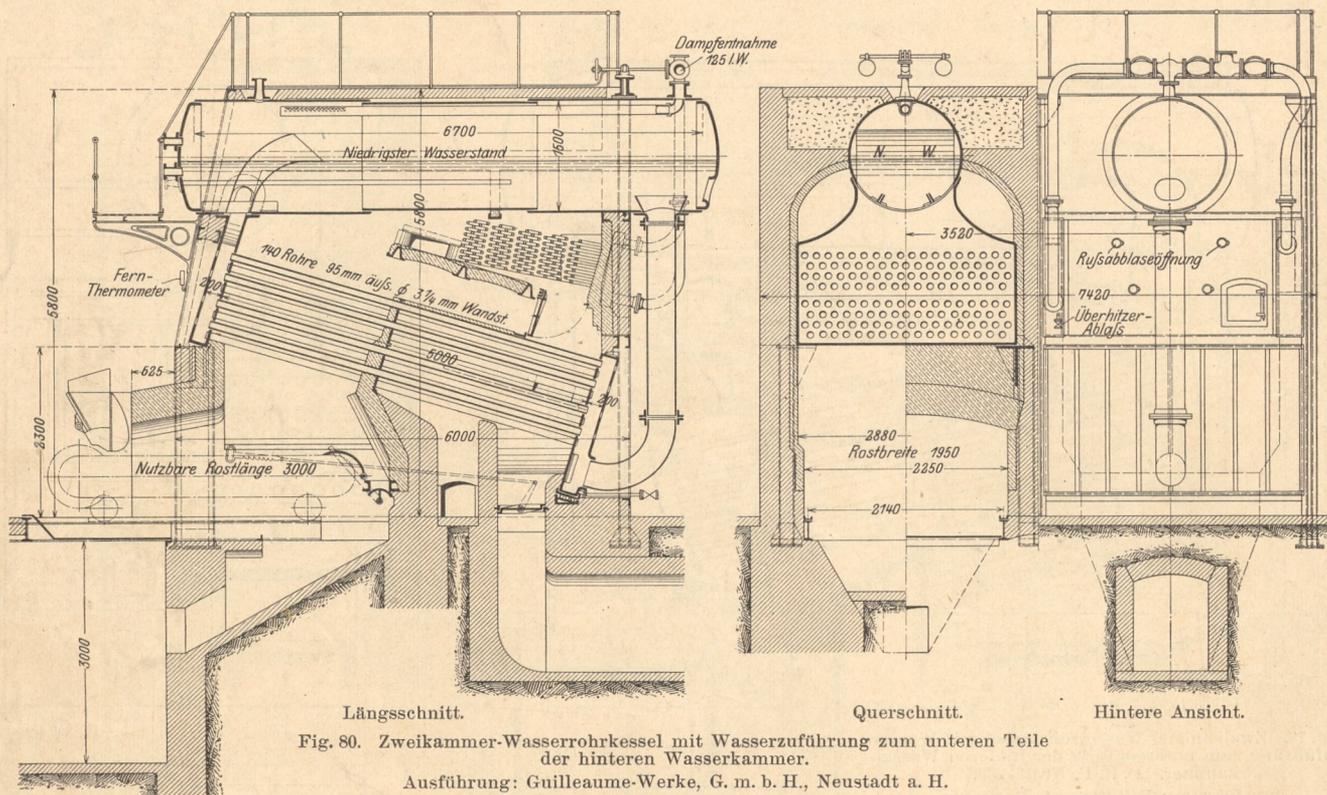
werden in Stahlguß-Sammelkästen eingeschraubt. Sämtliche Dichtungen und Flanschenverbindungen sind leicht zugänglich und liegen außerhalb des Kesselmauerwerks. Die Überhitzer selbst werden in Mauerkammern seitlich neben dem Oberkessel eingebaut, wodurch derselbe bequem befahrbar bleibt und die Überhitzerschlangen leicht auszuwechseln sind.

β) Durch besondere Verbindungen mit dem Oberkessel.

Der Zweikammer-Zirkulations-Wasserrohrkessel Fig. 79 ist mit einem zu dem unteren Teil der hinteren Wasserkammer führenden Rücklaufrohr und entsprechendem, wagerecht liegenden Ausbau an der betreffenden Stelle (D. R. P. Nr. 181 233) versehen. Bei größeren Kesseln

Zahlentafel Nr. 31  
über Wasserrohrkessel, Fig. 79.

Kesselheizfläche qm	Wasserrohre				Oberkessel			Mauerwerk			Rostfläche qm	Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl		Länge mm	Durchmesser außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm		Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
	Höhe	total										kg norm	kg max	Handfeuerung %	mechanischer Beschickung %
100	6	58	5000	95	1	1200	6800	6600	2780	4650	2,97	17	22	68—70	
125	6	72	"	"	1	1300	"	"	3180	4750	3,23	"	"	"	
150	7	90	"	"	1	1400	7000	6800	3340	5000	3,61	"	"	"	
175	7	106	"	"	1	1500	"	"	3740	5100	4,08	"	"	"	
200	7	122	"	"	1	1600	7100	6900	4140	5200	4,82	"	"	"	
225	7	135	"	"	2	1200	"	"	4460	4800	5,35	"	"	"	
250	8	149	"	"	2	"	"	"	4300	4950	5,41	"	"	"	
275	8	168	"	"	2	1250	7200	7000	4700	5000	5,83	"	"	"	
300	8	183	"	"	2	1300	"	"	5020	5050	6,46	"	"	"	
325	8	198	"	"	2	1350	"	"	5340	5100	7,10	"	"	"	
350	8	214	"	"	2	1400	"	"	5660	5150	7,24	"	"	"	
375	9	230	"	"	2	1450	7300	7100	5430	5350	7,76	"	"	"	
400	9	243	"	"	2	1500	"	"	5670	5400	8,24	"	"	"	



Überdruck = 12 at,  
Heizfläche = 225 qm,  
Überhitzerheizfläche = 45 qm,  
Rostfläche = 5,8 qm.

Zahlentafel Nr. 32  
über Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 80.

Kesselheizfläche qm	Wasserrohre				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
	Höhe	Breite										kg norm	kg max	Handfeuerung %	mechanischer Beschickung %
50	5	7/8	4060	88,5/95	1	900	5750	4900	2320	4100	1280	16	22	68—72	—
70	7	"	"	"	1	1000	"	"	"	4400	"	18	24	"	"
100	7	9/10	4560	"	1	1200	6250	5450	2640	4700	1600	"	"	70—74	72—76
150	7	15	"	"	1	1300	6450	"	3680	4900	2480	20	25	"	"
200	8	15/16	5060	"	1	1500	7050	6000	3700	5400	2560	22	28	70—76	74—78
250	9	17/18	"	"	1	"	"	"	4320	5500	2880	"	"	"	"
300	9	21	"	"	2	1200	6700	"	4880	5400	3440	25	30	"	"
350	9	24/25	"	"	2	1300	6800	"	5100	5800	4000	"	"	"	"
400	10	25	"	"	2	1400	7000	"	"	6400	4080	"	"	"	"

werden mehrere dieser Rücklaufrohre angeordnet. Durch dieselben gelangt das Wasser aus dem Oberkessel und dem Ausbau, welcher sich über die ganze Breite der hinteren Wasserkammer erstreckt, gleichzeitig in sämtliche Rohre der unteren Reihen. Bemerkenswert ist, daß durch den wagerechten Ausbau den Rohrreihen das Wasser in der Richtung der Rohre zugeführt wird. Die Wasserkammern sind durchweg genietet, wie dieses in der Fig. 79 auch gezeichnet ist.

Der Überhitzer ist sowohl von dem Gas- als auch vom Dampfwege vollständig absperrbar; es kann also, ohne den Kessel außer Betrieb setzen zu müssen, durch das

einfache Umstellen von Zugklappen sowie Schließen und Öffnen von Absperrventilen eventuell ohne Dampfüberhitzer gearbeitet werden, ohne daß dabei ein Erglühen der Überhitzerwandungen zu befürchten wäre.

Die Wasserkammern sind vorn auf schmiedeeisernen Stützen und hinten auf Rollen, das Rücklaufrohr besonders mittels angenieteteter gußeiserner Tragpratzen auf schmiedeeisernen I-Trägern gelagert.

Bei dem Zweikammer-Wasserrohrkessel Fig. 80 ist ebenfalls hinten ein Rücklaufrohr vom Oberkessel zu dem unteren Teile der hinteren Wasserkammer abgezweigt, welches den am stärksten beheizten unteren Rohren die

volle Wassermenge zuführen soll. Die Erzielung eines kräftigen Wasserumlaufes wird ferner durch starke Neigung des Rohrsystems und mögliche Vermeidung von Widerständen im Wasserstrom, — durch abgerundete Übergänge und große Querschnitte, — unterstützt.

Die Wasserkammern werden geschweißt. Die Rohrverschlüsse sind Innenverschlüsse (Fig. 59), die durch den Dampfdruck gegen eine gefräste Dichtungsfläche gedrückt werden. Der Überhitzer ist aus dem Gasstrome ausschaltbar und besteht aus Rohrschlangen von 38 mm äußerem Durchmesser und 3 mm Wandstärke, die eingezogene Vierkantrohre eingewalzt und von den Heizgasen im Gegenstrom zur Strömungsrichtung des Dampfes bespült werden.

Der M. A. N. Hochleistungs-Wasserrohrkessel Fig. 81 weicht von

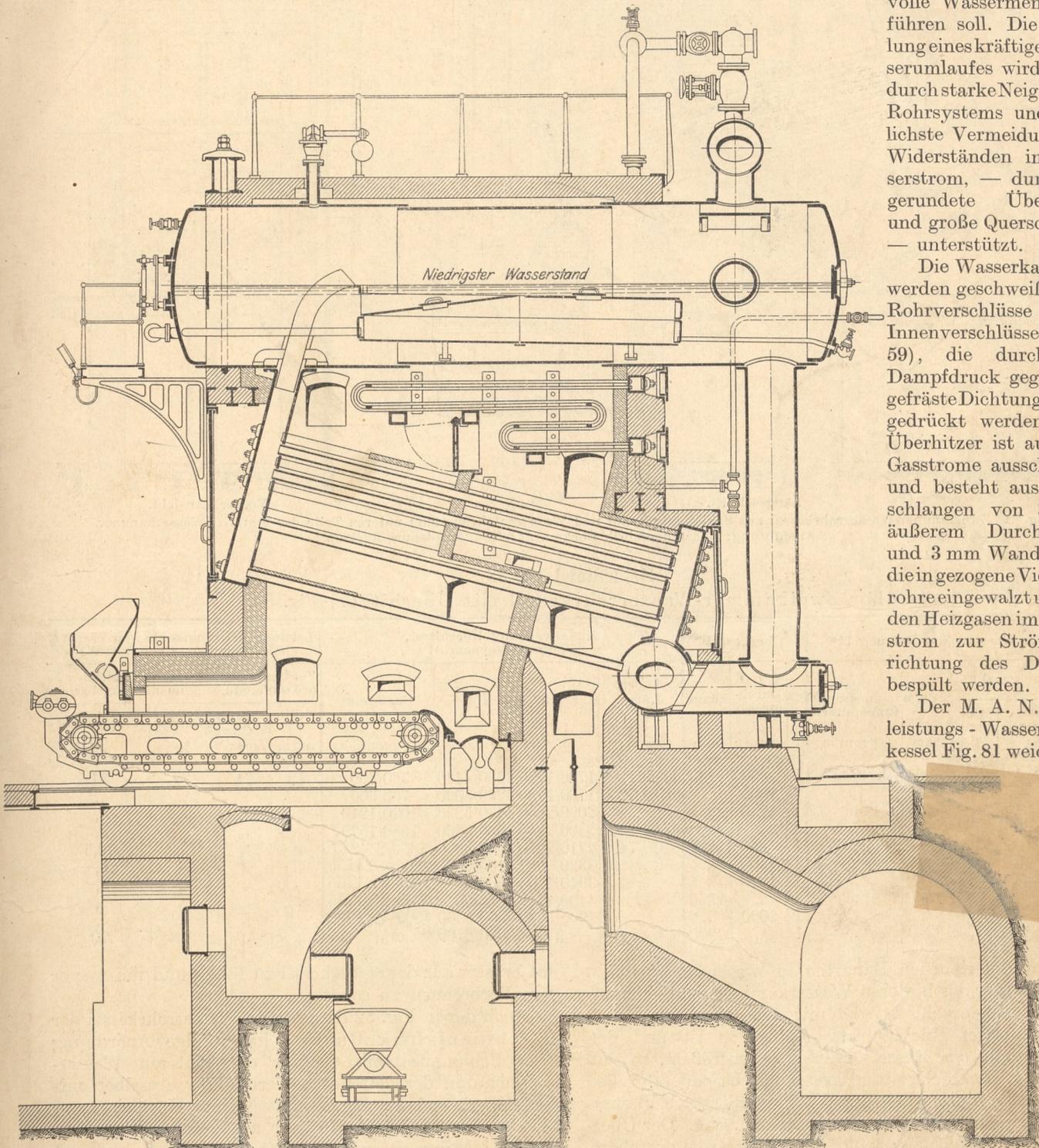


Fig. 81. Zweikammer-Wasserrohrkessel — Hochleistungskessel — mit Schlammsammler und Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer.

Ausführung: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.G.

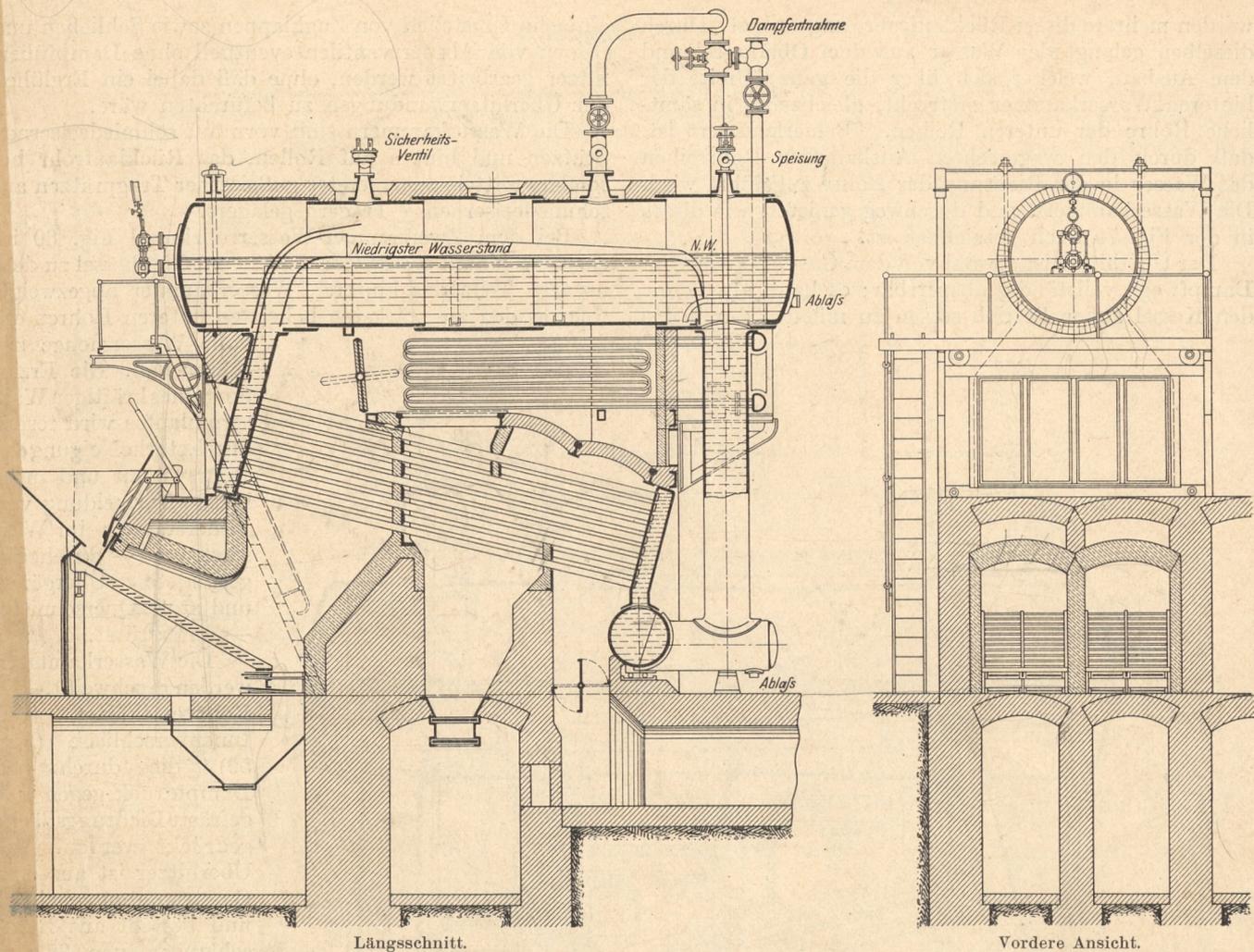


Fig. 82. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Schlamm-sammler und Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer. Ausführung: Maschinenfabrik Buckau, Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau.

Zahlentafel Nr. 33  
über Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 82.

Kessel- höhe m	Wasserrohre, Neigung 14°				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer, Planrost/Treppenrost					Leistung bei Steinkohle von 7800 WE bzw. Braunkohle von 3000 WE			
	Anzahl		Länge mm	Durch- messer innen/außen mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterial- ausnützung bei		
	Höhe	Ge- samt- zahl										kg norm	kg max	Planrost %	Treppenrost %	
32	4	18	5'26	88,6	1	800	7100	6050/7100	1780/1780	3630/4430	760/760	19	24	73	71	
55	7	32	"	"	1	1000	"	6100/7200	1780/1920	4230/5030	760/900	"	"	"	"	
76	7	46	"	"	1	1200	"	"	2090/2230	4430/5230	1070/1210	"	"	"	"	
110	9	68	"	"	1	"	"	6150/7300	2400/2540	4560/5360	1380/1520	"	"	"	"	
140	9	95	"	"	1	1400	7200	6200/7400	2710/2970	4900/5800	1690/2x850	"	"	72,5	70,5	
205	9	131	"	"	1	1600	"	"	3320/3580	5100/6000	2300/2x1155	"	"	"	"	
260	9	167	"	"	1	1800	"	"	3940/4200	5300/6300	2920/2x1465	"	"	"	"	
300	9	194	"	"	1	"	7350	"	4400/4740	"	3380/2x1735	"	"	"	"	
356	9	230	"	"	1	2000	"	"	5020/5380	5500/6500	4000/3x1285	"	"	"	"	
392	9	"	5500	"	1	"	7900	6750/8400	"	5620/6700	"	"	"	72	70	

den vorbeschriebenen Bauarten im wesentlichen dahin ab, daß unter der hinteren Wasserkammer ein Schlamm-sammler angebracht ist, der mit dem Oberkessel durch ein geräumiges Rücklaufrohr verbunden ist und den Wasserinhalt des Kessels erheblich vergrößert, so daß der M. A. N. Hochleistungskessel mit besonders großen Oberkesseln hinsichtlich des Wasserinhaltes den Flamm-rohr-Heizröhrenkessel zu übertreffen vermag. Der Überhitzer ist nur teilweise aus dem Heizgasstrom ausschaltbar eingerichtet, weshalb eine Einrichtung vorgesehen ist, die die Überhitzerrohre beim Anheizen des Kessels

mit Wasser aus dem Oberkessel zu füllen und ihn so vor dem Verbrennen zu schützen.

Auch der in Fig. 82 dargestellte Wasserrohrkessel der Maschinenfabrik Buckau hat infolge Anordnung eines Schlamm-sammlers unter der hinteren Wasserkammer und der getrennten Verbindung desselben mit dem Oberkessel die Eigenschaften eines Hochleistungskessels, da das Rücklaufwasser aus dem Oberkessel in erster Linie den unteren Rohrreihen zugeführt wird und auch durch eine besondere Einrichtung, bestehend aus einer Platte, die von der vorderen Wasserkammer bis in

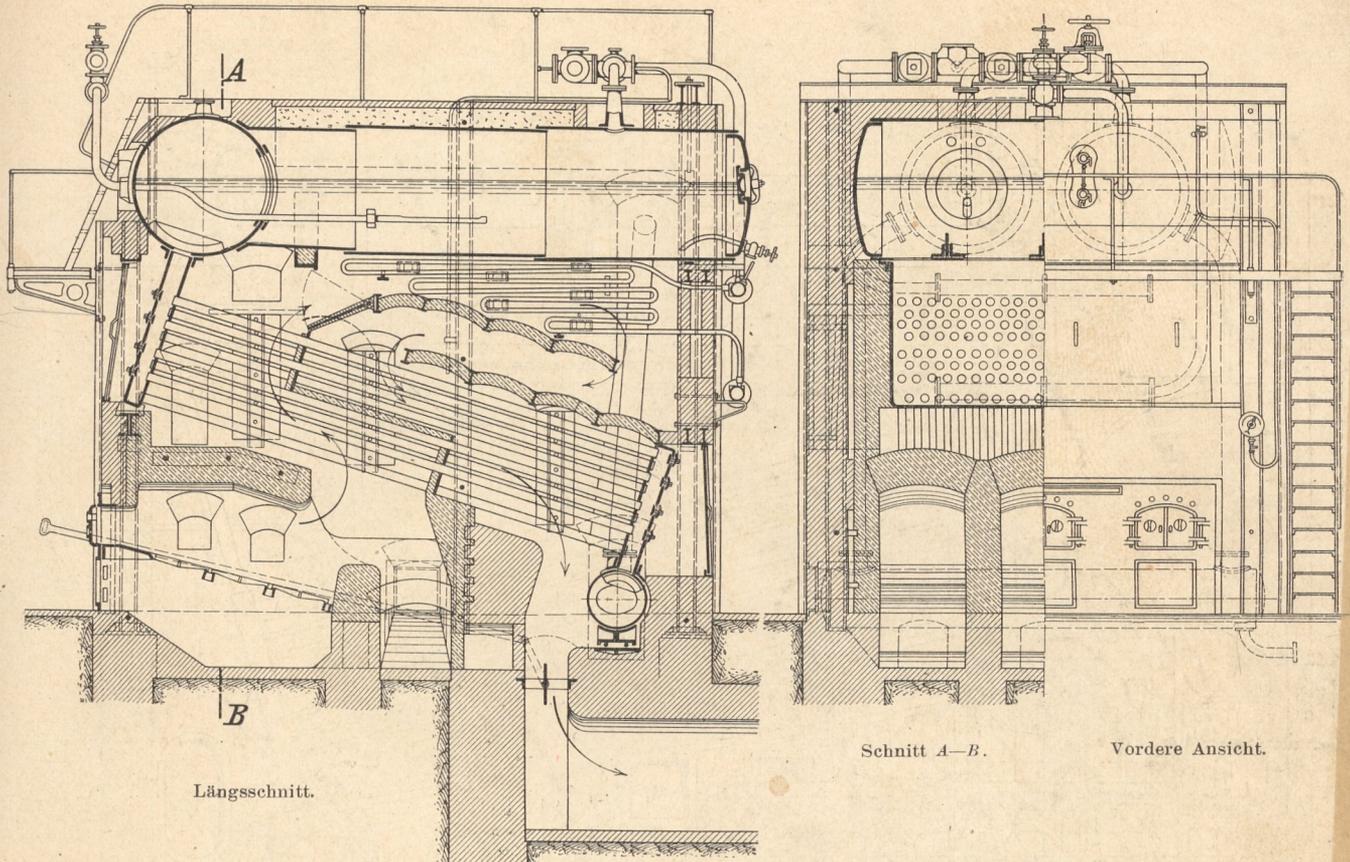


Fig. 83. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Schlamm-sammler und Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer. Ausführung: Främs & Freudenberg, Schweidnitz.

den hinteren Teil des Oberkessels führt, für eine leichte Dampf-abführung Sorge getragen ist. Die Überhitzung ist auch hier durch Drehen einer Drosselklappe nur regelbar, die Flachschlangen können nicht vollständig aus dem Heizgasstrome ausgeschaltet werden.

Um möglichst große Querschnitte an den Verbindungsstellen der vorderen Wasserkammern zu erzielen, ist der Wasserrohrkessel Fig. 83 mit einem teilweise längs- und querliegenden Oberkessel ausgerüstet. Da ferner die hintere Kammer derart durch einen Schlamm-sammler mit dem Oberkessel verbunden wird, daß den dem Feuer zunächst liegenden Rohrreihen das Wasser zuerst zufließen muß, so erscheint auch dieser Kessel mit seinen stark geneigten Wasserrohren für hohe Leistungen geeignet. Der Überhitzer ist aus dem Strom der Heizgase vollständig ausschaltbar eingerichtet; die Dampfsammelrohre desselben liegen außerhalb des Mauerwerks, wodurch die Schraubenverbindungen zwischen Sammelrohr und Heizschlangen leicht zugänglich sind.

**D. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit aus Sektionen gebildeten Kammern.**

Die Babcock & Wilcox-Kessel Fig. 85 und 86 besitzen keine durch Stehbolzen bzw. Verankerungen hergestell-ten Wasserkammern, sondern schmiedeeiserne, schlangenförmig gepreßte Sektionskammern (Fig. 84), die oben durch je ein schmiedeeisernes Rohr von 102 mm äußerem Durchmesser mit den an den Oberkesseln ange-nieteten, ebenfalls gepreßten, schmiedeeisernen Quer-kammern verbunden sind. Die Oberkessel sind vorn und hinten mittels Rund-eisen an schmiedeeisernen Trägergerüsten aufgehängt, und die Sektionskammern nicht

mehr besonders gelagert, damit sich das Röhrensystem im Betriebe frei ausdehnen kann.

Die Verschlüsse werden teils als Außen- und teils als Innenverschlüsse hergestellt. Die Außenverschlüsse Fig. 63 dichten ohne Anwendung eines besonderen Dichtungsmaterials, indem die Verschlussdeckel und -muttern auf die betreffenden Dichtungsflächen aufgeschliffen sind. Bei Anwendung von Innenverschlüssen (Fig. 64) wird ein Asbestring für die Abdichtung verwendet.

Der B.-W.-Kessel Fig. 85 hat 300 qm Kesselheizfläche bei 14 at Überdruck und ist mit einem 90 qm großen Überhitzer versehen. Unter den hinteren Sektionskammern ist ein Schlamm-sammler von 600 mm Durchmesser und 3040 mm Länge angeordnet, während der Kessel (Fig. 86) von 300 qm Kessel- und 60 qm Überhitzerheizfläche bei 8 at Betriebsdruck mit einem vierkantigen Schlammfänger von 152 x 152 mm ausgerüstet ist. Diese Schlamm-sammler sind erforderlich, um für den Wasser-raum des Kessels an seiner tiefsten Stelle eine Verbindung zu schaffen, da andernfalls ein geregeltes Entschlammn durch Abblasen unmöglich wäre. Zur Verbindung dieser Schlammfänger mit den einzelnen

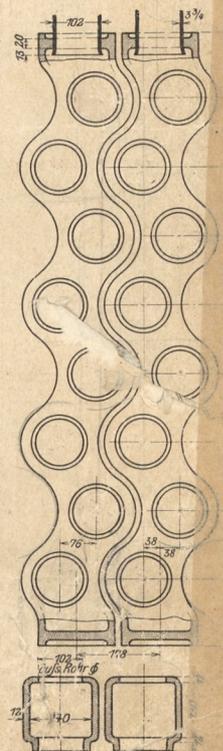


Fig. 84.

(Forts. s. S. 8)



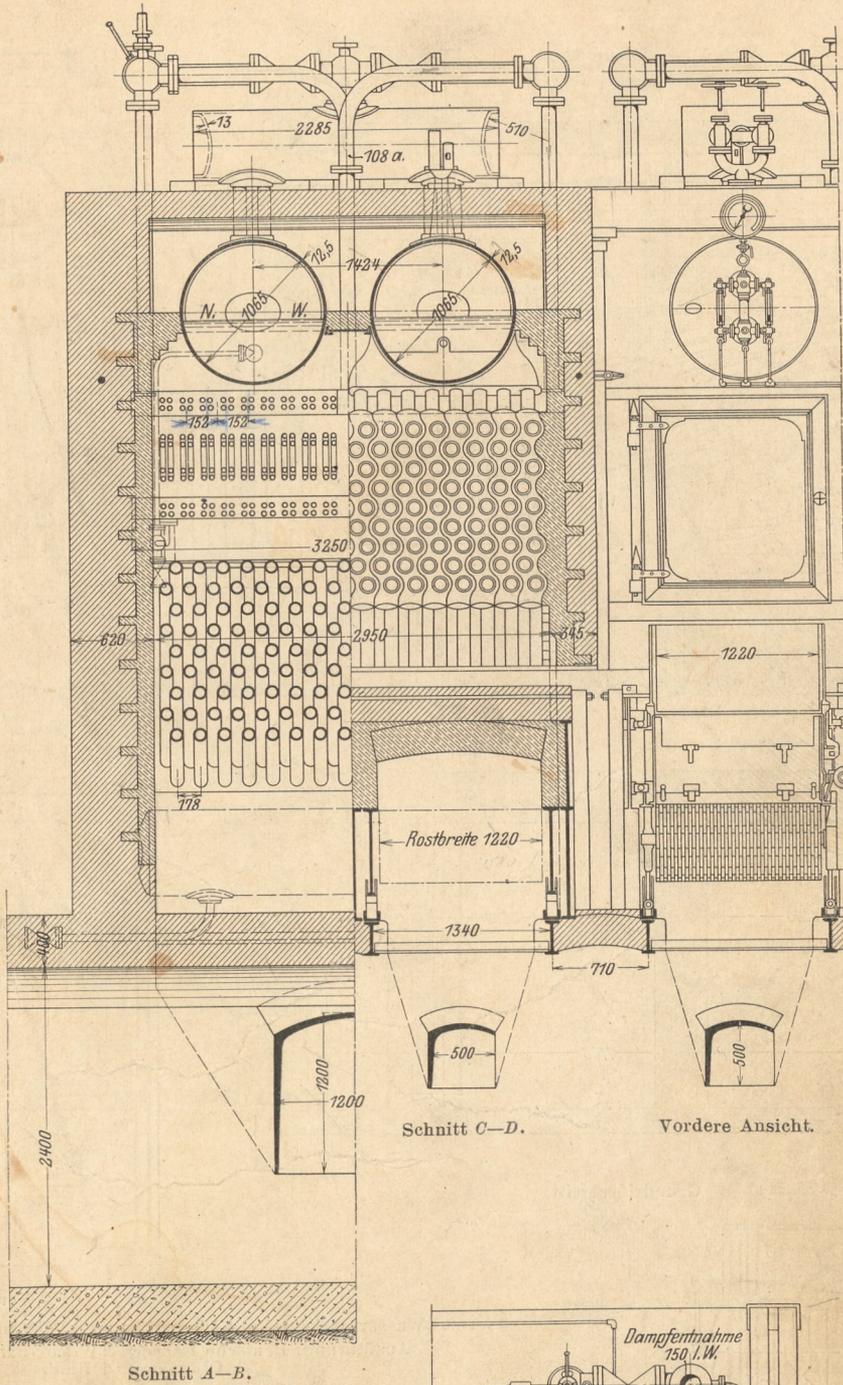
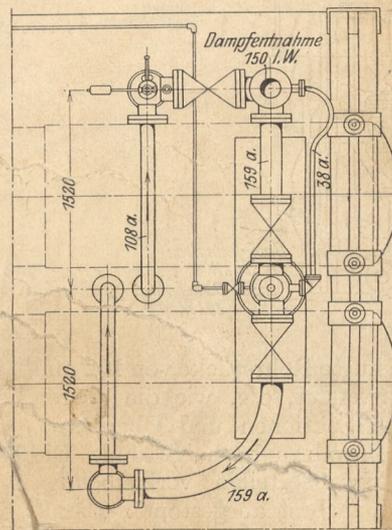


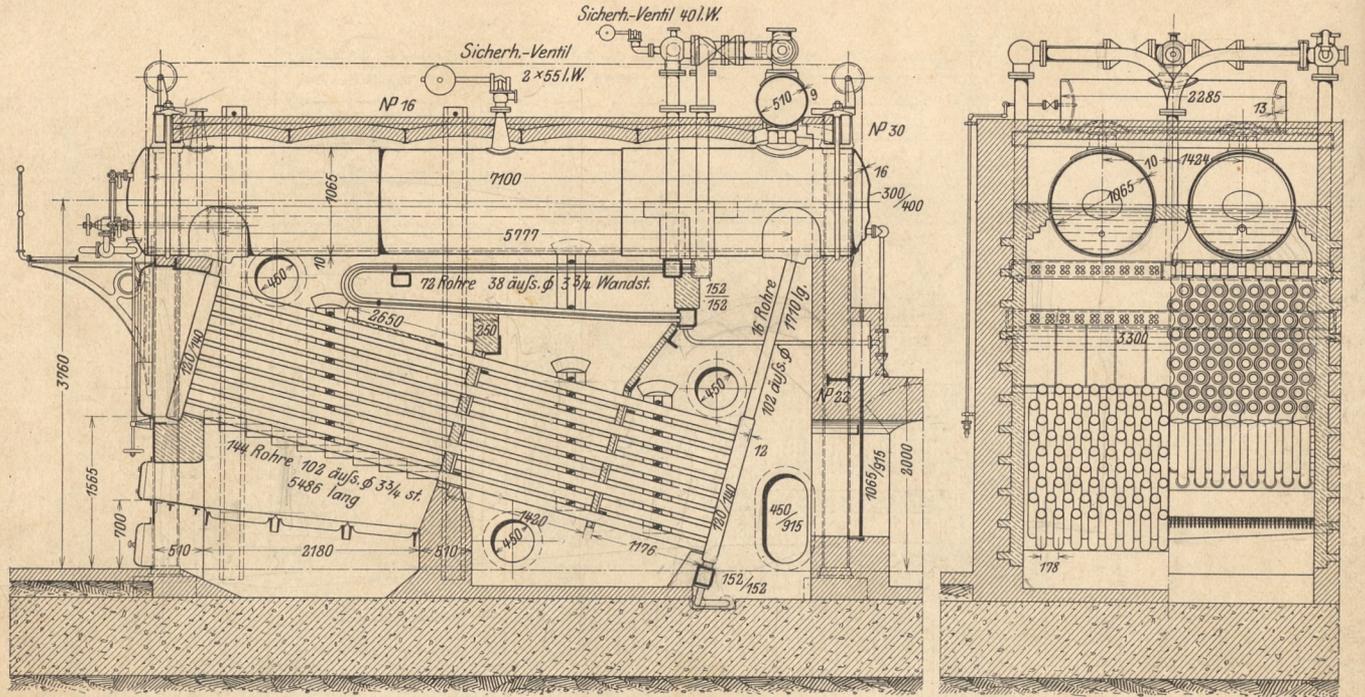
Fig. 85. Wasserrohrkessel mit Kammern, die aus Sektionen gebildet sind.

Ausführung: Deutsche Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke, Oberhausen i. Rhld.

Überdruck = 14 at,  
 Heizfläche = 300 qm,  
 Überhitzerheizfläche = 90 qm,  
 Rostfläche = 7,4 qm.

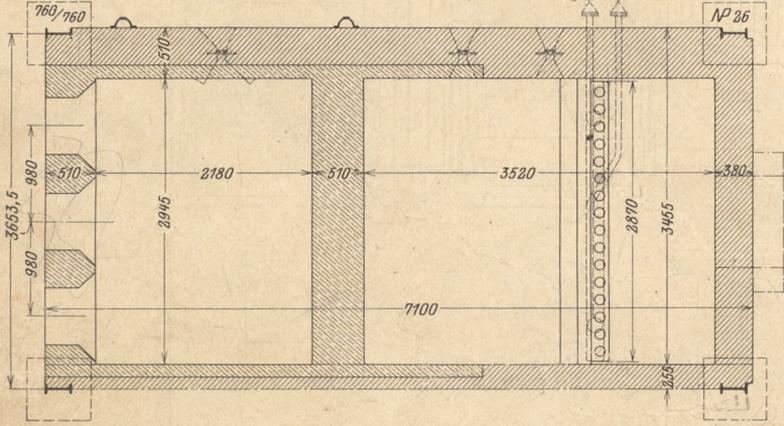


Obere Ansicht.

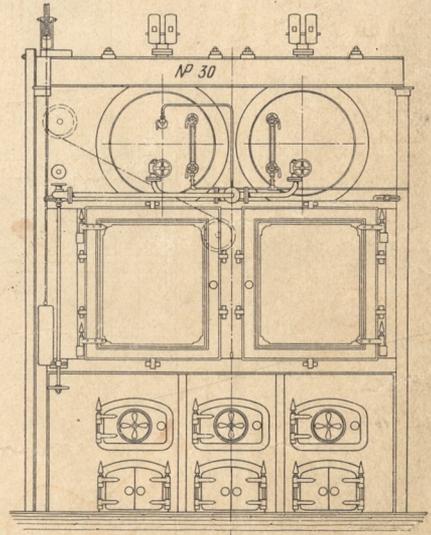


Längsschnitt.

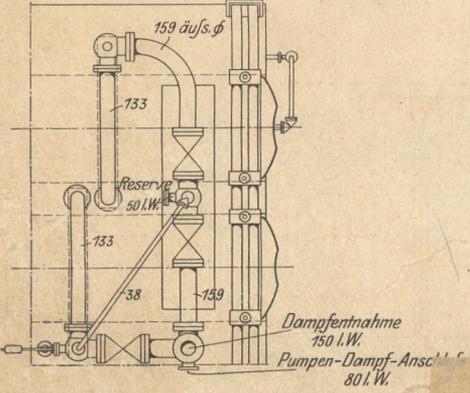
Querschnitt.



Grundrisschnitt.



Vordere Ansicht.



Obere Aufsicht.

Fig. 86. Wasserrohrkessel mit Wasserkammern, die aus Sektionen gebildet sind. Ausführung: Deutsche Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke, Oberhausen i. Rhld.

- Überdruck = 8 at.
- Heizfläche = 300 qm.
- Überhitzerheizfläche = 60 qm.
- Rostfläche = 6,4 qm.

Der in Fig. 85 gezeichnete Kettenrost von 7,44 qm ist auf S. 203 beschrieben.

Die nahtlosen Überhitzerrohre von 38 mm äußerem Durchmesser und 4 mm Wandstärke sind als aufrecht stehende Flachschlangen in Gruppen zu vieren unter einem Verschlußdeckel angeordnet und in schmiedeeisernen Kästen eingewalzt. Die vor einer jeden Rohrgruppe befindlichen Verschlüsse sind in Fig. 160 gezeichnet. Die Überhitzer sind nicht mit einer Regelvorrichtung zum Ablenken der Heizgase versehen, sie werden vielmehr gegen Ausglühen beim Anheizen des Kessels dadurch geschützt, daß sie während dieser Zeit durch eine geeignete Rohrverbindung mit Wasser aus dem Oberkessel gefüllt werden können. Die Regelung der Dampftemperatur während des Betriebes wird durch geeignete Anordnung von Ventilen durch Mischung mit Frischdampf bewirkt.

Sektionskammern werden kurze Rohrstücke von 102 mm äußerem Durchmesser verwendet, die, wie die oberen Verbindungsrohre zwischen Sektionen und Oberkessel, an beiden Enden durch Einwalzen befestigt sind. Die zwischen den einzelnen Kammerteilen verbleibenden Zwischenräume werden mit Asbest ausgestopft. Damit sich eventuelle Undichtheiten dabei weniger bemerkbar machen, werden die Heizgase im letzten Zuge an der Verschußseite der hinteren Kammer vorbei in den Rauchkanal geleitet.

## Zahlentafel Nr. 34

über Wasserrohrkessel mit aus Sektionen gebildeten Kammern, Fig. 85 u. 86.

Kessel- heiz- fläche  qm	Wasserrohre, Neigung 15°				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge	Durch- messer innen/außen	Anzahl	Durch- messer	Länge	Länge	Breite	Höhe	Rost- breite	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
	Höhe	Breite										mm	mm	mm	mm
25	5	4	3048	94,5/102	1	762	4285	4120	1574	2900	814	16	20	70	74
50	7	4	4267	"	1	"	5735	5790	"	3500	"	"	"	"	"
75	7	6	4880	"	1	915	6470	6400	2190	4180	1170	17	21	71	75
100	9	6	"	"	1	"	"	"	"	4485	"	18	22	"	76
150	9	8	5486	"	1	1065	7100	7010	2546	4635	1526	"	23	"	"
200	9	12	4880	"	2	915	6470	6400	3258	4485	2238	"	24	72	"
250	9	14	5486	"	2	1065	7100	7010	3614	4635	2594	"	"	"	"
300	9	16	"	"	2	"	"	"	3970	"	2950	"	"	"	"
350	10	18	"	"	2	1220	"	"	4326	4945	3306	19	26	"	77
400	10	20	"	"	2	1372	"	"	4682	5140	3662	"	"	"	"
450	11	20	"	"	2	"	"	"	"	5290	"	20	28	"	78
500	12	22	"	"	3	1220	"	"	5038	5250	4018	"	"	"	"

Über die Zulässigkeit der Aufstellung von Kesseln in Räumen, die häufig von Menschen betreten werden, bestimmt das Gesetz<sup>1)</sup>, daß bei solchen Kesseln die Wasserrohre und die zu ihrer Verbindung angewendeten Rohrstücke höchstens 100 mm Lichtweite haben dürfen. Schlamm- und Dampfsammler, die nicht beheizt werden, und ebenso Dampfsammler — unter letzteren sind nur Kesselteile ohne Wasserinhalt zu verstehen — von größeren Abmessungen sind gestattet, dagegen dürfen Wasserrohrkammerkessel nur bis 6 at Überdruck und auch nur dann Verwendung finden, wenn die Wasserrohre nahtlos hergestellt sind und die Oberkessel nicht von den Heizgasen bestrichen werden.

Es kommen daher in der Regel nur solche Kessel zur Aufstellung, deren Kammern aus einzelnen Sektionen (Fig. 87 und 88) gebildet sind und die für Betriebsdrücke bis zu 10 at und eventuell höher gebaut werden können. Kessel mit geringerer Spannung eignen sich weniger für derartige Anlagen, da der Dampf gewöhnlich in erster Linie zum Betriebe von Maschinen Verwendung findet, die bei der niedrigen Kesselspannung von nur 6 at, also etwa 5 bis 5½ at Admissionsspannung, zu unwirtschaftlich arbeiten würden.

Der Gliederkessel Fig. 87 besteht, soweit der wasserbespülte Teil des Kessels in Frage kommt, aus schlangenförmigen, aufrecht stehenden Sektionen, welche aus Gußeisen oder Stahlguß gefertigt werden. Oben und unten sind die hinteren Glieder durch Querstücke miteinander verbunden. Das Rohrbündel besteht aus nahtlos gewalzten Rohren von 89 mm äußerem Durchmesser. Die den Dampfraum bildenden beiden oberen Rohrreihen werden von den Heizgasen bespült. Die Rohre der unteren Lage sind vorn in den Sektionen, hinten dagegen in besonderen Kopfstücken eingewalzt, von welchen die Rohre der oberen Lage zu einer vorn über den senkrechten Gliedern wagerecht angeordneten Sektion führen, auf der sich dann der Dampfzugsstützen befindet.

Der Wasserstand und die Proberöhre sind vorn an einem besonderen Rohrstück montiert, welches wiederum durch Rohre von 95 mm äußerem Durchmesser mit dem Dampf- und Wasserraum des Kessels verbunden ist.

Der Büttnerische Sicherheitsdampfkessel (Fig. 88) ist aus wagerechten Sektionen gebildet, die untereinander durch Krümmer derart in Verbindung stehen, daß die

Dampfblasen durch die vorderen Sektionen aufsteigen und in das über ihnen quer gelegene Dampfsammelrohr gelangen können. Der niedrigste Wasserstand liegt in solcher Höhe, daß ein größerer Teil des Rohrbündels über der ersten Zugtrennungsplatte mit den zugehörigen vorderen Sektionen den Dampfraum bildet und von den Heizgasen im zweiten Zuge bestrichen wird; trotzdem ist im letzten Zuge noch ein Dampfüberhitzer angebracht, um den Dampf weiter zu trocknen bzw. zu überhitzen.

## E. Einkammer-Wasserrohrkessel.

Der Einkammer-Wasserrohrkessel hat nicht die weite Verbreitung gefunden wie der Zweikammerkessel, es haften ihm einige Mängel an, die man bei letzterem System nicht findet. So brennen die Rohre bei starker Kesselbeanspruchung infolge geringerer Wasserzirkulation leichter durch, besonders wenn das Rücklaufrohr (Speiserohr) beim Krümmwerden des Wasserrohres aus seiner zentralen Lage gedrängt wird und die äußere Wandung berührt. Der Durchmesser der Wasserrohre wird meist zu 108 oder 114 mm außen gewählt, also größer gehalten als durchweg beim Zweikammerkessel.

Bei den ausgeführten Einkammer-Schiffskesseln sind die Wasserrohre kürzer bemessen worden als beim Landkessel, sie wurden auch der häufigeren größeren Beanspruchungen wegen oft nicht mit Rücklaufrohren versehen. Trotzdem hat sich aber der Einkammerkessel als Schiffskessel nicht recht bewährt, er ist durch den engröhrigen Wasserrohrkessel mit gebogenen Rohren Fig. 126 vollständig verdrängt worden. Die Firma Dürr, die früher vorzugsweise Einkammer-Wasserrohrkessel baute, hat sich daher in neuerer Zeit anderen Systemen, insbesondere den Zweikammerkesseln Fig. 76 und dem Bau von Garbe-Kesseln ähnlich (Fig. 98 bis 100) zugewandt.

Die Wasserkammer des Einkammerkessels ist durch eine parallel der Rohrwand liegende Scheidewand in zwei Teile geteilt, von denen gewöhnlich die nach der Feuerseite liegende Hälfte für das Dampfgemisch und die andere Hälfte als Wasserraum dient. Bei dem Willmann-Kessel Fig. 91 dagegen liegt die den Wasserraum bildende Hälfte der Kammer dem Feuer zugekehrt, was in mancher Hinsicht als ein Vorteil anzusehen ist, das aber die Kopfen der Siederohre kompliziert erscheinen läßt.

<sup>1)</sup> Allg. pol. Best. f. Ldk. § 15.

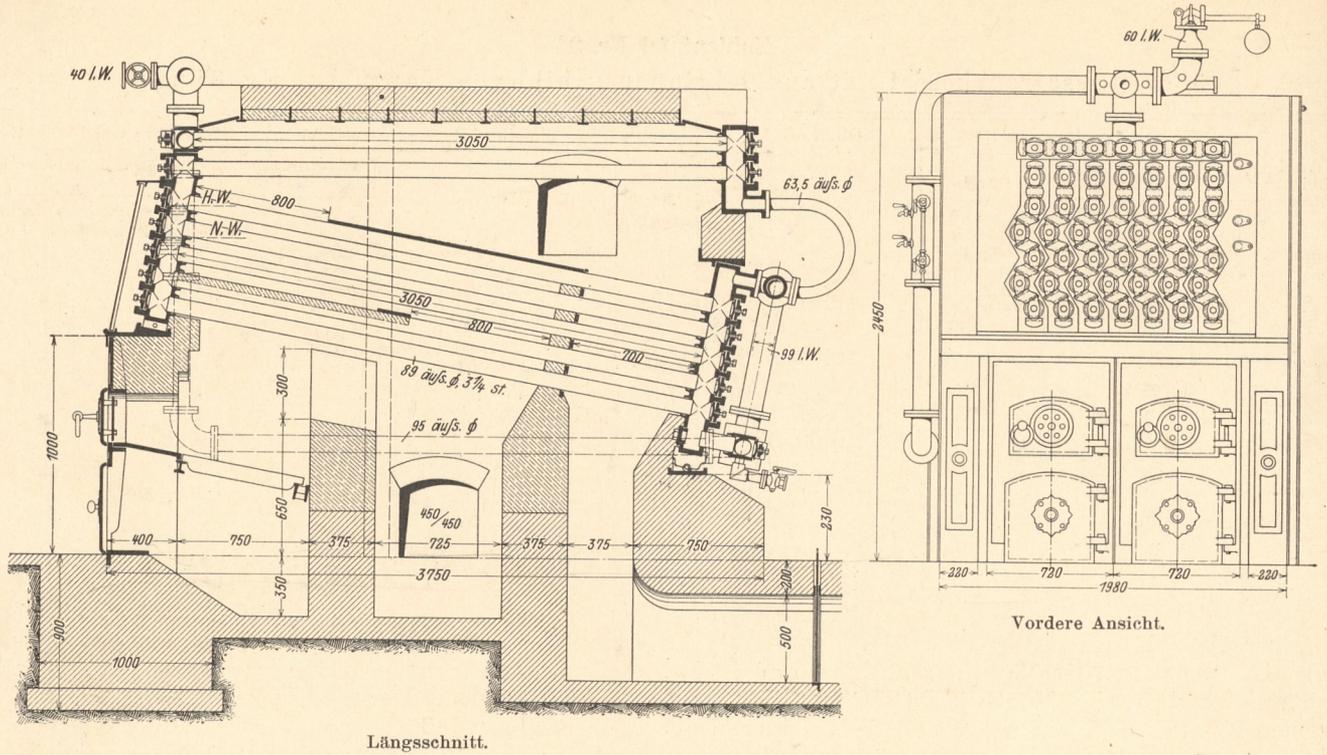


Fig. 87. Glieder-Wasserrohrkessel.  
System Steinmüller.

Ausführung: L. & C. Steinmüller, Gummersbach.

- Überdruck = 10 at,
- wasserberührte Heizfläche = 28 qm,
- dampfberührte " = 12,9 qm,
- Rostfläche = 0,92 qm.

An Oberkesseln sind in der Regel 2 Stück vorhanden, die hinten miteinander durch einen Stutzen und vorn mit der Wasserkammer derart verbunden sind, daß das aufsteigende Wasser durch den einen Oberkessel nach hinten fließt und durch den zweiten wieder nach vorne in die Kammer und durch die Rücklaufrohre in die Siederohre gelangt.

Die Lagerung der Kessel erfolgt meist so, daß die vordere Wasserkammer unterstützt wird, während die Oberkessel hinten auf Träger gelagert oder besser so aufgehängt werden, daß ihr Gewicht durch schmiedeeiserne Säulen auf das Fundament und nicht auf die Seitenmauern übertragen wird. Die hinteren Enden der Wasserrohre werden vorteilhaft in einer gußeisernen Wand gelagert. Hierdurch können sie sich im Betriebe vollkommen frei ausdehnen, was bei dem Zweikammerkessel nicht in dem gleichen Maße möglich ist.

Als Heizgasführung ist gewöhnlich die Kammerzugführung gewählt, damit alle Rohre möglichst gleichmäßig an der Dampferzeugung teilnehmen und die dem

Feuer zunächst liegenden Rohrreihen nicht zu stark beansprucht werden, weil in diesem Falle nicht für einen genügenden Wasserumlauf, d. h. einen ausreichenden Wasserrücklauf durch die engen Einsteckrohre, gesorgt werden könnte.

Der Dürr-Kessel erhält je nach der Größe und Art des Fabrikbetriebes, d. h. des erforderlich werdenden Wasserraumes 1 bis 2 Oberkessel, welche durch geschweißte Stutzen mit der Wasserkammer, der sog. Trennkammer, in Verbindung stehen. Letztere dient zur Aufnahme der Siederohre und zu der dem Einkammersystem eigentümlichen Trennung des zu verdampfenden von dem aufsteigenden, dampfführenden Wasser. Diese Trennung geschieht einerseits durch die in die Wasserkammer eingesetzte Scheidewand, welche die Kammer in zwei Hälften (eine vordere und eine hintere) teilt, andererseits durch das in jedes einzelne Siederohr eingesetzte Speise(Rücklauf-)rohr.

Der Kessel Fig. 89 von 200 qm Kesselheizfläche ist für 20 at Betriebsdruck gebaut und mit einem Überhitzer von 80 qm ausgerüstet.

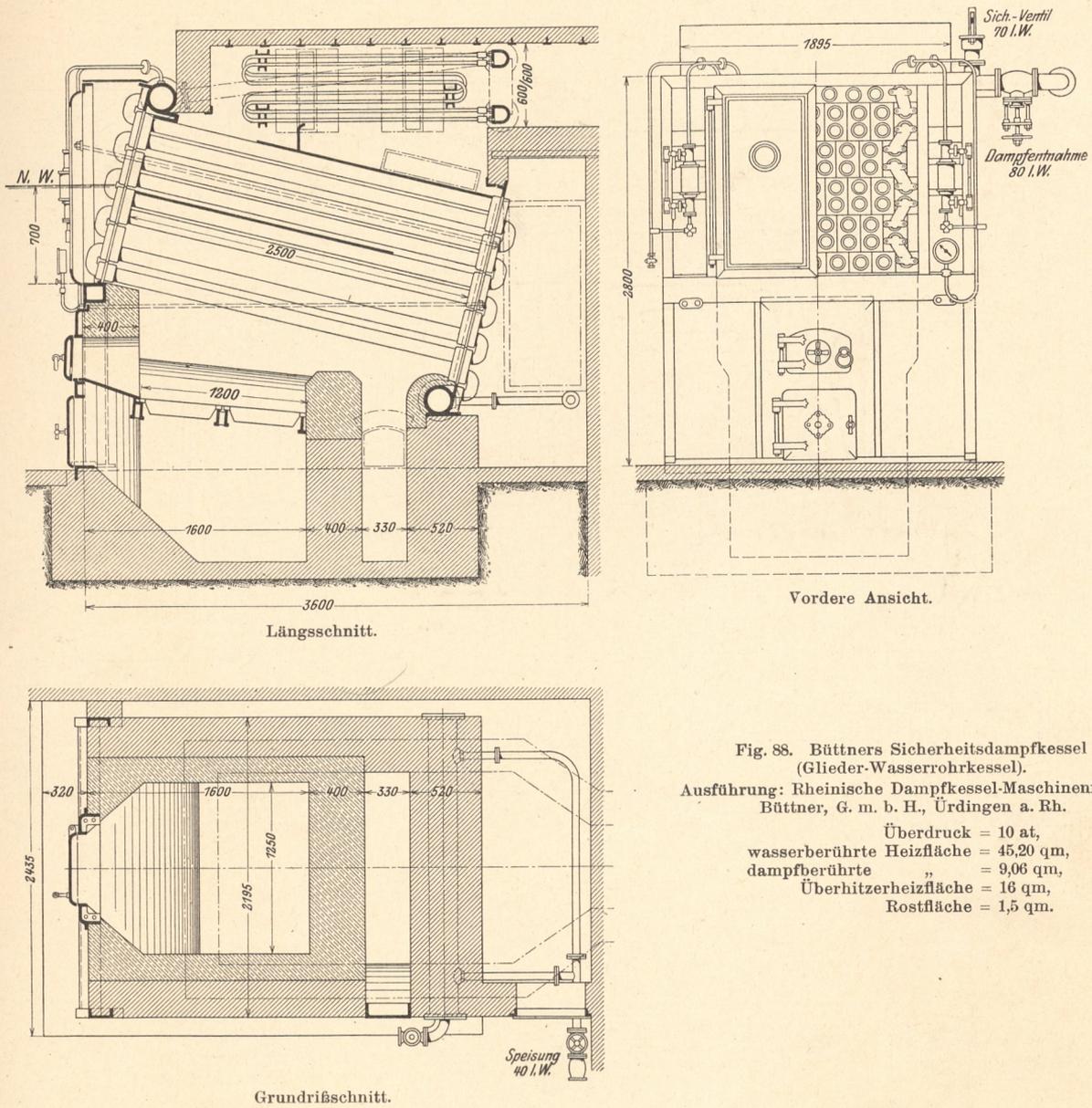
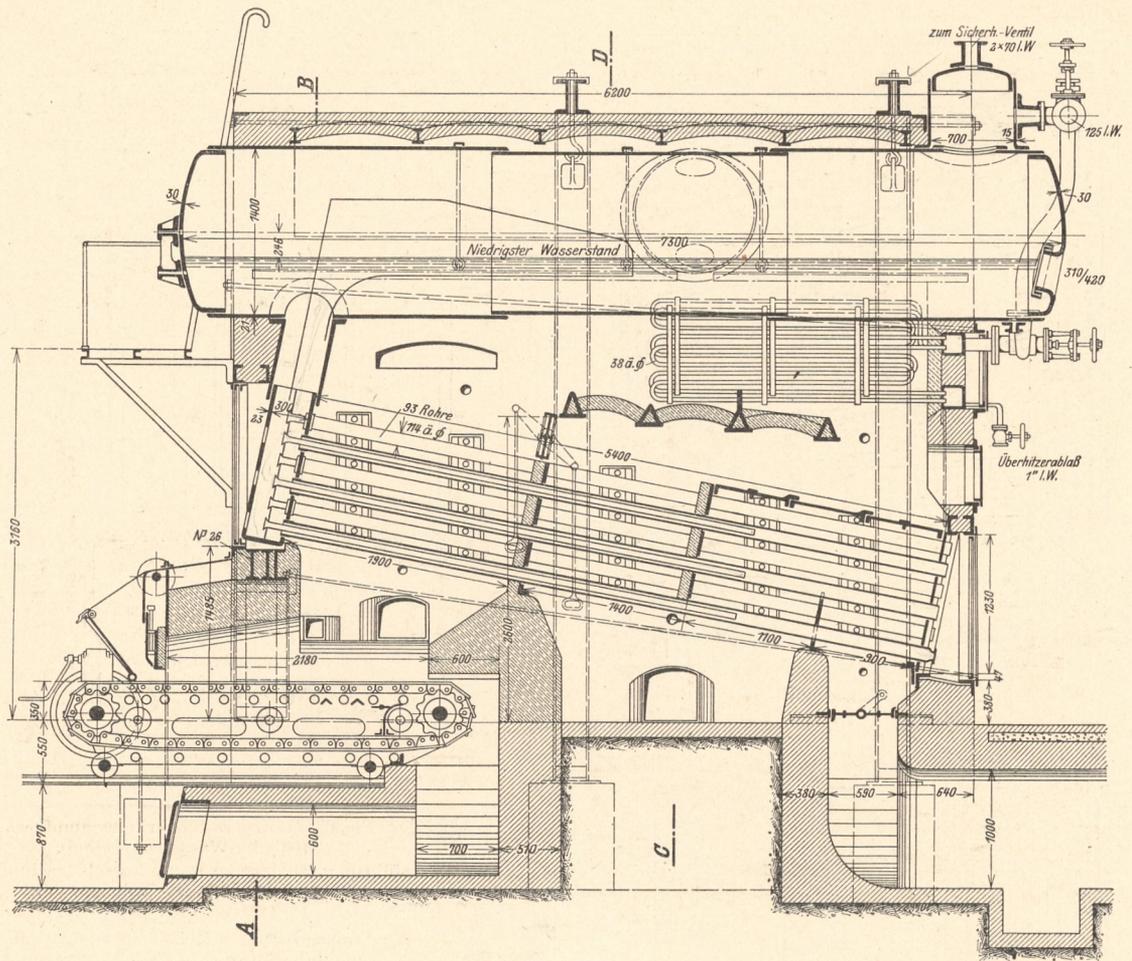


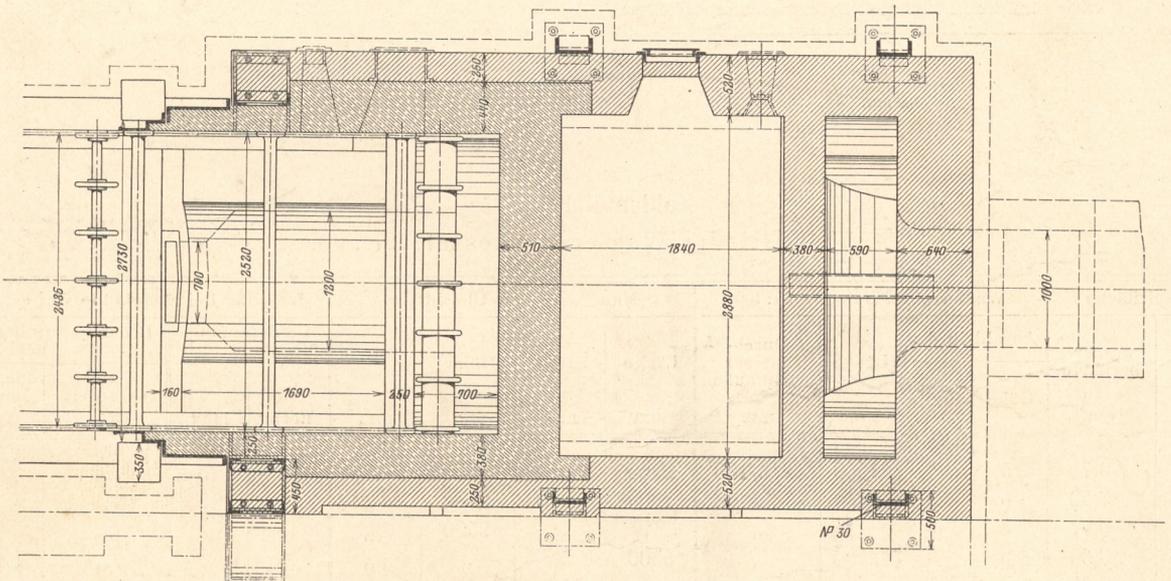
Fig. 88. Büttner's Sicherheitsdampfkessel (Glieder-Wasserrohrkessel).  
 Ausführung: Rheinische Dampfkessel-Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Ürdingen a. Rh.  
 Überdruck = 10 at,  
 wasserberührte Heizfläche = 45,20 qm,  
 dampfberührte " = 9,06 qm,  
 Überhitzerheizfläche = 16 qm,  
 Rostfläche = 1,5 qm.

Zahlentafel Nr. 35  
 über Glieder-Wasserrohrkessel, Fig. 88.

Kesselheizfläche		Wasserrohre, Neigung 25:100				Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von ca. 7500 WE			
gesamte qm	wasser-berührte qm	Anzahl in der		Länge mm	Durch- messer innen/außen mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rost- breite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialausnützung bei	
		Höhe	Breite							kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
5,09	4,7	5	2	1500	99,5/100	2500	910	2000	410	12	15	72	74
9,16	7,32	6	3	"	"	2600	1370	2300	570	"	"	"	"
12,21	9,77	8	3	"	"	"	"	2500	"	"	"	"	"
20,35	16,30	8	3	2500	"	3600	"	"	"	"	"	"	"
33,92	28,25	8	5	"	"	"	1700	"	900	"	"	"	"
54,26	45,20	8	8	"	"	"	2195	"	1395	"	"	"	"
67,85	56,30	10	8	"	"	3700	"	3100	"	"	"	"	"
84,82	70,65	"	10	"	"	"	2520	"	1722	"	"	"	"
111,96	93,30	12	11	"	"	3800	2685	3350	1885	"	"	"	"
122,14	101,75	"	12	"	"	"	2850	"	2050	"	"	"	"
132,32	110,25	"	13	"	"	"	3015	"	2215	"	"	"	"



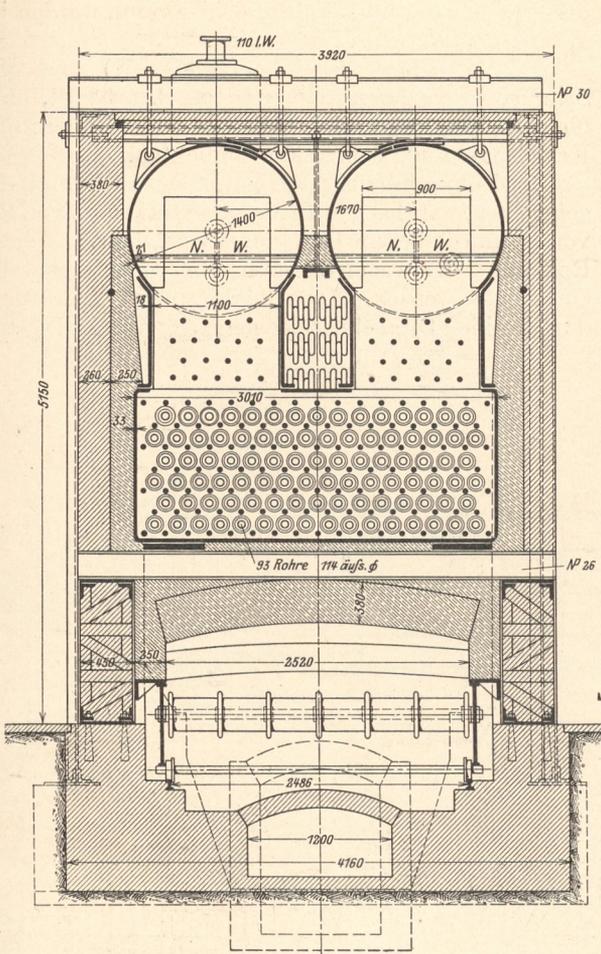
Längsschnitt.



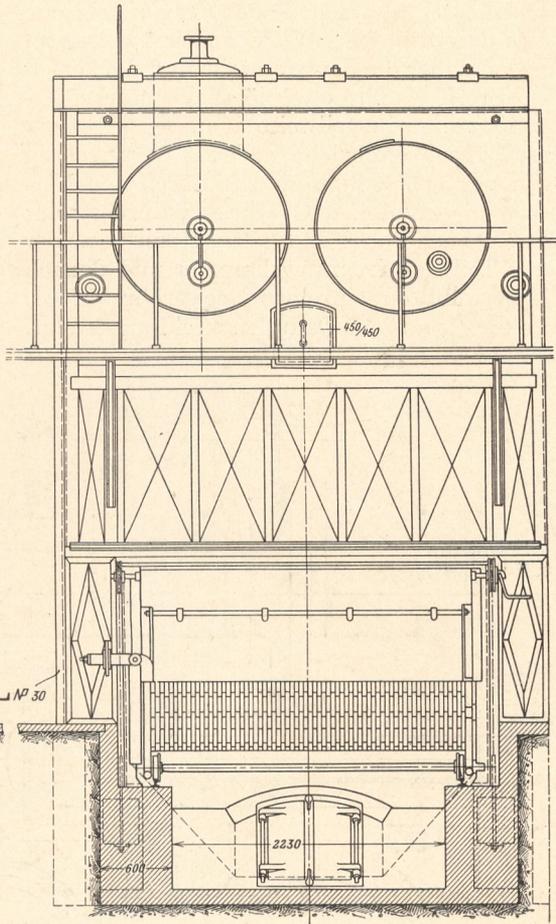
Grundrißschnitt.

Fig. 89. Einkammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: Düsseldorf-Ratinger Röhrenkessel-Fabrik vorm. Dürr & Co., Ratingen.

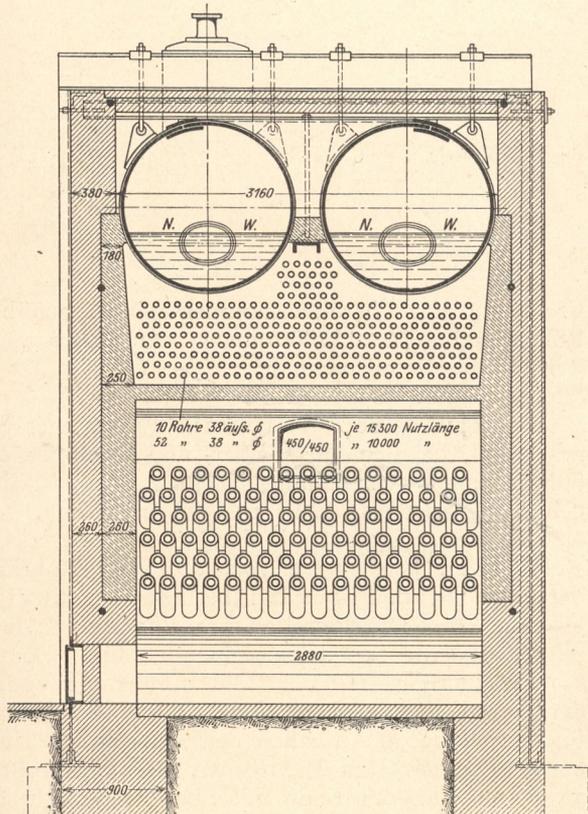
Überdruck = 20 at,  
Heizfläche = 200 qm,  
Überhitzerheizfläche = 80 qm,  
Rostfläche = 5,49 qm.



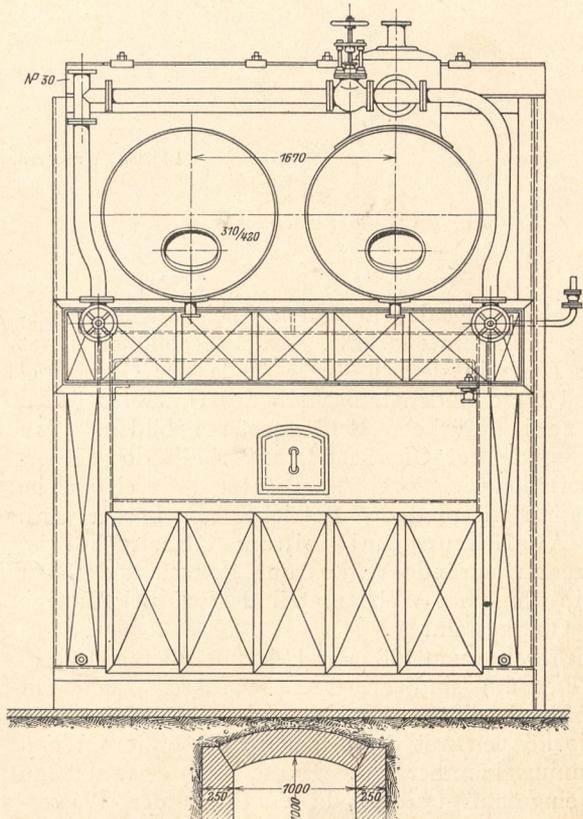
Schnitt A-B.



Vordere Ansicht.



Schnitt C-D.



Rückansicht.

Fig. 89.



fest eingepreßt werden. Zur absoluten Abdichtung wird hierbei ein gewellter Kupferring ohne Lötnaht benutzt. An dem hinteren Ende sind die Siederohre durch schmiedeeiserne Deckel mit Bügel, wie nachstehend in Fig. 91 abgebildet, geschlossen und in einem gußeisernen Bock gelagert.

Die Rohrkammer ist durch die parallel der Rohrwand gehende Scheidewand auch hier in zwei Kammern geteilt, von denen aber entgegen dem Dürrschen System

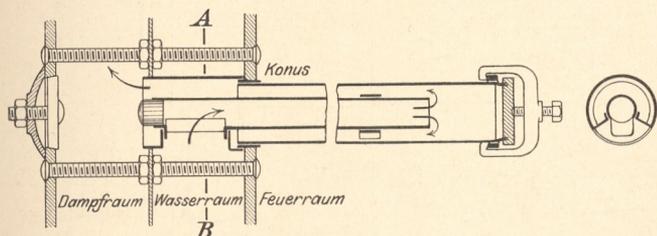


Fig. 91. Wasserrohre des Einkammer-Wasserrohrkessels.  
Ausführung: E. Willmann, Dortmund.

der nach der Feuerseite liegende Teil den Wasserraum, und der andere, dem Feuer abgekehrte Teil, den Dampfraum bildet. Um dieses zu ermöglichen, wird auf dem aus der Rohrwand etwas vorstehenden Konus der Siederohre (Fig. 91) ein Verlängerungsstück gesetzt, welches durch die Scheidewand reicht und das Dampf- und Wassergemisch in den vorderen Teil der Kammer leitet. Hierzu ist auch erforderlich, daß die in den Siederohren liegenden Rücklaufrohre an ihrem vorderen Ende durch einen Stopfen verschlossen werden.

Die dem Feuer abgewendete Seite der Rohrkammer steht nur mit einem der beiden Oberkessel und die andere Seite mit dem anderen Oberkessel in Verbindung.

Die nachstehende Fig. 92 veranschaulicht Schnitte durch den vorderen und hinteren Teil der Rohrkammer;

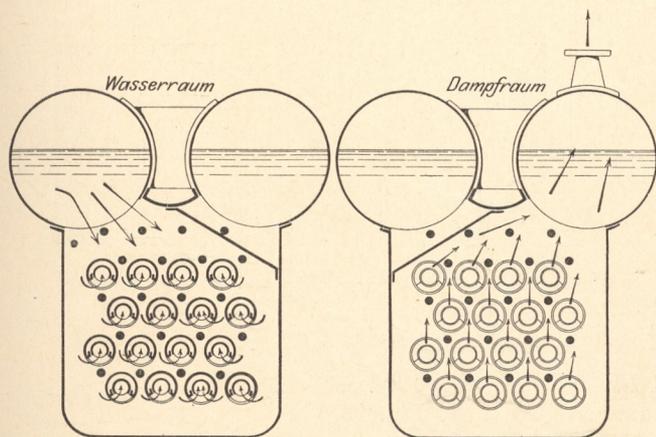


Fig. 92. Wasserkammer zum Einkammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: E. Willmann, Dortmund.

sie zeigen den Weg des Wassers in die Rücklaufrohre und des Dampfgemisches aus den Siederohren. Der Wasserraum ist oben gegen den zweiten Oberkessel, in welchen der Dampf tritt, und der Dampfraum oben gegen den ersten Oberkessel, aus welchem das Wasser nach der Rohrkammer zurückläuft, durch eine Wand abgeschlossen.

## F. Großwasserraum-Wasserrohrkessel.

Diese in Fig. 93 und 94 gezeichneten Kessel finden dort Anwendung, wo die Eigenart des Fabrikbetriebes eine stark wechselnde Dampfentnahme erfordert. Den bei normalen Wasserrohrkesseln sonst auftretenden Druckschwankungen begegnet man hier durch eine erhebliche Vergrößerung des Wasserraumes in wirksamer Weise.

In Fig. 93 ist der Wasserraum dadurch vergrößert, daß unter dem verlängerten Oberkessel zwei Längssieder angebracht und vorn an die hintere Wasserkammer angeietet sind. Die hintere Wasserkammer ist wie die vordere durch Stehbolzen versteift; an der Stelle aber, wo die Sieder sich befinden, müssen die Stehbolzen wegen der großen Kammerausschnitte fortfallen. Die Versteifung geschieht hier in der gezeichneten Weise durch große Bügel. Die beiden unteren Rohrreihen können von der Rückseite der Hinterkammern aus durch normale Rohrlochverschlüsse gereinigt werden. Es ist zu diesem Zweck ein Raum von 1 m Breite den Feuergasen entzogen und durch eine Putztür von 600 × 1000 mm zugänglich gemacht. Die hintere Wasserkammer ist durch ein ovales Rohr mit dem Oberkessel verbunden, welches gleichzeitig als mittlere Unterstützung des letzteren dient. Eine Verlängerung dieses Verbindungsrohres ragt bis in den Dampfraum, um die in den Längssiedern gebildeten Dampfblasen, aber nicht das nachströmende Wasser, aufsteigen zu lassen. Es findet hierdurch ein Wassercirculation auf der ganzen Länge des Kessels statt.

Um die Verbindung der Längssieder mit der hinteren Wasserkammer zu vermeiden, baut Büttner einen Großwasserraum-Wasserrohrkessel nach Fig. 94, bei welchem ein Sieder hinter dem Röhrenbündel derart angeordnet ist, daß das aus der vorderen Kammer aufsteigende Wasser durch eine Rinne nach dem vorderen Stützen des Unterkessels (Sieders) geleitet wird. Von hier muß das Wasser durch den hinteren Verbindungsstutzen zur hinteren Wasserkammer zurückfließen.

## G. Wasserrohrkessel mit senkrechten oder wenig geneigt liegenden Siederohren (Steilrohrkessel).

### a) Allgemeines.

Die Steilrohrkessel haben gegenüber den Kammerkesseln den Vorzug, daß jedes Siederrohr mit seinem vollen Querschnitt in den Oberkessel mündet, während die Verbindungsstutzen oder -rohre zwischen Kammer und Oberkessel meist nur etwa 10 bis höchstens 50% des gesamten Rohrquerschnittes erhalten. Die direkte Mündung aller Wasserrohre in den Oberkessel trägt nun aber wesentlich zur Erzielung eines lebhaften Wassercirculationes bei, während andererseits dem aufsteigenden Wasser- und Dampfgemisch infolge Richtungsänderungen in der Kammer und dem Verbindungsstutzen mehrfach Widerstände geboten werden, die geeignet sind, die Strömung zu hemmen. Einen weiteren Vorteil bietet ferner der Fortfall von Rohrverschlüssen, sowie die nahezu senkrechte Lage der Siederohre, die eine äußere Ruß- und Flugaschenablagerung, sowie ein Verlegen von Schlamm und Kesselstein im Innern nicht so begünstigen wie die weniger steil liegenden Wasserrohre der Kammerkessel.

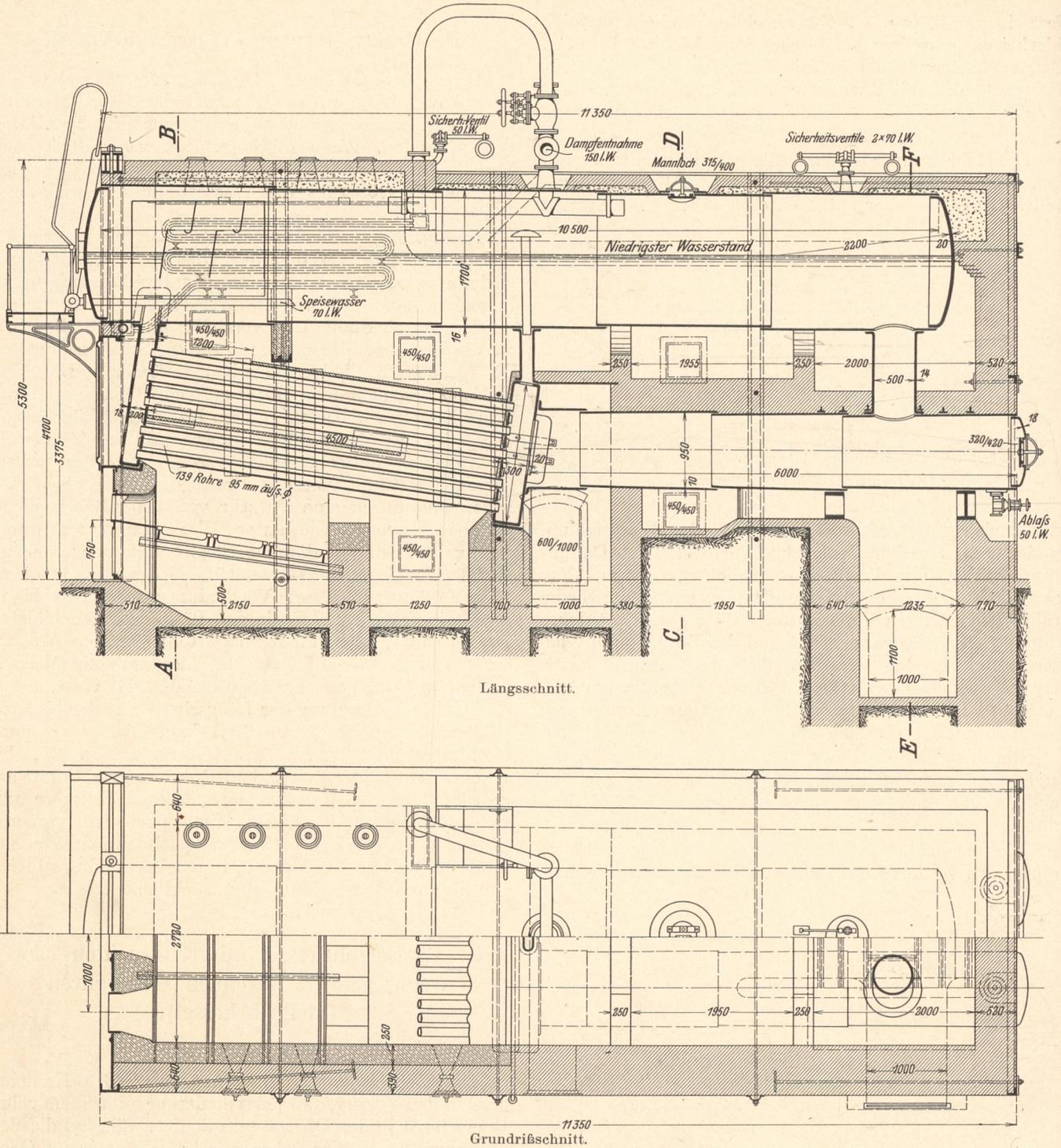
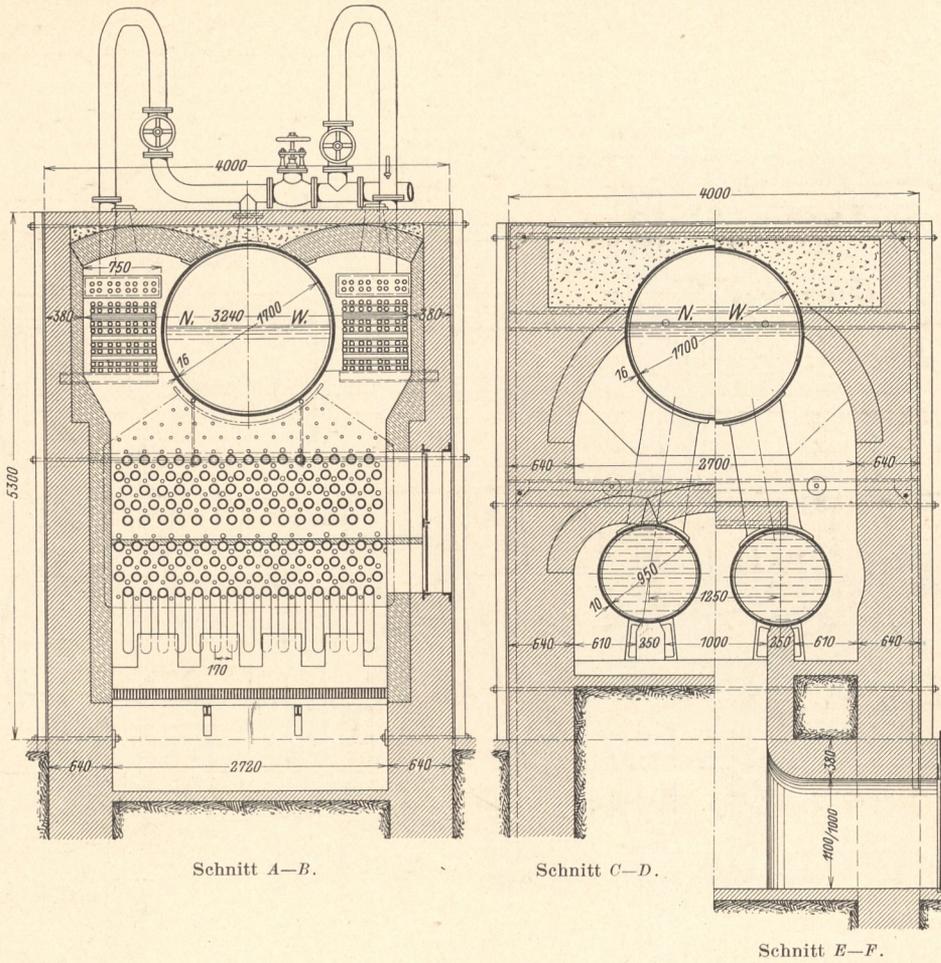


Fig. 93.

**Zahlentafel Nr. 36**  
über Großwasserraum-Wasserrohrkessel, Fig. 93.

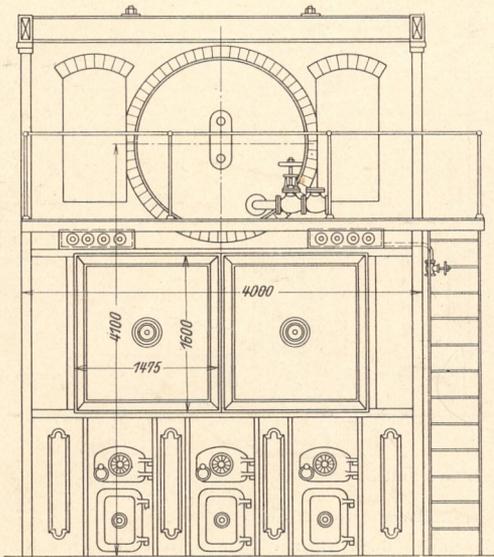
Kesselheizfläche qm	Wasserrohre, Neigung 20 : 100				Oberkessel		Unterkessel		Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7800 WE					
	Anzahl in der		Länge mm	Durchmesser innen/außen mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Anzahl	Durchmesser mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rostbreite mm	Verdampfung pro qm u. Std.		Brennmaterialaus- sützung bei	
	Höhe	Breite													kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
60	6	6	3500	87,5/95	1	1000	7500	1	800	4000	8300	2140	4050	1100	18—20	25	72	75
80	6	7/8	4000	"	1	1200	8000	1	900	"	8800	2400	4250	1360	"	"	"	"
100	7	8/9	"	"	1	1300	9000	1	"	5000	9800	2550	4600	1530	"	"	"	"
150	6	13/14	4100	"	1	1400	10000	2	800	5900	10750	3680	4450	2380	"	"	"	"
200	8	14/15	4250	"	1	1500	10250	2	"	6000	11050	3850	4950	2550	"	"	"	"
250	9	15/16	4500	"	1	1600	10500	2	950	"	11300	4020	5200	2720	"	"	"	"
300	9	18/19	"	"	1	1700	11000	2	1100	6500	11800	4530	5300	3230	"	"	"	"
350	9	23	"	"	1	1800	"	2	"	"	"	5300	5400	4000	"	"	"	"



Schnitt A—B.

Schnitt C—D.

Schnitt E—F.



Vordere Ansicht.

Fig. 93. Großwasserraum-Wasserrohrkessel.

Bauart: Mac-Nicol.

Ausführung: Petry-Dereux, G. m. b. H.,  
Düren i. Rhld.

Überdruck = 10 at,  
Kesselheizfläche = 250 qm,  
Überhitzerheizfläche = 60 qm,  
Rostfläche = 5,8 qm.

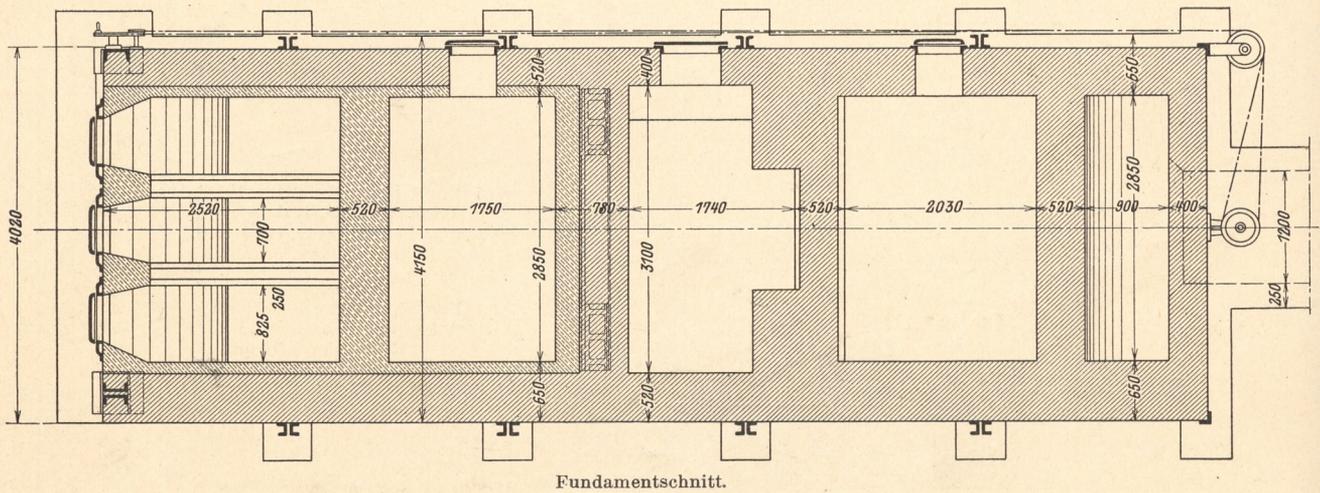
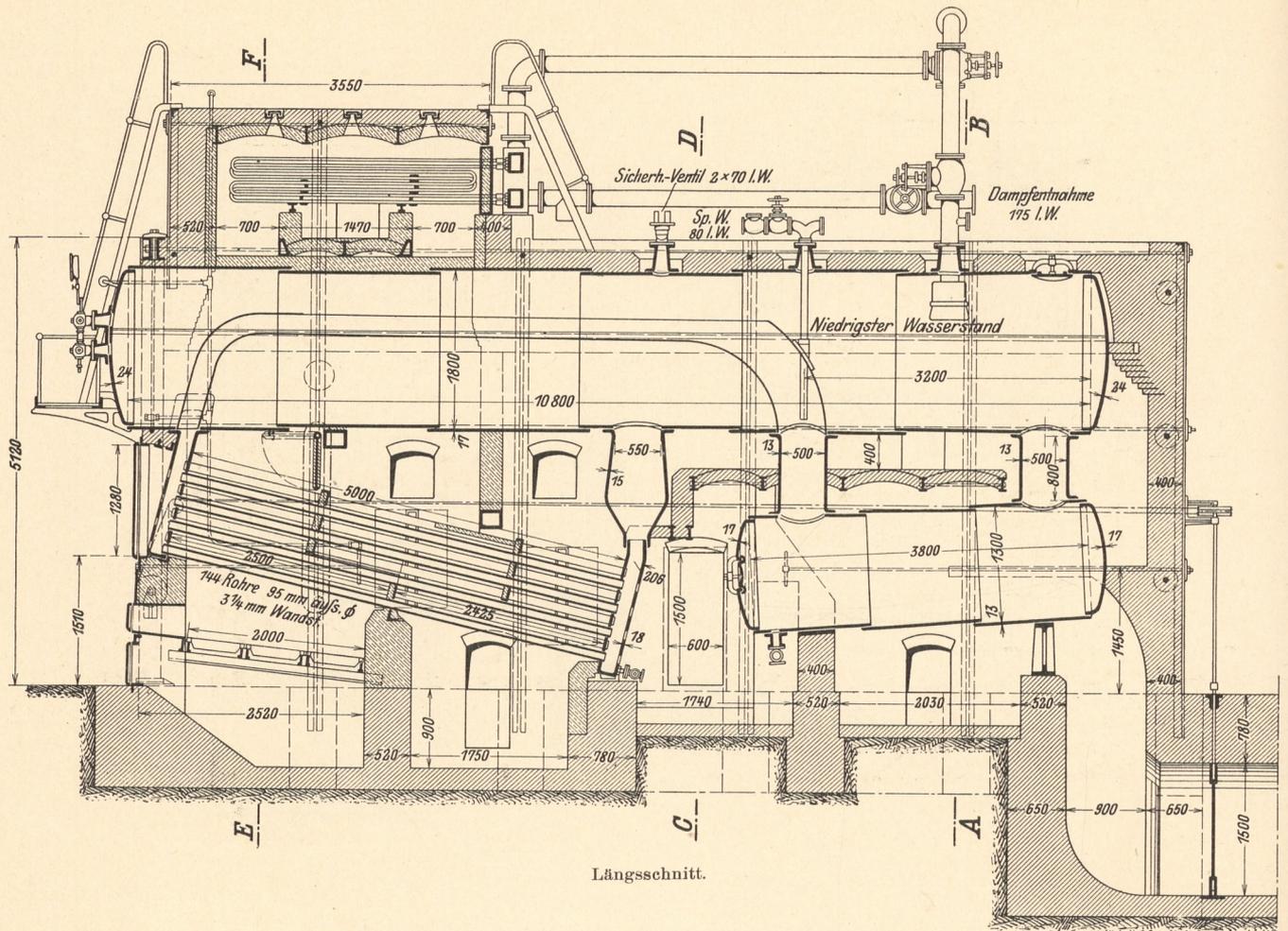
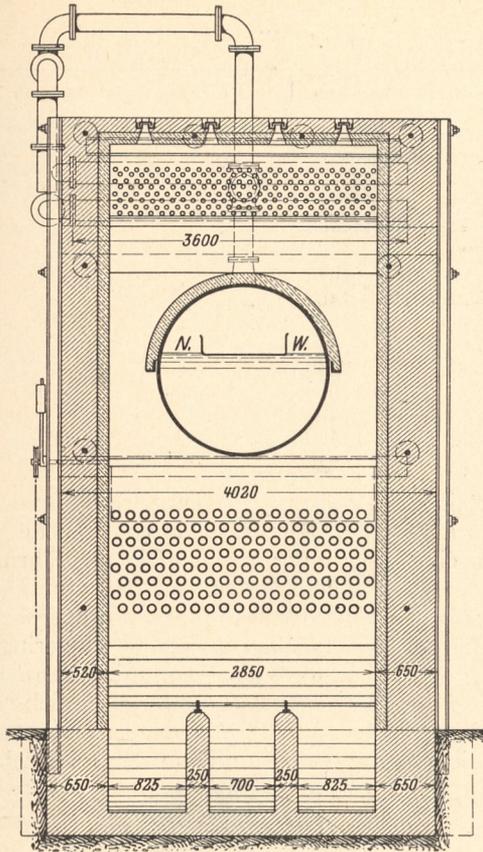


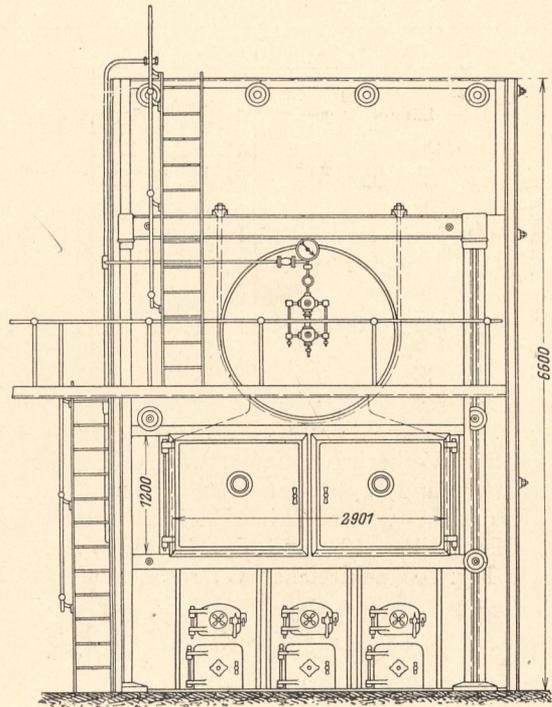
Fig. 94. Großwasserraum-Wasserrohrkessel.

Ausführung: Rheinische Dampfkessel- und Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Ürdingen a. Rh.

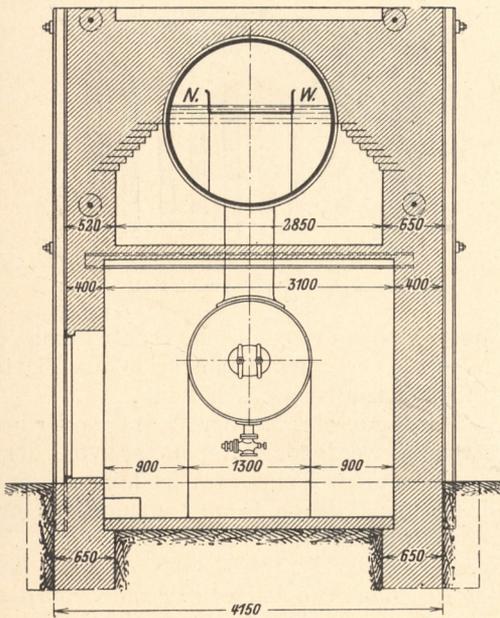
Überdruck = 10 at,  
 Heizfläche = 260 qm,  
 Überhitzerheizfläche = 69 qm,  
 Rostfläche = 5,7 qm.



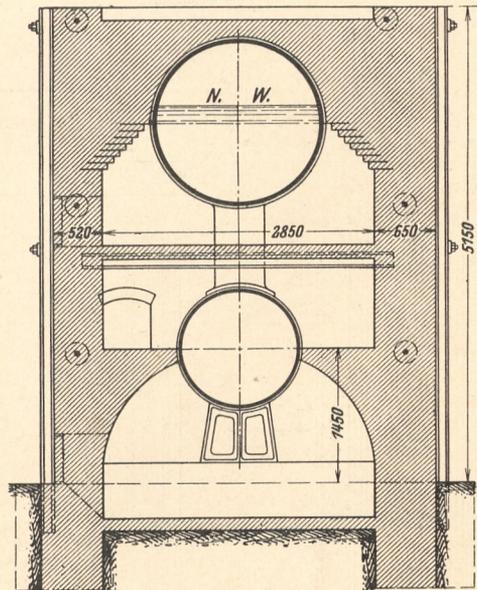
Schnitt E-F.



Vordere Ansicht.



Schnitt D-E.



Schnitt A-B.

Fig. 94.

**Zahlentafel Nr. 37**  
über Büttners Großwasserraum-Wasserrohrkessel, Fig. 94.

Kessel- heiz- fläche  qm	Wasserrohre, Neigung 24:100				Oberkessel			Unterkessel			Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von 7300 WE			
	Anzahl in der		Länge mm	Durch- messer innen/außen mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm	Rost- breite mm	Verdampfung auf 1 qm u. Std.		Brennstoffausnützung bei	
	Höhe	Breite													kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschiebung %
80	6	7	3700	88,5/95	1	1400	10000	1	800	4400	11000	2200	4800	1160	20	26	72	74
90	6	8	"	"	1	1500	"	1	900	"	"	2350	5000	1310	"	"	"	"
100	6	9	"	"	1	1600	"	1	1000	"	"	2500	5100	1460	"	"	"	"
120	7	10	"	"	1	"	"	1	1200	"	"	2660	5300	1620	"	"	"	"
150	7	13	"	"	1	1800	"	1	"	"	"	3120	5500	2080	"	"	"	"
175	7	16	"	"	1	"	"	1	1300	"	"	3580	"	2540	"	"	"	"
200	7	19	"	"	1	"	"	1	"	"	"	4300	"	3000	"	"	"	"
250	8	19	4200	"	1	"	10800	1	"	"	11500	"	5700	"	"	"	"	"
300	9	22	4400	"	1	"	"	1	"	"	"	4760	5800	4460	"	"	"	"

Die weiteste Verbreitung unter den Stielrohrkesseln hat in Deutschland wohl der Garbe-Kessel Fig. 98 bis 100 gefunden, während in England zurzeit der Stirling-Kessel Fig. 101 und der Hornsby-Kessel ähnlich wie Fig. 103 zahlreicher vertreten sind.

**b) Garbe-Kessel.**

Die wellenförmigen Rohrplatten des Garbe-Kessels gestatten die unmittelbare Verbindung von Ober- und Unterkessel durch gerade, senkrechte Siederohre mit

dem Vorteil, die Rohre in eine zylindrische und, soweit der Rohrfumfang in Betracht kommt, ebene Kesselwandung einwalzen zu können. Die Ausführung der Rohrplatten Fig. 95 läßt erkennen, daß eine Deformation derselben infolge des Dampfdruckes ausgeschlossen ist, da die geraden Flächen an ihnen so geringe Ausdehnungen besitzen, daß der Dampfdruck auch ohne Versteifung der Platten eine Durchbiegung nicht hervorbringen kann. Die stufenförmig angeordneten geraden Flächen dienen nur zur Aufnahme der Siederohre, die

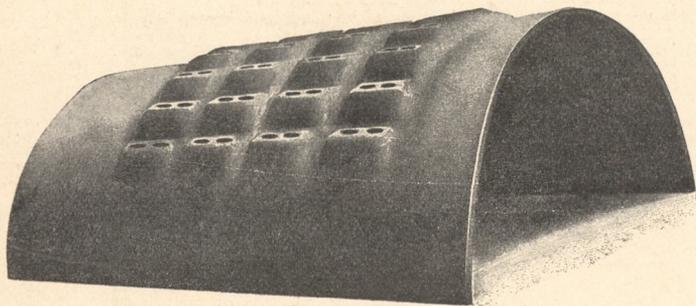


Fig. 95. Garbe-Rohrplatte.

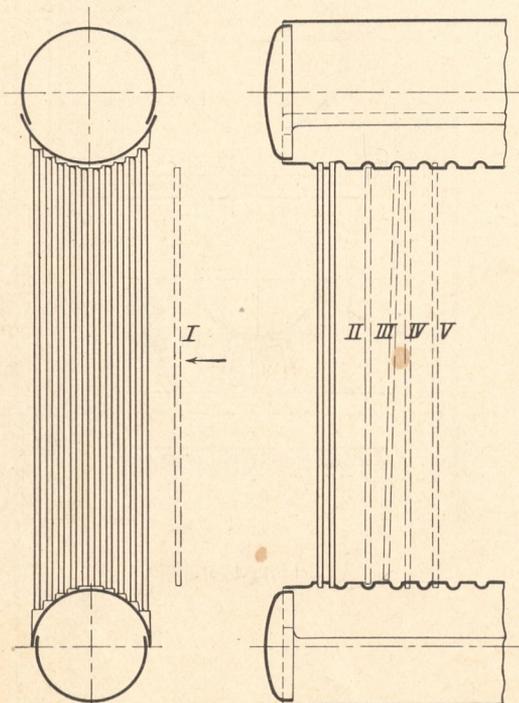


Fig. 96. Einsetzen der Rohre in Garbe-Kessel.

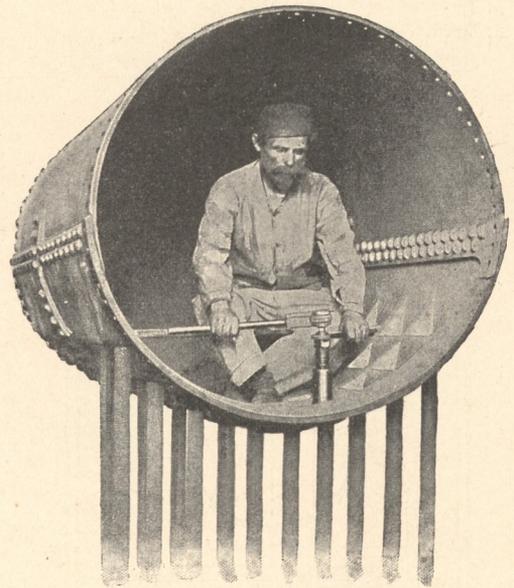
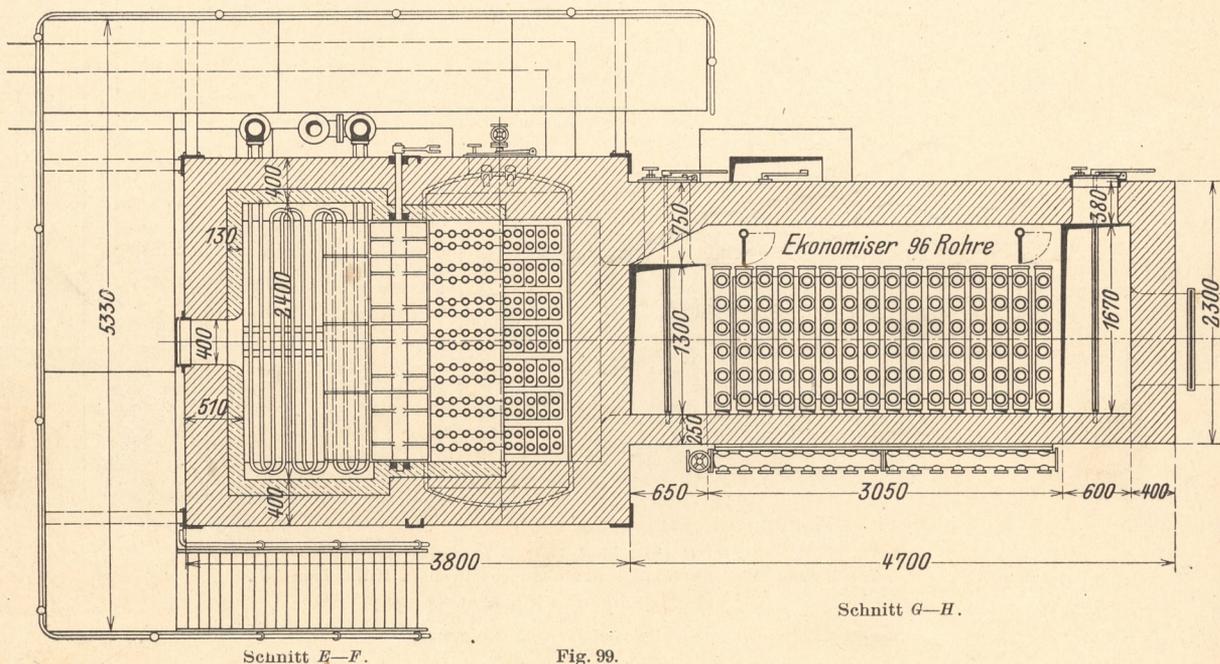
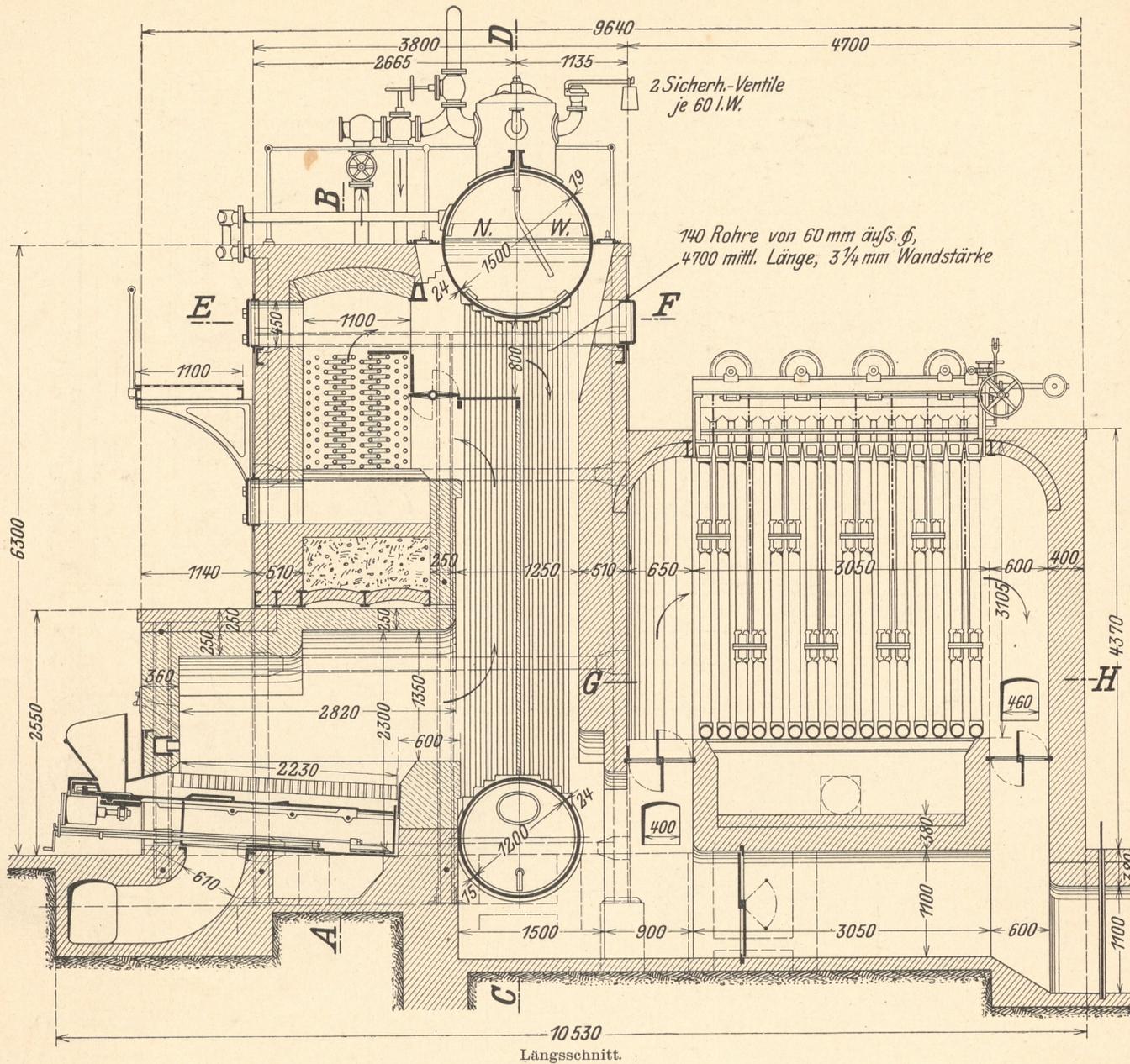


Fig. 97. Einwalzen der Rohre in Garbe-Kessel.

somit sämtlich das Kesselblech rechtwinklig durchdringen, so daß die volle Blechstärke der Platten als Dichtungsfläche benutzt werden kann.

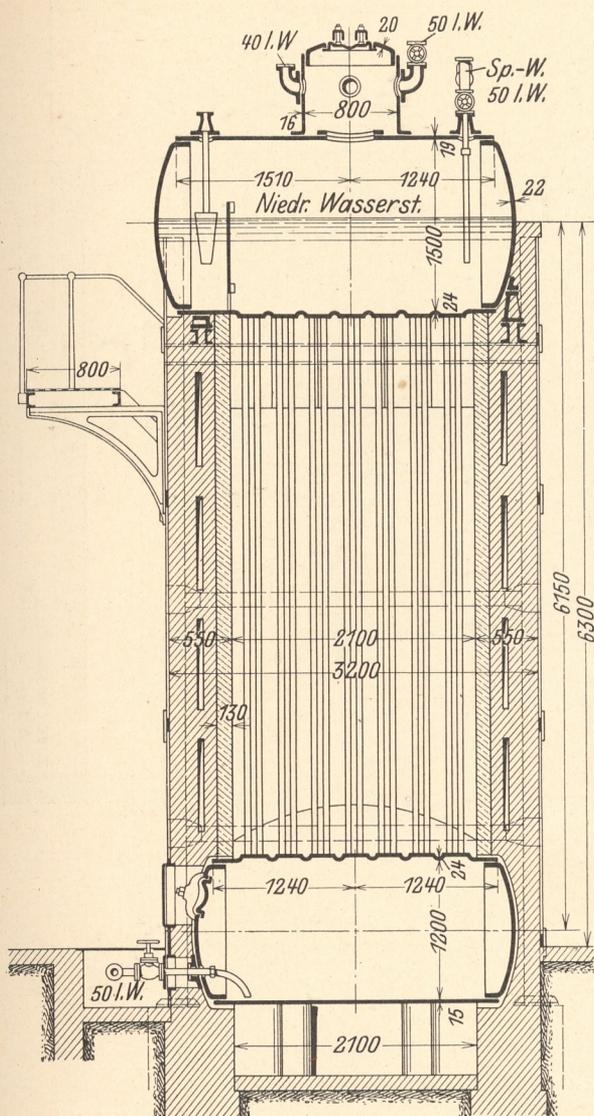
Um nun die Siederohre bei der Montage oder bei einer etwa notwendig werdenden Reparatur von der Seite her in die Kesselmäntel einsetzen zu können, ist es erforderlich, sie in parallelen Reihen anzuordnen und dazwischen wellenförmige Vertiefungen in den Platten anzubringen, die so bemessen sind, daß die am ungünstigsten liegenden mittleren Siederohre von der Seite her bis zu der Bohrung gebracht werden können, in welche sie eingewalzt werden sollen. Das einzusetzende Rohr wird dann innerhalb der Welle so weit gehoben (Fig. 96), daß es mit einem Ende in der Wellenvertiefung anstößt, wodurch das andere Ende direkt über die zugehörige Bohrung geführt werden kann. Durch diese Öffnung wird nun das Rohr in die Rohrplatte so weit hineingeschoben,



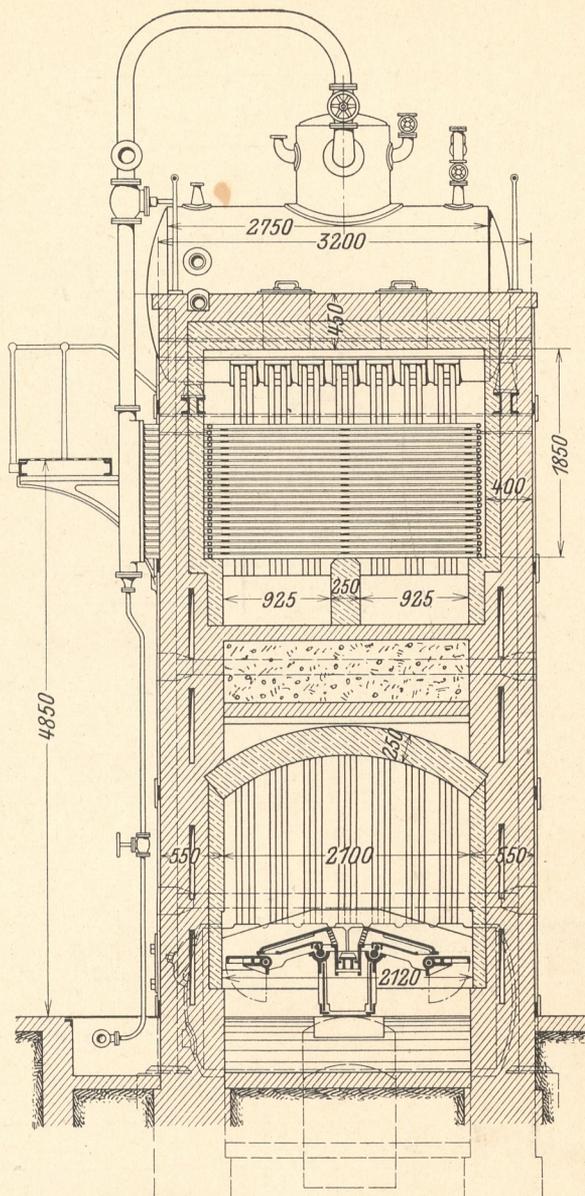


Schnitt E-F.

Fig. 99.



Schnitt C—D.



Schnitt A—B.

Fig. 99. Garbe-Kessel, D. R. P. (Quer-Vertikalanordnung).  
Ausführung: Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen i. E.

- Überdruck = 14 at,
- Heizfläche = 120 qm,
- Überhitzerheizfläche = 42 qm,
- Vorwärmer = 96 qm,
- Rostfläche = 4,7 qm.

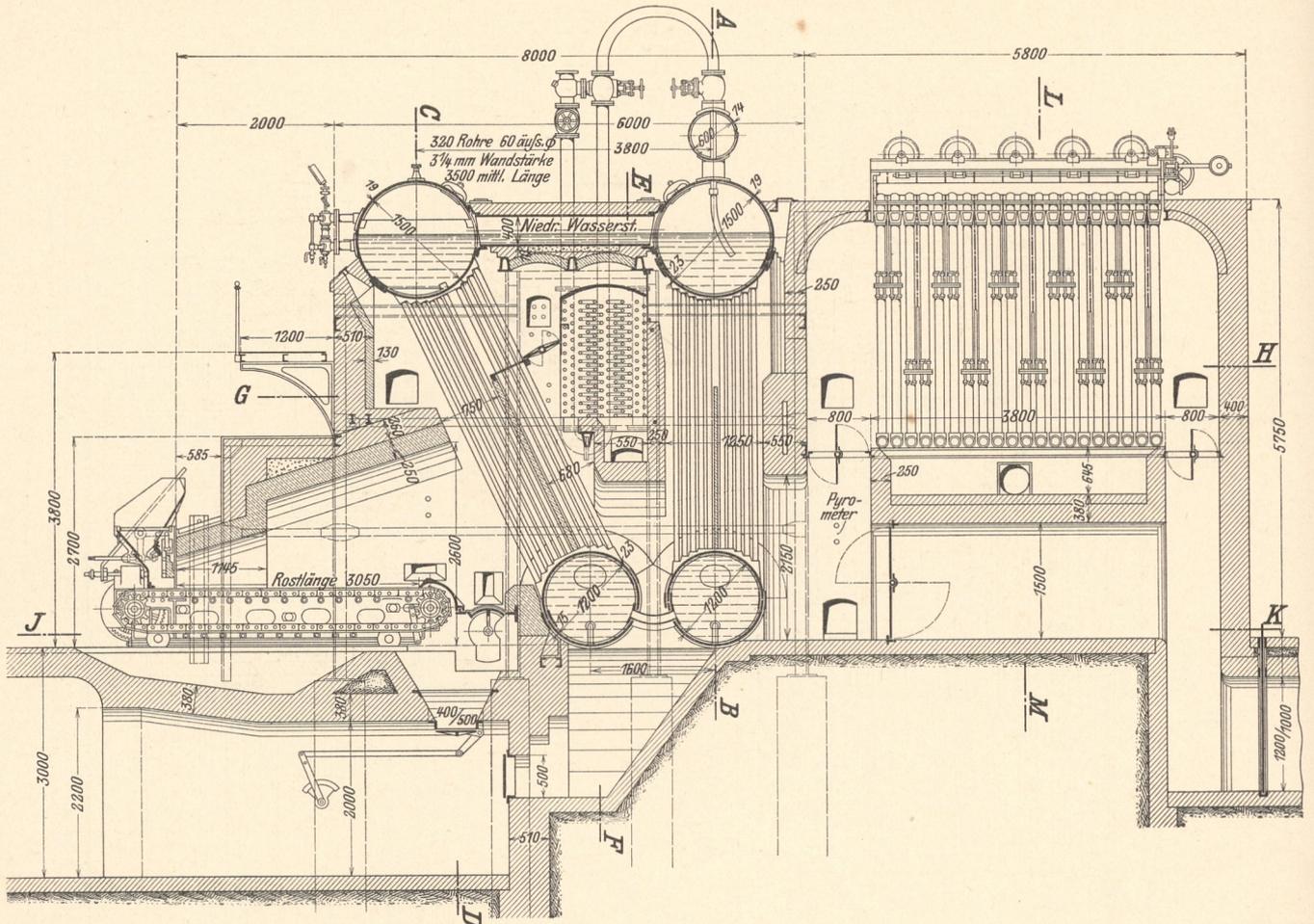
daß das entgegengesetzte Rohrende sich nunmehr ebenfalls gegenüber seiner Bohrung befindet, in welche es dann zurückgezogen und eingewalzt wird.

Da die gepreßten Rohrplatten mit dem Ober- und Unterkesselmantel vernietet werden, wird bei Herstellung der Kesselmäntel jede Schweißarbeit vermieden. Die Kessel sind so normalisiert (Zahlentafel Nr. 38), daß man für alle Kesselgrößen mit wenigen verschiedenen Rohrplatten auskommen kann.

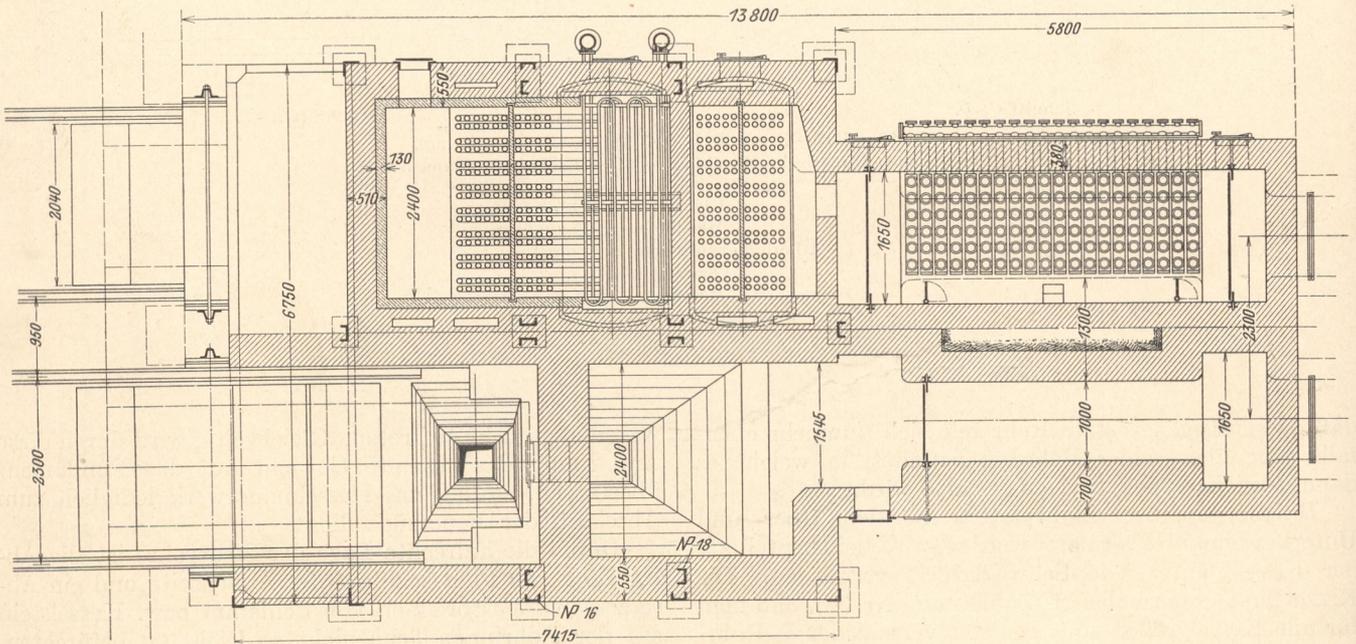
Der Oberkessel ist hängend gelagert, damit sich der Unterkessel entsprechend der Rohrausdehnung vom Oberkessel mehr oder weniger entfernen kann. So werden größere Spannungsunterschiede unter den einzelnen Rohren vermieden und Undichtheiten der Rohr-

walzstellen nicht auftreten. Gleichzeitig wird durch diese Anordnung das gesamte Gewicht auf das Fundament übertragen, so daß das Kesselmauerwerk lediglich zum Abschluß der Feuerzüge dient.

Durch die aufrechte Lage der Siederohre ist die Ablagerung von Flugasche auf der Außenseite und ein Absetzen und Festbrennen von Schlamm bzw. Kesselstein auf der Rohrrinnenfläche nicht so leicht zu befürchten. Da außerdem die Speisung in den Oberkesseln derart erfolgt, daß das eingespeiste Wasser in den hinteren Rohrreihen nach unten sinkt, den dem Feuer zunächst liegenden Rohren also zuletzt zugeführt wird, so können diese Kessel auch ev. längere Betriebsperioden ohne Reinigung aushalten.



Längsschnitt.



Schnitt G-H und Schnitt J-K.

Fig. 100. Garbe-Kessel, D. R. P. (kombiniertes System).

Ausführung: Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen i. E.

- Überdruck = 14 at,
- Heizfläche = 200 qm,
- Überhitzerheizfläche = 60 qm,
- Vorwärmerheizfläche = 120 qm,
- Rostfläche = 6,6 qm.

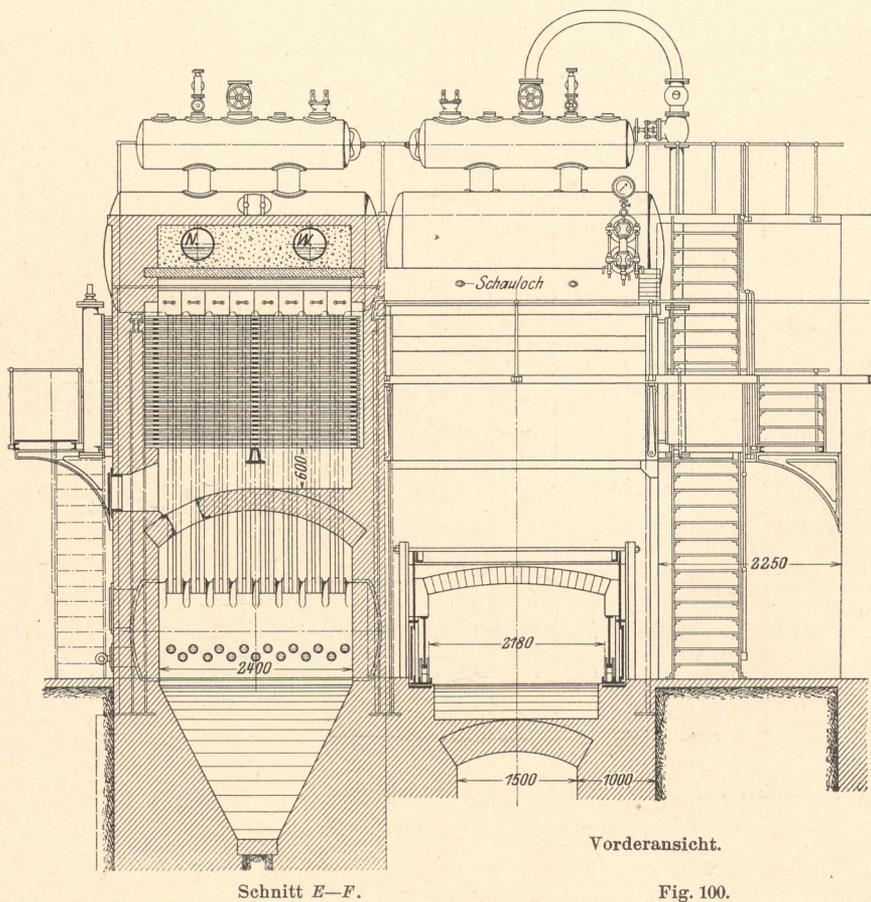
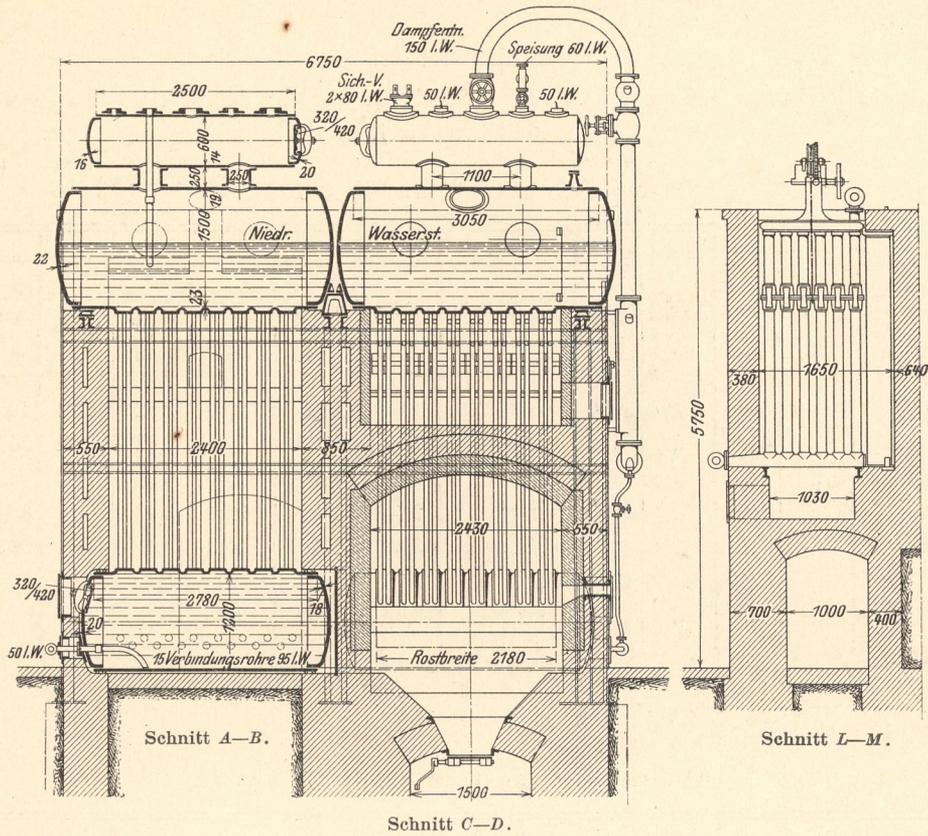


Fig. 100.

## Zahlentafel Nr. 38

über normale Garbe-Kessel, D. R. P., der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft,  
Mülhausen i. E.

## Längssystem, Fig. 98.

Kessel- heiz- fläche	Wasserrohre			Oberkessel		Unterkessel		Dom		Rost-		Inhalt		Ver- damp- fungs- ober- fläche	Mauerwerk mit Überhitzer <sup>1)</sup>			
	An- zahl	Länge	Durch- messer inn./auß.	Durch- messer	Länge	Durch- messer	Länge	Durch- messer	Höhe	fläche	breite	Wasser- raum	Dampf- raum		Länge	Breite für		Höhe
																1 Kessel	2 Kessel	
qm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	qm	mm	cbm	cbm	mm	mm	mm	mm	
60	120	2700	53,5/60	1200	4000	1200	3050	800	700	1,65	1100	7,10	2,52	5,04	4900	2600	4800	4200
70	140	2700	"	"	4400	"	"	"	"	1,98	1200	7,48	2,72	5,52	5400	"	"	4300
80	140	3100	"	"	"	"	"	"	"	2,60	1300	7,60	"	"	"	"	"	4700
100	180	3000	"	"	5400	"	3700	"	"	2,70	1500	9,23	3,23	6,72	6350	2700	4900	"
120	180	3500	"	"	"	"	"	"	"	3,36	1600	9,43	"	"	6650	"	"	5200
140	200	3750	"	"	5750	"	4000	"	"	3,78	1800	10,28	3,40	7,14	7000	2800	5000	5550
150	200	4000	"	"	"	"	"	"	"	3,99	1900	10,39	"	"	"	2900	5200	5800

## Querkessel (Vertikalsystem), Fig. 99.

Kessel- heiz- fläche	Wasserrohre			Oberkessel		Unterkessel		Dom		Rost-		Inhalt		Ver- damp- fungs- ober- fläche	Mauerwerk mit Überhitzer <sup>1)</sup> ohne Vorwärmer			
	An- zahl	Länge	Durch- messer inn./auß.	Durch- messer	Länge	Durch- messer	Länge	Durch- messer	Höhe bzw. Länge	fläche	breite	Wasser- raum	Dampf- raum		Länge	Breite für		Höhe
																1 Kessel	2 Kessel	
qm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	qm	mm	cbm	cbm	qm	mm	mm	mm	
50	60	4500	53,5/60	1500	1580	1200	1280	800	700	1,35	900	3,89	1,97	2,67	4000	2 000	3 700	5800
65	"	6000	"	"	"	"	"	"	"	1,76	"	4,09	"	"	4450	"	"	7300
100	120	4500	"	"	2860	"	2560	"	"	2,70	2×900	7,12	3,10	4,59	4000	3 300	6 300	5800
130	160	4500	"	"	3360	"	3160	"	"	3,60	2×1200	8,65	3,54	5,34	"	3 900	7 500	"
150	"	5000	"	"	"	"	"	600	2000	3,96	"	8,83	3,76	"	4150	"	"	6300
180	"	6000	"	"	"	"	"	"	"	4,68	"	9,21	"	"	4450	"	"	7300
200	200	5500	"	"	4050	"	3760	"	"	5,40	2×1500	10,84	4,37	6,37	4300	4 500	8 700	6800
220	"	6000	"	"	"	"	"	"	"	5,85	"	11,06	"	"	4450	"	"	7300
240	240	5500	"	"	4640	"	4360	"	2500	6,48	2×1800	12,54	5,03	7,26	4300	5 100	9 900	6800
260	"	6000	"	"	"	"	"	"	"	7,02	"	12,82	"	"	4450	"	"	7300
280	280	5500	"	"	5240	"	4960	"	"	7,56	2×2100	14,29	5,56	8,16	4300	5 700	11 100	6800
310	"	6000	"	"	"	"	"	"	"	8,19	"	14,63	"	"	4450	"	"	7300
330	420	4500	"	"	7720	"	7440	"	3000	9,45	3×2100	20,15	7,89	11,88	4000	8 200	16 100	5800
360	320	6000	"	"	5840	"	5560	"	"	9,36	2×2400	16,40	6,23	9,06	4450	6 300	12 300	7300
390	480	4500	"	"	8620	"	8340	"	"	10,80	3×2400	22,60	8,69	13,23	"	9 100	17 900	5800
450	"	5000	"	"	"	"	"	"	"	11,88	"	23,14	"	"	4150	"	"	6300
480	"	5500	"	"	"	"	"	"	"	11,88	"	23,6 8	"	"	4300	"	"	6800
510	540	5000	"	"	9510	"	9240	"	"	13,37	3×2700	25,63	9,47	14,57	4150	10 000	19 700	6300
550	"	5500	"	"	"	"	"	"	"	14,58	"	26,26	"	"	4300	"	"	6800
600	"	6000	"	"	"	"	"	"	"	15,80	"	26,89	"	"	4450	"	"	7300

<sup>1)</sup> Die Mauerwerkslänge bezieht sich auf Kessel mit Planrostfeuerung, bei Treppenrosten vergrößert sich die Mauerwerkslänge um ca. 1000 mm.

## Querkessel (kombiniertes System), Fig. 100.

Kessel- heiz- fläche  qm	Wasserrohre			Oberkessel		Unterkessel		Dom		Rost-		Inhalt		Ver- damp- fungs- ober- fläche  qm	Mauerwerk mit Überhitzer <sup>1)</sup> ohne Vorwärmer			
	An- zahl	Länge mm	Durch- messer inn./auß. mm	Durch- messer mm	Länge mm	Durch- messer mm	Länge mm	Durch- messer mm	Höhe bzw. Länge mm	flä- che qm	breite mm	Wasser- raum cbm	Dampf- raum cbm		Länge mm	Breite für		Höhe mm
																1 Kessel	2 Kessel	
100	160	3500	53,5/60	1500	1880	1200	1580	800	700	2,52	1200	9,76	4,06	8,24	6200	2300	4 300	5750
120	"	4000	"	"	"	"	"	"	"	3,00	"	9,95	"	"	6600	"	"	6200
130	"	4500	"	"	"	"	"	"	"	3,36	"	10,13	"	"	6900	"	"	6650
180	320	3000	"	"	3360	"	3160	600	2000	4,68	2×1200	17,15	6,68	12,68	6100	3900	7 500	5300
210	"	3500	"	"	"	"	"	"	"	5,25	"	17,51	"	"	6300	"	"	5750
240	"	4000	"	"	"	"	"	"	"	6,00	"	17,89	"	"	6800	"	"	6200
270	"	4500	"	"	"	"	"	"	"	6,72	"	18,25	"	"	6900	"	"	6650
300	400	4000	"	"	4050	"	3760	"	2500	7,50	2×1500	21,36	7,96	15,74	6600	4500	8 700	6200
340	"	4500	"	"	"	"	"	"	"	8,40	"	21,80	"	"	6900	"	"	6650
360	480	4000	"	"	4640	"	4360	"	3000	9,00	2×1800	24,60	9,04	16,52	6600	5100	9 900	6200
400	"	4500	"	"	"	"	"	"	"	10,08	"	25,14	"	"	6900	"	"	6650
420	560	4000	"	"	5240	"	4960	"	"	10,50	2×2100	27,88	10,00	19,32	6600	5700	11 100	6200
470	"	4500	"	"	"	"	"	"	"	11,76	"	28,52	"	"	6900	"	"	6650
480	640	4000	"	"	5840	"	5560	"	"	12,00	2×2400	31,17	10,98	20,12	6600	6300	12 300	6200
540	"	4500	"	"	"	"	"	"	"	13,44	"	"	"	"	6900	"	"	6650
610	720	4500	"	"	6430	"	6160	"	"	15,12	2×2700	26,10	11,96	21,90	"	6900	13,500	"

Die Garbe-Kessel werden unter anderem von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft in Mülhausen in drei verschiedenen Ausführungen gebaut, und zwar in sog. Längsanordnung für Heizflächen von normal 60 bis 150 qm, in Quer- (Vertikal-) Anordnung für 50 bis 400 qm und in kombinierter Queranordnung für normal 150 bis 600 qm Heizfläche. Die Kessel nach dem Längssystem können auch für Heizflächen bis zu 250 qm gebaut werden, sofern Gasfeuerung gewählt wird, da sich andernfalls ein genügend großer Rost nicht unterbringen läßt.

Die normale quantitative Leistung eines Garbe-Kessels in Längsanordnung beträgt etwa 20 kg pro qm Heizfläche und Stunde, in Vertikalanordnung 20 bis 22 kg und bei dem kombinierten System werden ungefähr 25 kg normale Kesselbeanspruchung gewährleistet.

## e) Der Stirling-Kessel.

Der Stirling-Kessel D. R. P. (Fig. 101) ist in der Hauptsache ein Kessel für den Großbetrieb; seine Einheit ist lediglich durch die ausführbare Größe des Rostes begrenzt. Der Kessel besteht aus zwei oder drei Ober- und einem oder zwei Unterkesseln, die parallel zu der Kesselfront liegen und von denen die letzteren gleichzeitig als Schlamm-sammler dienen. Von den gebogenen Wasserrohren, die Ober- und Unterkessel miteinander verbinden, dienen die vorderen beiden Bündel vorzugsweise zur Dampfbildung, während durch das hintere Rohrbündel das in den letzten Oberkessel eingeführte Speisewasser in den Unterkessel herabsinkt und so nur mehr zur besseren Ausnützung der hier schon beträchtlich abgekühlten Feuergase beiträgt. Die im Speisewasser enthaltenen und sich infolge der Erwärmung auf dem Wege zum Unterkessel ausscheidenden Kesselsteinbildner brennen deshalb auch an den Rohrwänden nicht

fest, wie die Erfahrung gelehrt hat, sondern sie sinken in den Unterkessel, von wo sie regelmäßig durch Abschlämmen entfernt werden müssen. Wenn auch auf diese Weise die vorderen Rohrbündel verhältnismäßig reines Wasser erhalten, so ist doch anzuraten, unreines Speisewasser vor der Einführung in den Kessel einer Reinigung zu unterziehen. Die Reinigung der Wasserrohre erfolgt durch Rohrkratzer (Fig. 676), welche Arbeit durch einen Rohrspiegel (genannt Stirlinoskop) kontrolliert werden kann. Durch die Geschwindigkeitsänderung des Dampfstromes, vom vorderen zum hinteren und von diesem zum mittleren Oberkessel, an welchem die Dampfantnahme erfolgt, soll vollkommen trockner Dampf erzielt werden.

Der ganze Kessel wird mit seinen Oberkesseln in einem eisernen Gerüst derart aufgehängt, daß die Unterkessel frei an den eingewalzten Rohren hängen, somit den Wärmedehnungen leicht folgen können und das ganze Kesselgewicht nur auf die Fundamente und nicht auf das umschließende Mauerwerk übertragen wird. Dabei hat jedes Rohr einschließlich Wassergewicht nur etwa 20 kg zu tragen, während mehrere 1000 kg Zugkraft erforderlich sein würden, um ein gut eingewalztes Rohr der gewählten Größe aus seiner Walzstelle herauszuziehen.

Der bei dem Kessel zur Anwendung gekommene Prégardiën-Überhitzer ist auf S. 151 beschrieben.

## d) Neuere Steilrohrkessel.

Daß die Vorzüge der steilen Anordnung der Wasserrohre mehr und mehr Beachtung finden, zeigen eine Anzahl erst in neuester Zeit entstandener Bauarten, von denen nachstehend nur einige angeführt sind: Bei dem Borsig-Steilrohrkessel (Fig. 102) sind die mittleren Rohre mit größerer Wandstärke als Ankerrohre ausgebildet und bis auf etwa 75 v. H. ihrer Länge nach oben

[Forts. s. S. 118.]

<sup>1)</sup> Siehe Fußnote S. 114.

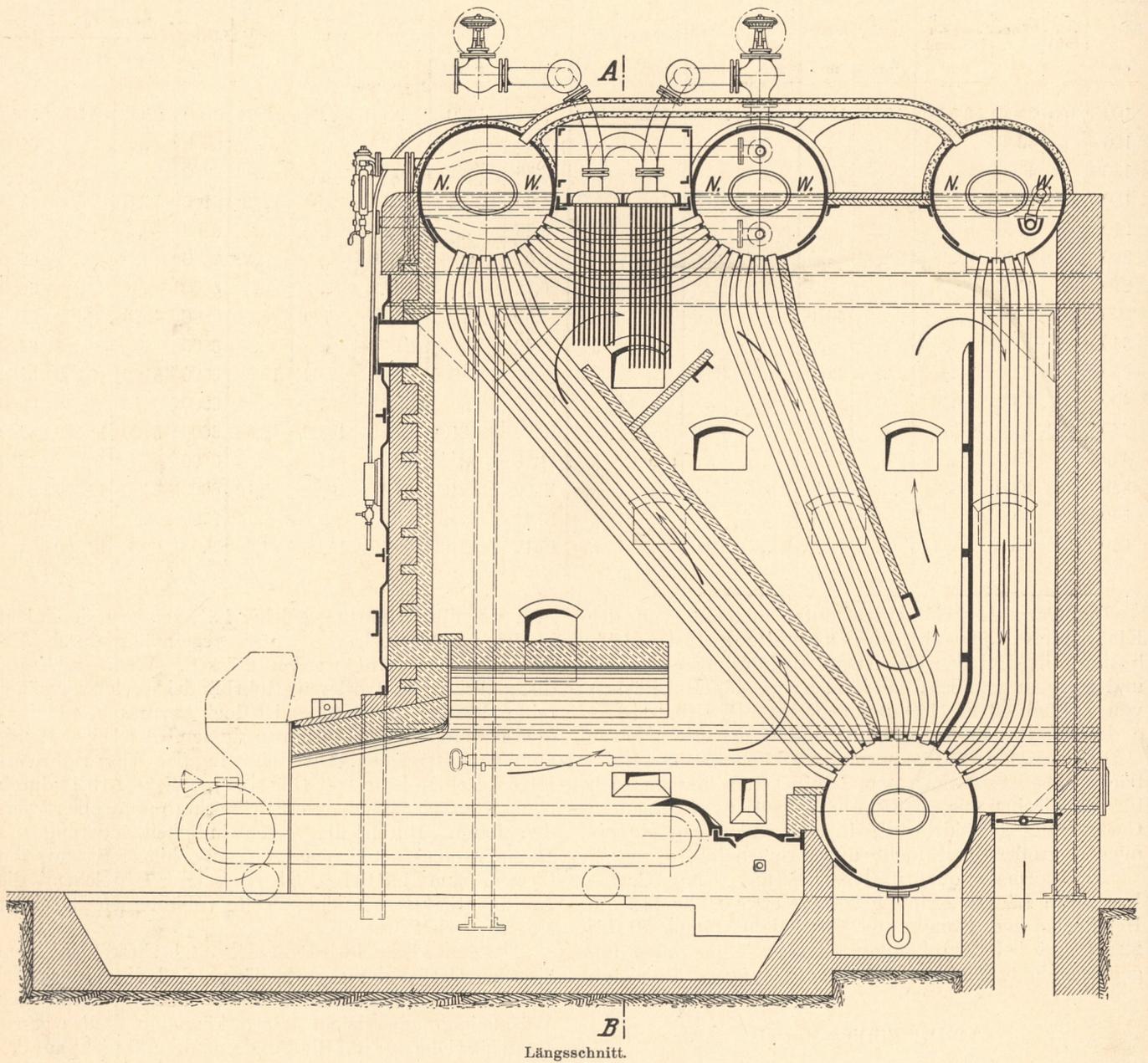
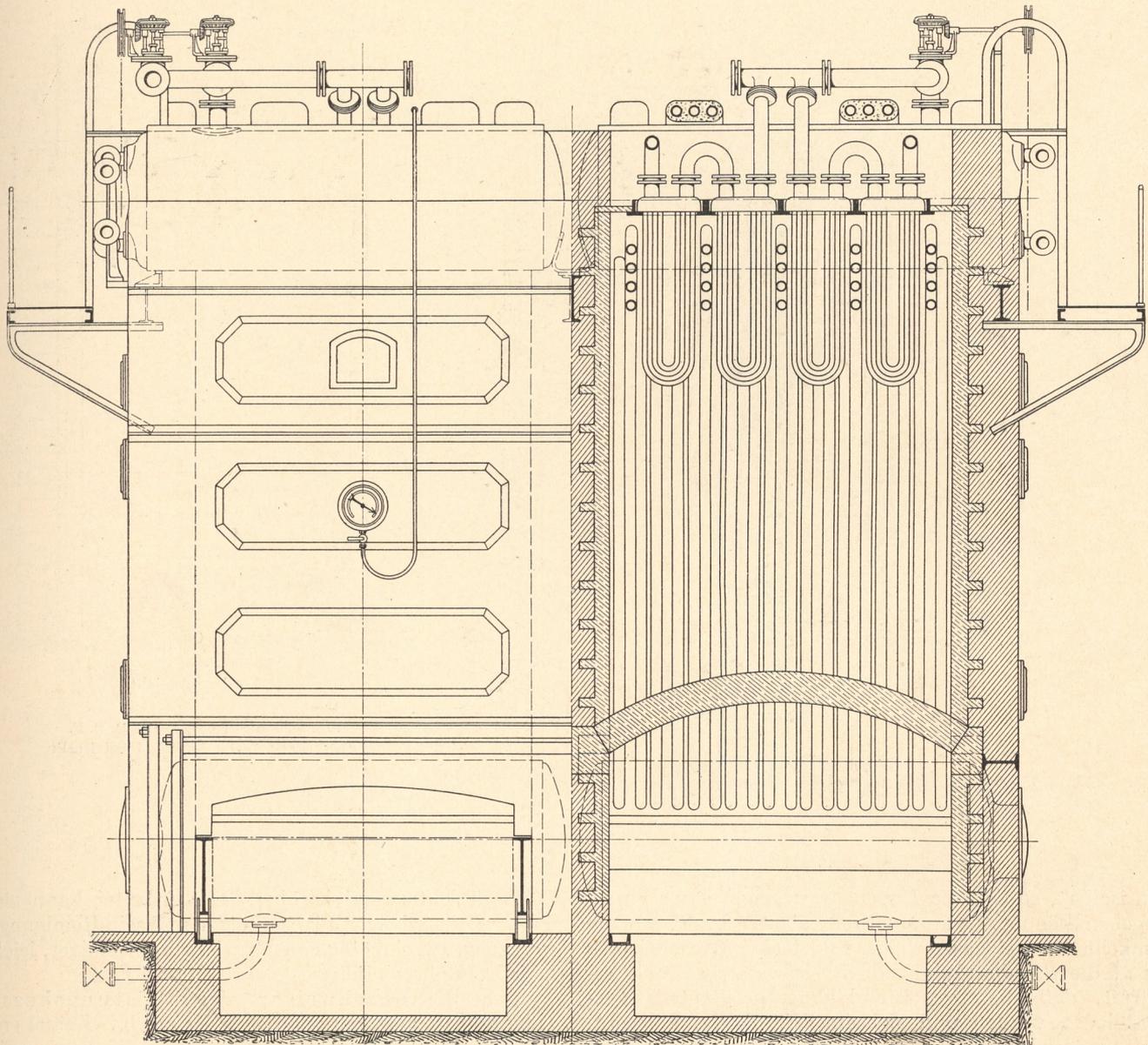


Fig. 101. Stirling-Wasserrohrkessel mit Kettenrost und Prégardien-Überhitzer.  
 Ausführung: Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. Georg Egestorff, Hannover-Linden.



Vorderansicht.

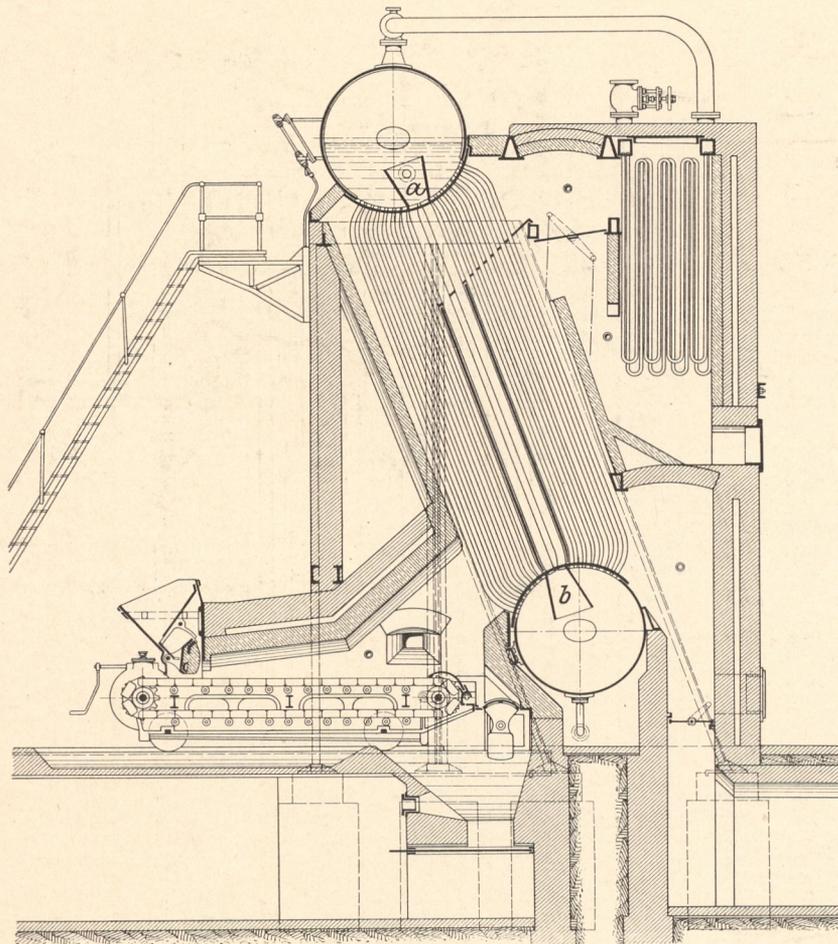
Fig. 101.

Schnitt A-B.

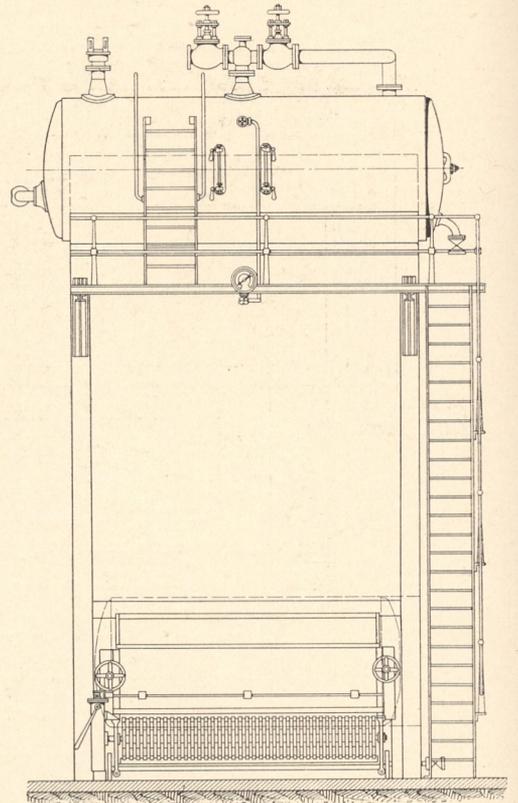
Zahlentafel Nr. 39

über Stirling-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 101.

Kessel- heiz- fläche	Wasserrohre				Oberkessel		Unterkessel		Mauerwerk mit Überhitzer				Leistung bei Steinkohle von ca. 7300 WE					
	Anzahl in der		Rohrlänge	Durch- messer innen/außen	Anzahl	Durch- messer	Länge	Anzahl	Durch- messer	Länge	Länge	Breite	Höhe	Rost- breite	Verdampfung auf 1 qm u. Std.		Brennstoffausnützung bei	
	Länge	Breite													mm	mm	mm	mm
150	13	9	4000/5000	76/83	3	1100	2400	1	1250	2000	6000	2390	6500	1340	20—25	28—35	70—74	72—76
200	"	12	"	"	3	"	2900	1	"	2500	"	2910	"	1830	"	"	"	"
250	"	15	"	"	3	"	3300	1	"	2900	"	3370	"	2250	"	"	"	"
300	"	18	"	"	3	"	3800	1	"	3400	"	3820	"	2740	"	"	"	"
350	"	21	"	"	3	"	4300	1	"	3900	"	4350	"	3270	"	"	"	"
400	"	24	"	"	3	"	4700	1	"	4300	"	4740	"	3660	"	"	"	"
500	"	30	"	"	3	"	5500	1	"	5000	"	5600	"	4550	"	"	"	"



Längsschnitt.



Vordere Ansicht.

Fig. 102. Steilrohrkessel. D. R. P.  
Ausführung: A. Borsig, Tegel bei Berlin.

hin isoliert, so daß die Rauchgase wenig Wärme an sie abgeben können. Nur an ihrem oberen Ende, wo die Umkehr der Heizgase erfolgt, findet eine Wärmeabgabe statt, die das herabsinkende Speisewasser so weit erwärmt, daß die Kesselsteinbildner größtenteils ausgeschieden werden und sich im Unterkessel ablagern, wo für leichte Entfernung durch Abblasen gesorgt werden kann. Im oberen Einlauftrichter *a* liegt das Speiserohr, durch dessen Schlitze auf der unteren Seite das Speisewasser den mittleren isolierten Rohren zugeführt wird. Im Unterkessel ist ebenfalls in der Längsrichtung ein Blechtrichter *b* als Auslauftrichter angebracht, welcher das vorgewärmte Wasser den Verdampfungsrohren in guter Verteilung zuführt. Die Verdampfungsrohre sind federnd eingesetzt, haben also keine Last zu tragen; sie sind ferner versetzt angeordnet, um eine gleichmäßige Bespülung durch die Rauchgase zu ermöglichen.

Der Oberkessel liegt auf dem Kesselblock, der auf einer starken Eisenkonstruktion ruht; der Unterkessel dagegen ruht auf einem Rollenlager und ist seitwärts verschiebbar. Die mittleren isolierten Rohre entsprechen in ihrem Gesamtquerschnitt ungefähr dem Kammerquerschnitt des normalen Borsig-Wasserrohrkessels (Fig. 73).

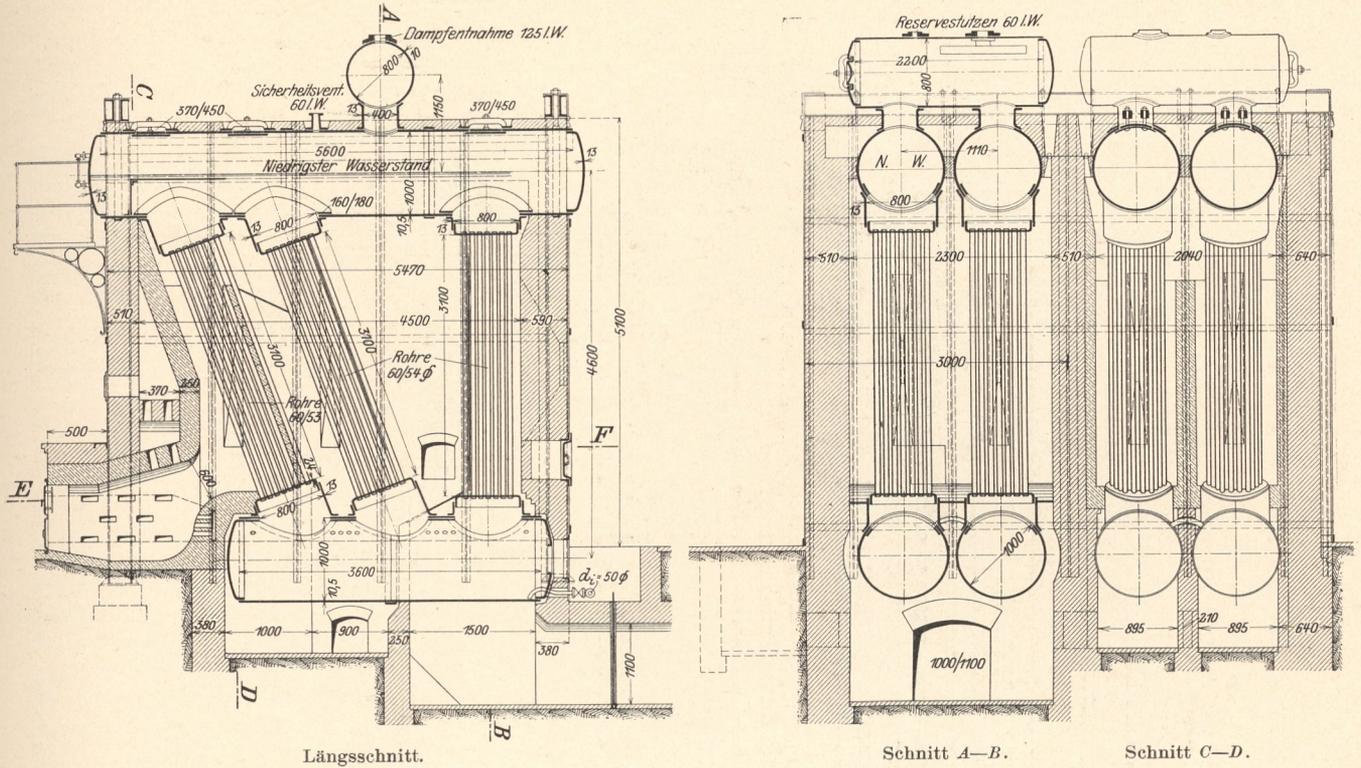
Die Trichter sind aus Blechen gebildet; wenn die Rohre gereinigt werden sollen, löst man die Befestigungsschrauben einer Trichterwand und klappt diese auf die

zweite Trichterwand herüber. Der Arbeiter kann sich dann auf diese beiden Platten setzen und sein Reinigungswerkzeug, zweckmäßig einen Turbinenrohrreiniger, leicht in jedes Rohr einführen.

Der Braunschweiger Hochleistungskessel (Fig. 103) ist aus dem englischen Hornsby-Kessel entstanden. Bei diesem Kessel waren aus drei hintereinander liegenden Rohrbündeln in steiler Lage und durch gleichachsig angeordnete Sieder drei Aggregate gebildet, die durch verhältnismäßig enge Stützen und Rohre miteinander in Verbindung standen.

Die wesentliche Verbesserung der neuen Bauart Fig. 103 besteht nun darin, daß durch Anordnung je eines oben und unten liegenden Langkessels eine geräumige Verbindung zwischen den Rohrbündeln und ferner ein größerer Wasser- und Dampfraum geschaffen wurde. An Stelle der früheren Sieder ragen jetzt aus den Langkesseln Stützen heraus, in deren ebene Stirnböden die Rohre eingewalzt werden. Je zwei und eventuell mehr solcher Systeme sind durch gemeinsame Einmauerung zu einem Kessel vereinigt. Die Wasserräume der Unterkessel sind dabei durch eingewalzte gebogene und daher nachgiebige Rohre miteinander in Verbindung gebracht.

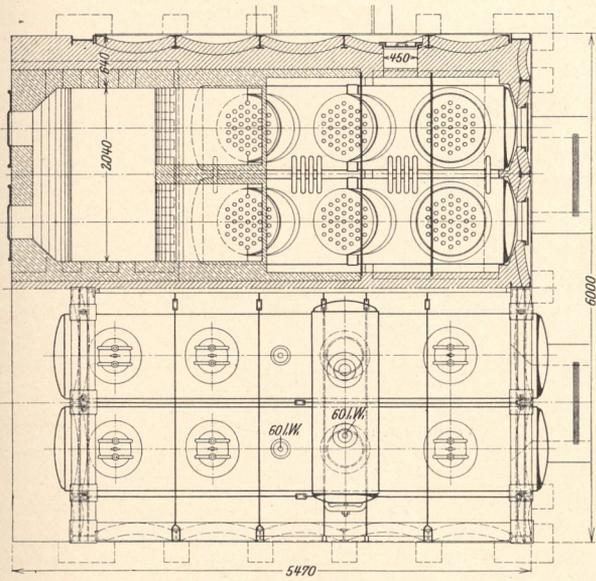
Wenn ein Überhitzer verwendet werden soll, so findet derselbe zwischen dem zweiten und dritten Rohrbündel Platz. Der gezeichnete Kessel wurde mit einer Feuerung zum Heizen mit Rohöl versehen.



Längsschnitt.

Schnitt A—B.

Schnitt C—D.



Schnitt E—F und obere Ansicht.

Fig. 103. Steilrohrkessel.  
Ausführung: Dampfkessel- und Gasometerfabrik  
vorm. A. Wilke & Co., A.-G., Braunschweig.

Überdruck = 10 at,  
Kesselheizfläche = 158 qm.

## 7. Stehende Kessel.

Dieselben werden hauptsächlich dort aufgestellt, wo es sich um die Erzeugung kleinerer Dampfmen- gen handelt, und wo der zur Verfügung stehende Raum knapp bemessen ist. Man sollte aber vermeiden, den Kessel in eine Ecke zu stellen, wo er nicht von allen Seiten zugänglich ist, weil dadurch die Reinigung sehr behindert wird. Als Speisewasser ist möglichst weiches, schlamm- freies Wasser zu verwenden, da die gründliche Reinigung

der meisten stehenden Kessel mit ihren engen Zwischen- räumen zwischen Mantel und Feuerbuchse keine leichte Aufgabe ist.

Die Kessel erhalten in ihrem oberen Teile ein Mannloch zum Befahren, während weiter unten vor den Quer- und Siederohren und am unteren Ende der Feuerbuchse eine genügende Anzahl Reinigungsöffnungen zur Ent- fernung des Schlammes vorzusehen sind.

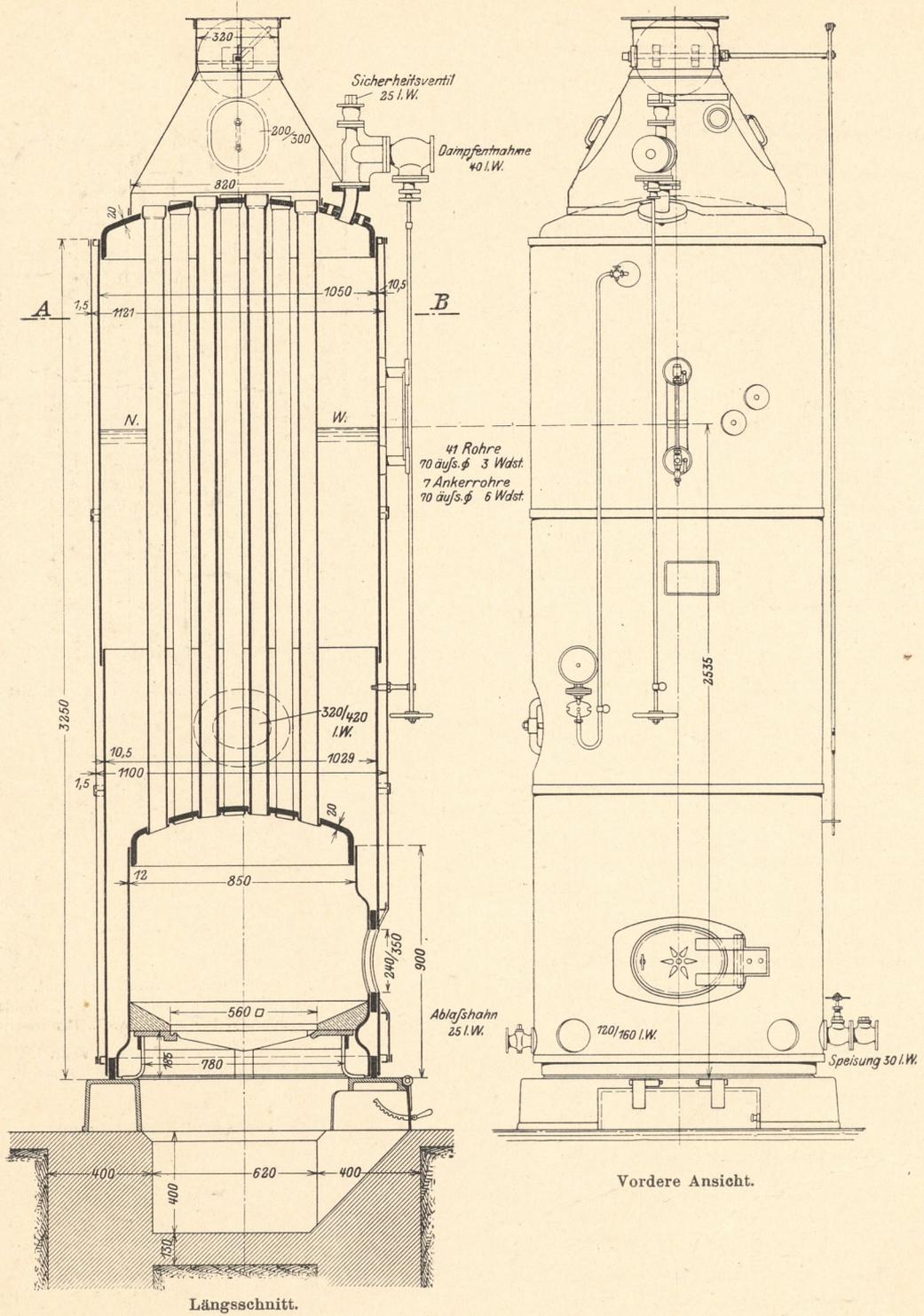
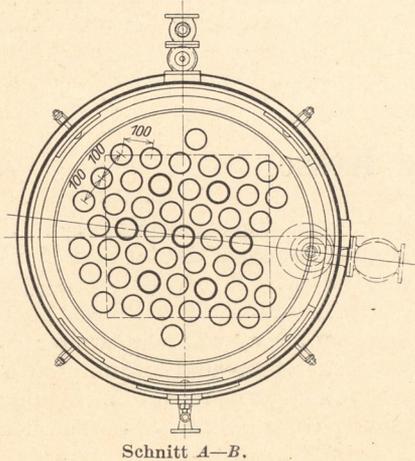


Fig. 105. Stehender Rauchrohrkessel.  
Ausführung: Humboldt, Akt.-Ges., Kalk bei Köln.

Überdruck = 10 at,  
Heizfläche = 16 qm,  
Rostfläche = 0,31 qm.



Schnitt A-B.

Bei Feuerbuchskesseln wird die Verbindung zwischen dem äußeren Kesselmantel und dem unteren Ende der Feuerbuchse in verschiedenartiger Form (Fig. 104) ausgeführt.

Um eventuell Undichtigkeiten dieser Verbindungsstellen jederzeit beobachten zu können, ist es zweckmäßig, den Kessel nicht auf Mauerwerk, sondern auf eine gußeiserne Grundplatte, ähnlich Fig. 105 zu setzen. Mauerwerk würde an dieser Stelle die Feuchtigkeit aufsaugen und dadurch Abrostungen an den Stemmkanten der Blechränder begünstigen.

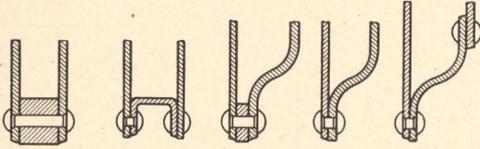


Fig. 104.

Der Rost im Innern der Feuerbuchse soll so hoch gelegt werden, daß Börtelungen und die Nietverbindungen der Feuerbuchse mit dem Mantel der direkten Einwirkung der Feuergase entzogen sind. Eine Abmauerung dieser Stellen allein zum Schutze gegen das Feuer sollte nicht als ausreichend erachtet werden, weil derartige Aufmauerungen bei der Reinigung des Rostes leicht zerstört bzw. von der Stelle gerückt werden.

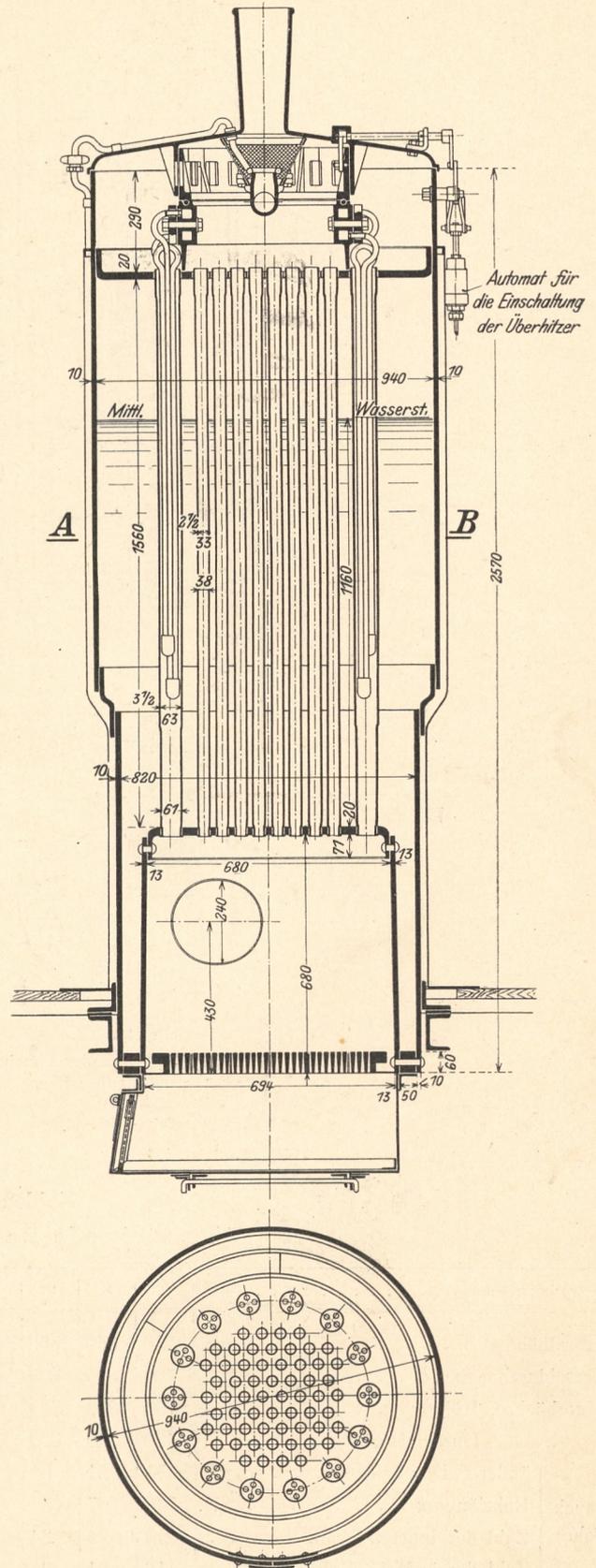
Da meist dicht über dem Rost die Flamme durch Rauch- oder Siederohre in kleine Strähne zerteilt wird, ist bei stehenden Kesseln eine möglichst kurzflämmige Kohle zu verfeuern, um den Wirkungsgrad solcher Kessel nicht zu sehr herabzumindern und eine möglichst rauchfreie Verbrennung zu erzielen. Die Ausnutzung des Brennstoffes beträgt aber auch dann noch selten mehr als 50 bis 60 v. H., wobei die Abgase die hauptsächlichste Verlustquelle bilden.

Überhitzer werden bei dieser Kesselbauart in der Regel hinter der Kesselheizfläche (Fig. 108 und 109) angeordnet, oder es werden Rauchrohrüberhitzer (Fig. 106) angewendet.

Falls die Heizgase den stehenden Kessel nur innen bestreichen, äußere Feuerzüge also nicht vorhanden sind, ist es zweckmäßig, den äußeren Kesselmantel zum Schutze gegen Wärmeausstrahlung mit einem Mantel aus dünnem Blech zu umgeben. Sofern zwischen Kessel und Schutzmantel eine besondere Wärmeisolationsmasse aufgetragen wird, soll diese an den Stellen, wo eventuell Undichtheiten der Nietnähte usw. zu befürchten sind, leicht abnehmbar sein, da sonst die Isolierung die Feuchtigkeit verbreiten und zur Entstehung größerer Abrostungen nur beitragen würde.

In Fig. 105 ist ein stehender Rauchrohrkessel von 16 qm Heizfläche und 10 at Überdruck abgebildet. Die hier gezeichnete Lagerung des Kessels auf einer gußeisernen Grundplatte mit Aschfalltüre ist als vorbildlich anzusehen.

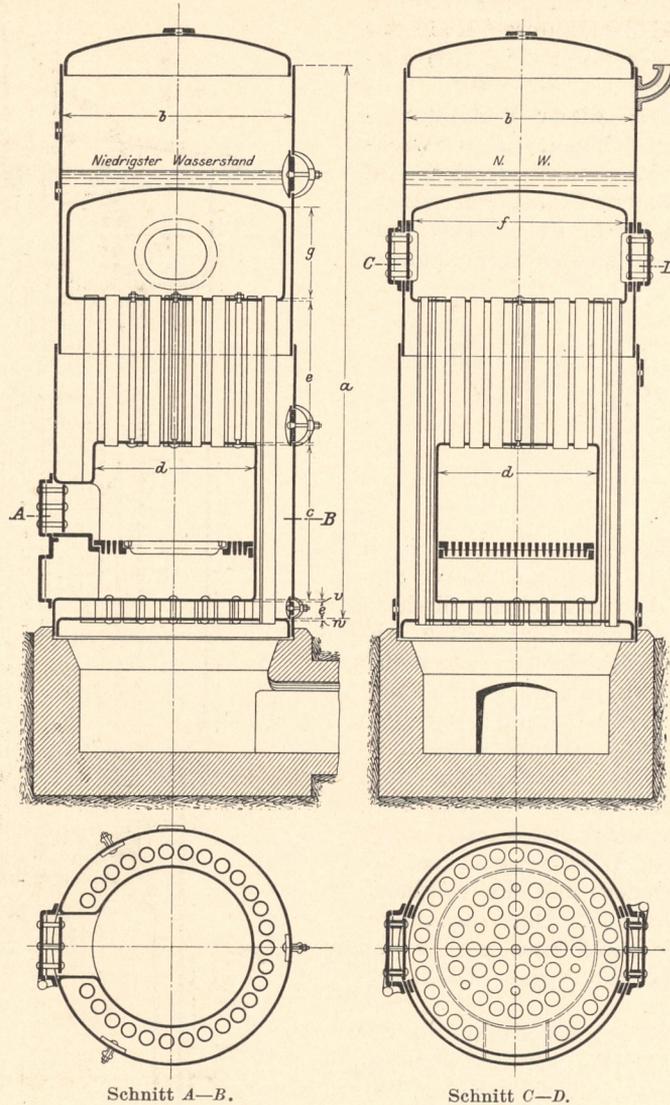
Eine hohe Beanspruchung verträgt dieses Kesselsystem nicht, weil die Rauchrohre teilweise durch den Dampfraum geführt werden, wodurch sich diese bei größerer Beanspruchung leicht so stark erwärmen, daß die Spannung in der Walzstelle im oberen Boden nachläßt und Undichtheiten auftreten. Um erforderlichenfalls die Rauchrohre im oberen Boden nachwalzen zu können, ist die Haube zur Ableitung der Rauchgase nach dem Schornstein konisch ausgeführt und mit abnehmbaren Deckeln von 200 bis 300 mm Größe versehen.



Schnitt A—B.

Fig. 106. Stehender Rauchrohrkessel mit Überhitzeranordnung. D. R. P. Ausführung: Henschel & Sohn, Kassel.

Überdruck = 13 at,  
Kesselheizfläche = 11,88 qm,  
Überhitzerheizfläche = 3,37 qm,  
Rostfläche = 0,38 qm.



Schnitt A—B.

Schnitt C—D.

Fig. 107. Stehender Rauchrohrkessel. D. R. G. M. Nr. 204939.  
Ausführung: Eberh. Stahlschmidt, Creuzthal i. W.

Zahlentafel Nr. 40

über stehende Rauchrohrkessel, Fig. 107.

Kesselheizfläche . . . . . qm	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30	35	40	45	50	
Kesselhöhe <i>a</i> . . . . . mm	2530	2630	2960	2745	2945	3145	3150	3360	3300	3640	3810	3800	4170	3940	4225	
Kesseldurchmesser <i>b</i> . . . . . "	700	800	800	1000	1000	1000	1100	1100	1300	1300	1300	1450	1450	1650	1650	
Feuerbüchse, Höhe <i>c</i> . . . . . "	700	800	800	800	800	810	820	920	840	1010	1095	1090	1275	1160	1300	
"    Durchmesser <i>d</i> . . . . . "	400	500	500	650	650	650	750	750	900	900	900	1020	1020	1140	1140	
Rauch- rohre {	äußerer Durchmesser . . . . . "	51	51	51	70	70	70	70	83	83	83	89	89	89	89	
	Rohrlänge <i>e</i> . . . . . "	340	337	667	350	550	740	734	844	761	931	1016	1008	1193	1074	1219
	Zahl der inneren Rohre . . . . .	19	24	24	26	26	26	30	30	33	33	37	37	44	44	
Zahl der äußeren Rohre . . . . .	16	21	21	22	22	22	25	25	27	27	27	29	29	36	36	
Umkehr- kammer {	Durchmesser <i>f</i> . . . . . mm	620	720	720	920	920	920	1020	1020	1215	1215	1215	1350	1350	1550	1550
	Höhe <i>g</i> . . . . . "	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	

Der stehende Rauchrohrkessel Fig. 106 ist für Kraftfahrzeuge bestimmt und mit einem Rauchröhrenüberhitzer Bauart W. Schmidt ausgerüstet, deren Anordnung der Firma Henschel & Sohn besonders

patentiert ist. Der Rost hat bei einem Durchmesser von 694 mm eine Fläche von 0,38 qm. Der Feuerbüchsenmantel ist aus Flußeisenblechen geschweißt hergestellt. Der Kesselmantel ist in seinem oberen Teile erweitert,

um sowohl einen größeren Wasser- und Dampfraum, als auch eine größere Verdampfungsoberfläche zu erzielen. Die nahtlos gewalzten inneren Heizrohre sind 1560 mm zwischen den Rohrwänden lang und haben bei 2 1/2 mm Wandstärke einen äußeren Durchmesser von 38 mm. Die äußeren Heizrohre von 63/70 mm Durchmesser enthalten die Überhitzerrohre von 10/16 mm Durchmesser, die mit ihren oberen Enden in eine ringförmige Dampfkammer münden. Zur Regelung der Überhitzungstemperatur können die Heizgase durch Betätigung eines Drehschiebers verhindert werden, die weiten Heizrohre zu durchströmen. Die Einschaltung der Überhitzung erfolgt erst beim Öffnen des Fahrtregulators, d. h. nachdem bereits eine Dampfentnahme erfolgte, durch einen besonderen Automaten. Die Heizfläche des Kessels beträgt 11,88 qm, wovon 1,5 qm auf die Feuerbüchse und 10,38 qm auf die Heizrohre entfallen. Der Überhitzer hat eine Heizfläche von 3,37 qm und ist ausreichend für eine Überhitzung bis zu 350° C, wobei zu beachten ist, daß der Kessel — als Fahrzeugkessel — mit künstlichem Schornsteinzuge arbeitet.

Der Überhitzer ist so angeordnet, daß er nach Lösung einiger Schrauben und Rohrverbindungen zwecks Besichtigung und Reinigung leicht nach oben herausgenommen werden kann. Ebenso ist es möglich, einzelne Überhitzerelemente durch einfaches Lösen einer Schraube herauszunehmen.

Um den Heizgasen in dem Kessel einen längeren Weg zu geben, ist bei dem stehenden Rauchrohrkessel Fig. 107 eine Gasumkehrkammer innerhalb des Kessels angeordnet. Die vom Rost aufsteigenden Gase werden durch Rauchrohre in die Umkehrkammer geleitet, von wo sie durch längere, bis in den Boden des Kessels reichende und ebenfalls senkrecht angeordnete Rohre in den unter dem Kessel befindlichen Abzugskanal gelangen. Die Feuerbüchse sowohl wie die Heizfläche der Umkehrkammer werden allseitig vom Wasser umspült. Zum Befahren und Reinigen der Umkehrkammer und Rauchrohre ist erstere mit zwei gegenüberliegenden, verschließbaren Öffnungen versehen. Ohne Zweifel ist die Ausnutzung des Brennstoffes bei diesem System eine bessere als bei dem einfachen Rauchrohrkessel, jedoch ist die innere Reinigung und das eventuelle Auswechseln von defekt gewordenen Rohren hier schwieriger zu bewerkstelligen.

Bei dem stehenden Kessel Fig. 108 ist an die Decke der Wellrohrfeuerbüchse ein konisches Wasserrohr angeschlossen, das durch den Feuerraum und den Rost hindurch nach unten sich erstreckt und in welches das Speisewasser eingeführt wird. Es soll dadurch der Schlamm hier ausgeschieden und von der engen Stelle zwischen Feuerbüchse und Kesselmantel ferngehalten werden. Die Bedienung des Ringrostes geschieht durch zwei unter einem Winkel von 90° angeordnete Feuer Türen. In dem Schornsteinaufsatz D. R. G. M. ist ein Dampfüberhitzer untergebracht, der von den Gasen bestrichen wird, bevor diese in den Kamin entweichen. Die Kessel werden in den Größen laut Zahlentafel Nr. 41 für einen Überdruck von 7 bis 10 at gebaut.

Einen stehenden Röhrenkessel mit Ummauerung zeigt Fig. 109. Der Rost ist hier abweichend von den bisher besprochenen stehenden Kesseln nicht in einer Feuerbüchse, sondern in einem Flammrohr untergebracht, das vermittels eines abfallenden Rohres mit dem unteren Kesselboden verbunden ist. Die Heizgase bestreichen nach dem Verlassen des senkrechten Flammrohres zunächst einen Überhitzer, sowie einen Teil der unteren

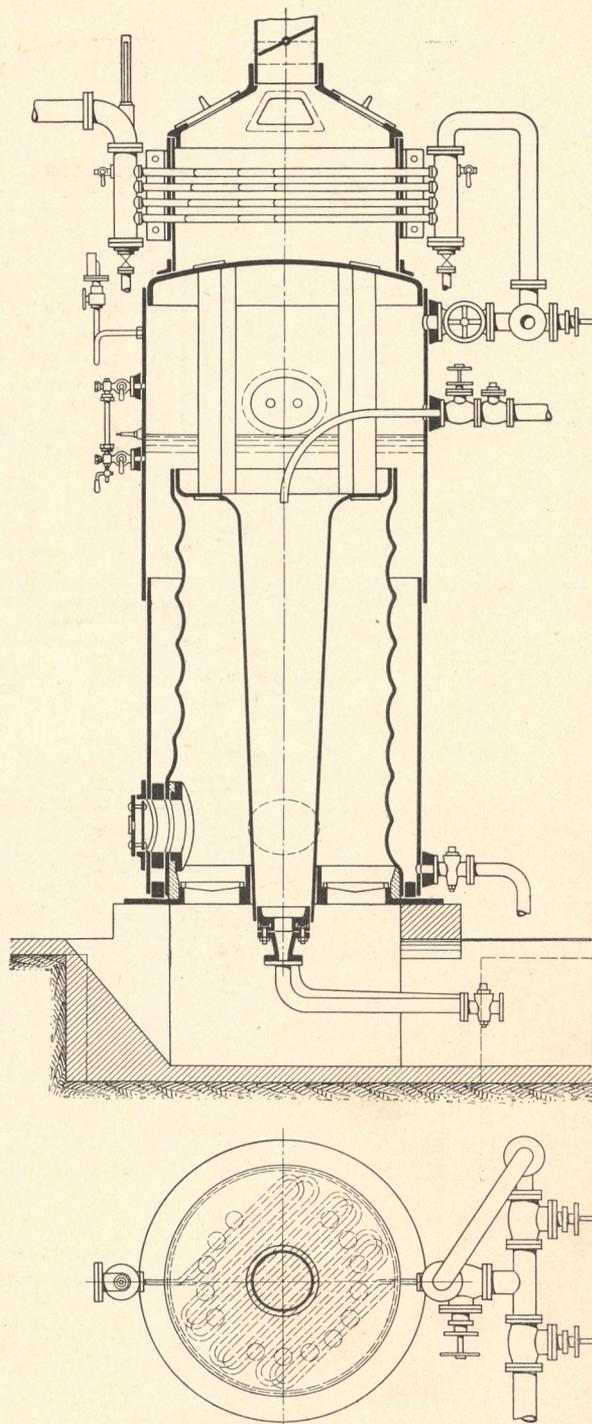


Fig. 108. Stehender Kessel.

Ausführung: Böhm, Burckas & Cie., G. m. b. H., Schöningen.

**Zahlentafel Nr. 41**  
über stehende Kessel, Fig. 108.

Kesselheizfläche . . . . qm	5	6	8	10	12	15	20
Höhe des Kessels . . . . mm	2300	2400	2650	2900	3200	3500	4150
Durchmesser des Kessels . . mm	950	950	1050	1200	1250	1400	1500
Höhe der Feuerbüchse . . mm	1450	1650	1800	1900	2100	2400	2750
Durchmesser der Feuerbüchse mm	700/800	700/800	800/900	950/1050	1000/1100	1100/1200	1200/1300

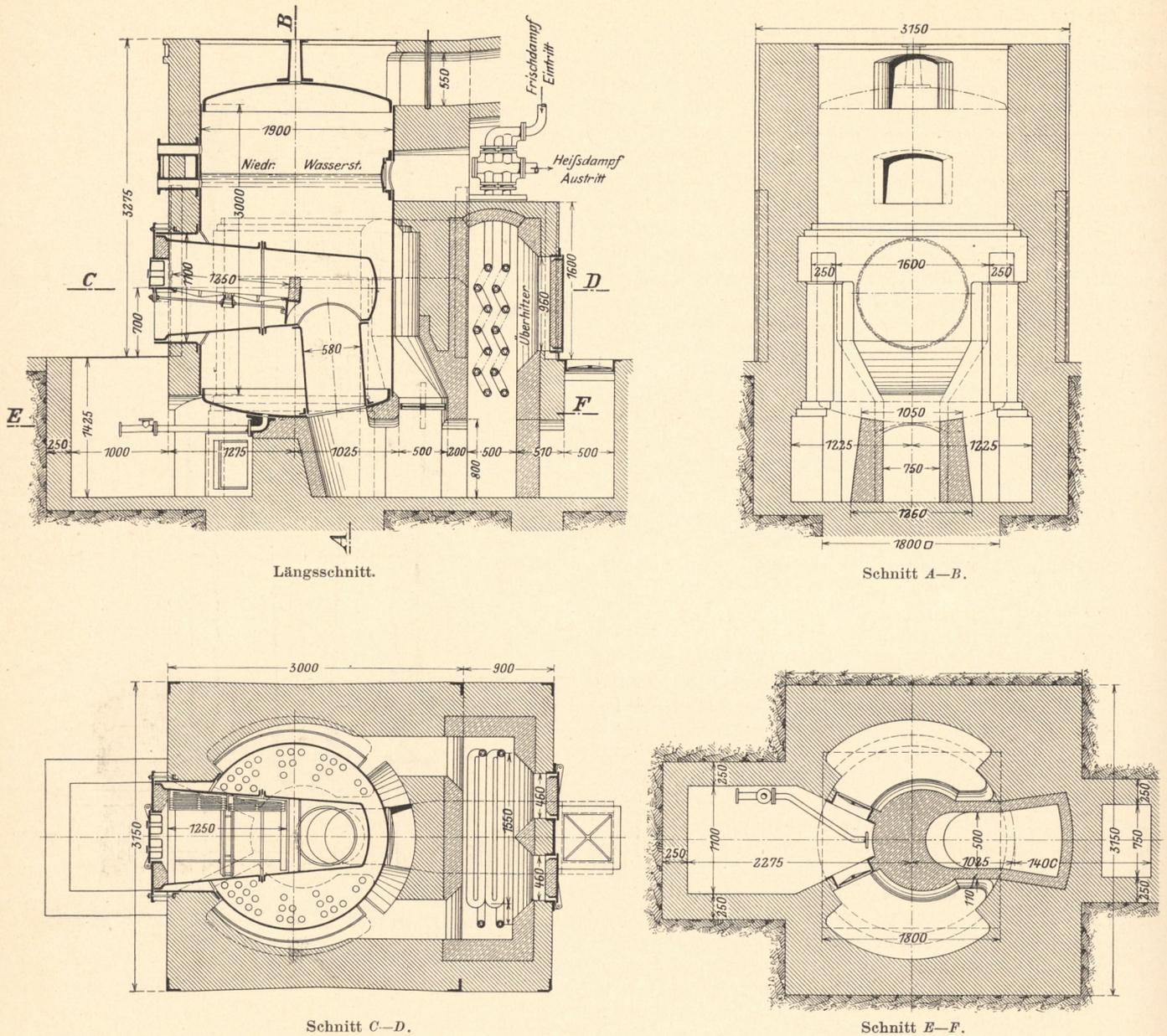


Fig. 109. Stehender Röhrenkessel.  
Ausführung: Främs & Freudenberg, G. m. b. H., Schweidnitz i. Schl.

Überdruck = 6 at,  
Heizfläche = 38,5 qm,  
Rostfläche = 1,5 qm.

Zahlentafel Nr. 42  
über stehende Rohrkessel, Fig. 109.

Kesselheizfläche . . . . . qm	15,68	18,0	21,6	26,0	29,0	33,0	38,5	46,0	53,0	60,0	70,0		
Kesseldurchmesser . . . . . mm	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300		
Kesselhöhe . . . . . "	2300	2400	2500	2600	2700	2800	3000	3200	3400	3600	3800		
Rauchrohre	Anzahl . . . . .	22	24	28	34	38	42	46	54	58	64	72	
		Lichtweite . . mm	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
Mauerwerk	Länge . . . . . "		2150	2225	2325	2450	2600	2825	3000	3100	3200	3300	3400
		Breite . . . . . "	2100	2200	2350	2500	2750	3000	3175	3300	3400	3525	3650
			Höhe . . . . . "	2650	2750	2800	3000	3075	3125	3275	3500	3625	3775

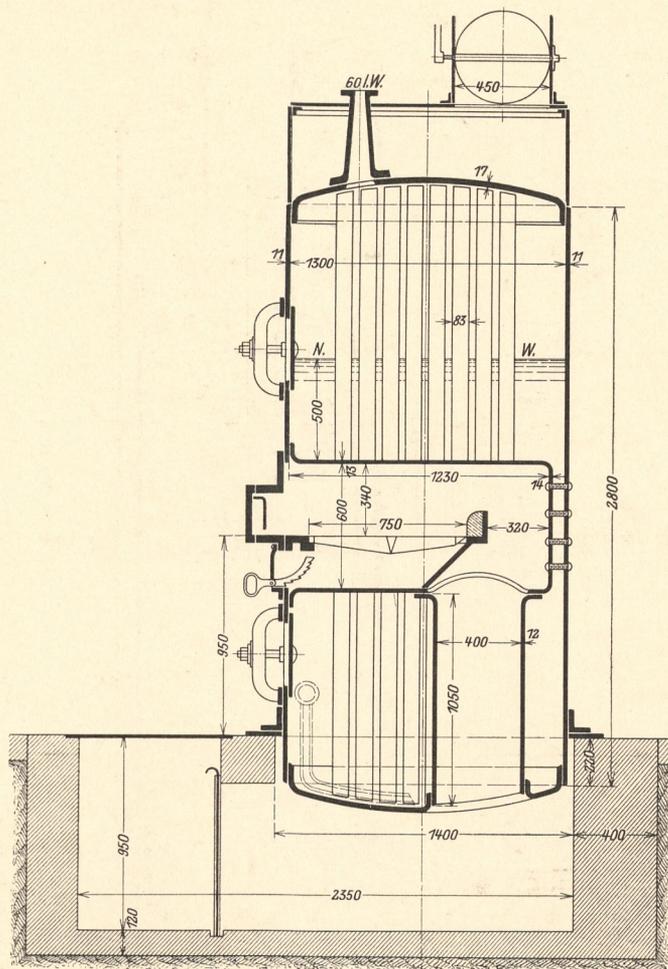
Hälfte des Kesselmantels und entweichen dann erst durch die senkrechten Rauchrohre über den oberen Kesselboden hinweg in den Fuchs. Infolge des freien Raumes unter und über dem Flammrohr kann der Kessel leicht befahren werden und ermöglicht so eine gründliche innere Reinigung, ein Vorteil, der den meisten stehenden Kesseln gewöhnlich fehlt. Die Abmessungen normaler Kessel sind aus Zahlentafel Nr. 42 ersichtlich, die Kessel werden für Betriebsdrücke von 6—10 at ausgeführt.

Einen Kessel ähnlicher Bauart, jedoch ohne Überhitzer und infolgedessen auch ohne Ummauerung, zeigt Fig. 110.

**Zahlentafel Nr. 43**

über stehende Kessel, Fig. 110.

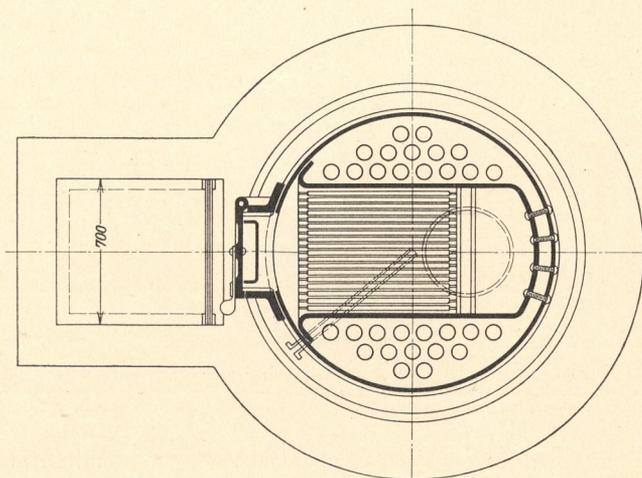
Heizfläche qm	Kessel		Feuerbüchse		Kamin
	Durchmesser mm	Höhe mm	Durchmesser mm	Länge mm	Durchmesser mm
10	1100	2000	550	1030	300
13	1200	2400	600	1130	350
15	1200	2800	"	"	400
18	1300	"	625	1230	"
20	1400	"	650	1330	450
25	1500	2950	700	1430	500
30	1600	3100	725	1530	520
35	1800	3400	850	1700	550
40	2000	3600	950	1900	600
50	2300	4000	1100	2200	700



Längsschnitt.

In Fig. 111 ist ein stehender Quersiederkessel gezeichnet, bei welchem größere konische Querrohre in die Feuerbüchse eingeschweißt sind, während bei den Kesseln in Fig. 112 und 113 Querrohre von geringerem Durchmesser in die Feuerbüchse eingewalzt werden. Behufs gründlicher innerer Reinigung der Quersieder und des äußeren Feuerbüchsmantels kann der obere Teil des Kesselmantels in Fig. 112 abgehoben werden, wohingegen bei dem Kessel Fig. 113 die Siederrohre durch Öffnungen im äußeren Kesselmantel gereinigt und eventuell nachgewalzt werden können.

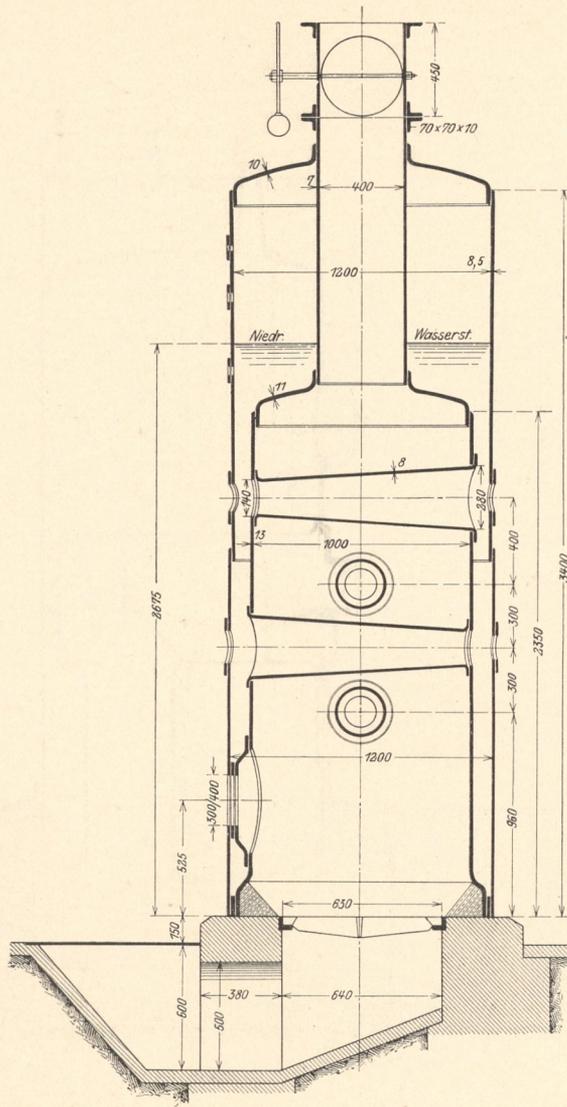
Der Kniekessel mit Quersieder und rauchverzehrender Schrägrostfeuerung Bauart Kuhn (Fig. 114) ist für die Erzeugung kleinerer Dampfmen gen bestimmt, er wird für Heizflächen bis zu 18 qm und für Betriebsdrücke bis zu 10 at gebaut. Dieser Kessel kann als eine Art Großwasserraumkessel unter den stehenden Kesseln bzw. den Dampferzeugern mit kleiner Heizfläche gelten. Statt des gezeichneten Quersieders kann eventuell ein Tenbrink-Vorkessel oder auch ein Planrost untergebaut werden.



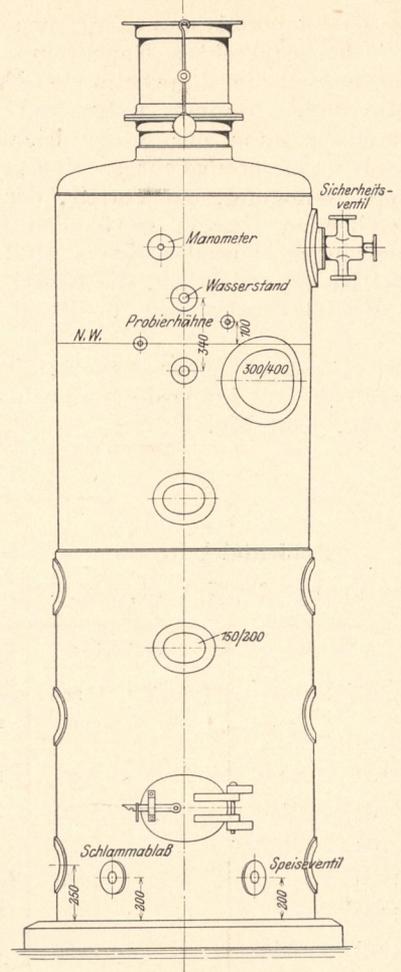
Grundrisschnitt.

Fig. 110. Stehender Rohr kessel.  
Ausführung: Engel & Udelhoven, Köln-Deutz.

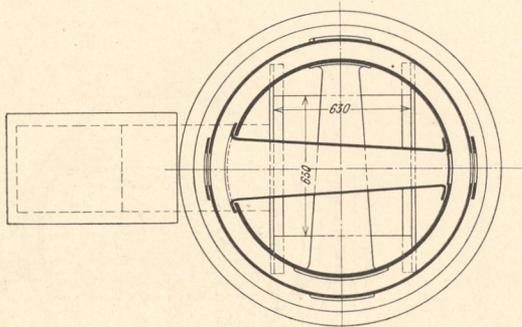
Überdruck = 8 at,  
Heizfläche = 20 qm,  
Rostfläche = 0,45 qm.



Längsschnitt.



Vordere Ansicht.



Grundrißschnitt.

Fig. 111. Stehender Kessel mit konischen Querrohren.  
Ausführung: H. Paucksch, Akt.-Ges.,  
Landsberg a. W.

Zahlentafel Nr. 44  
über stehende Querrohrkessel, Fig. 111.

Kesselheizfläche . . . . . qm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Kesselhöhe . . . . . mm	1800	2500	2800	3150	3400	3400	3700	3700	3700	4000
Kesseldurchmesser . . . . . "	650	785	950	1000	1200	1250	1300	1400	1500	1570
Feuerbüchsenhöhe . . . . . "	1200	1750	2000	2350	2350	2350	2650	2650	2650	2950
Feuerbüchsendurchmesser . . . . . "	500	600	750	800	1000	1050	1100	1200	1300	1400
Zahl der Querrohre . . . . .	1	2	3	4	4	4	5	5	5	5
Durchmesser der Querrohre . . . mm	140/280	140/280	140/280	140/280	140/280	200/340	200/340	230/370	230/370	250/400



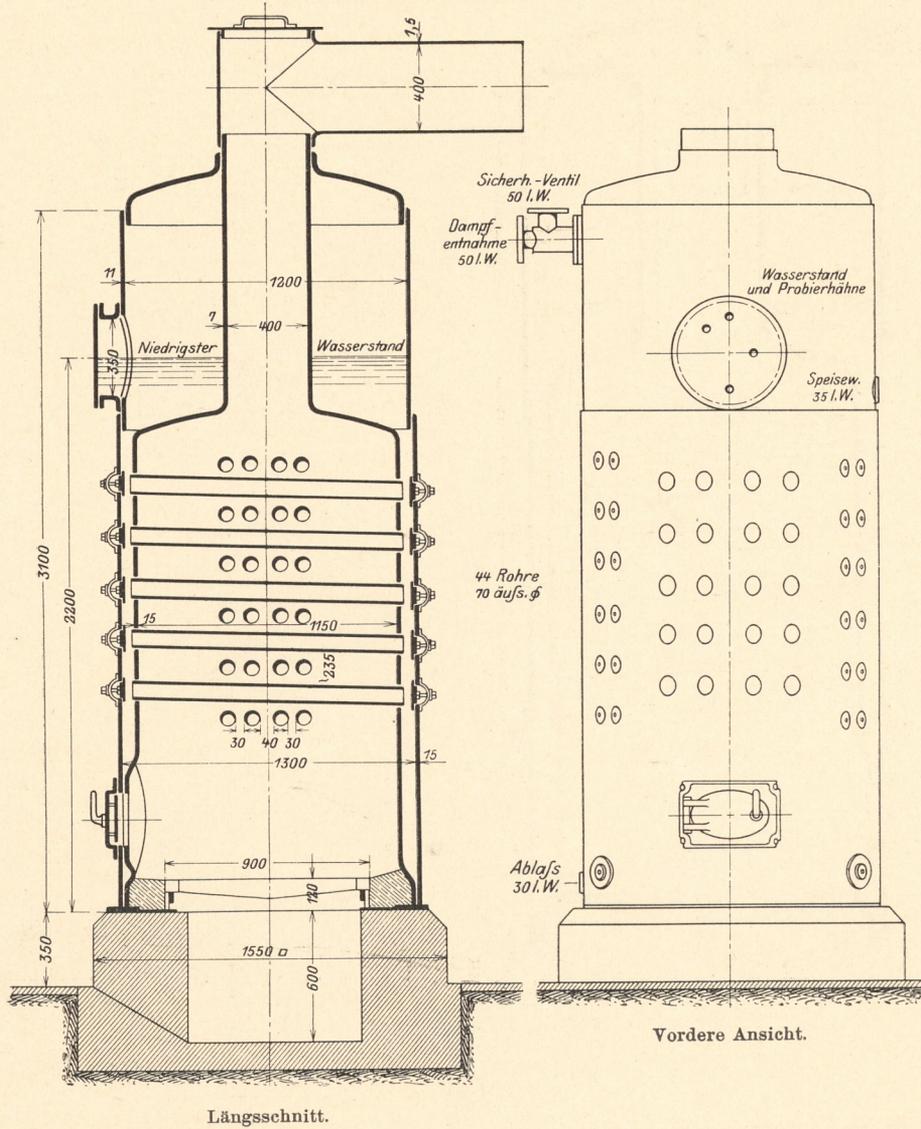
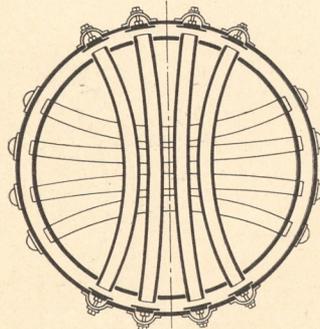
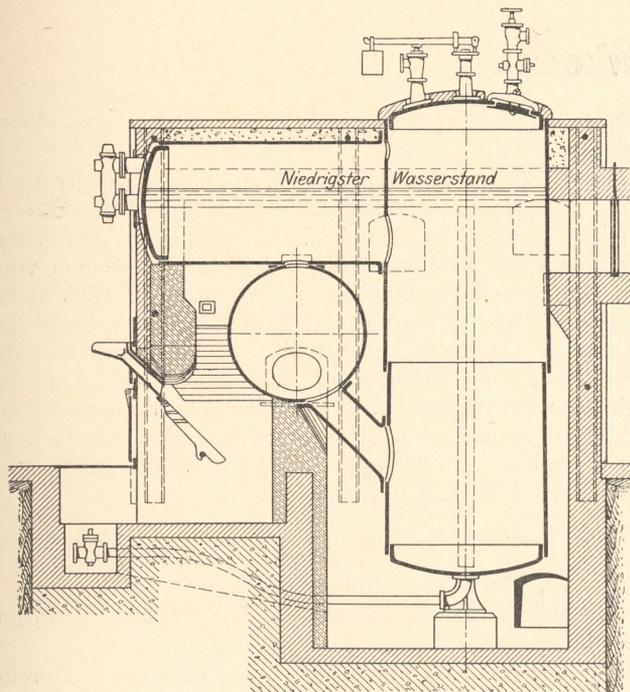


Fig. 118. Stehender Quersiederkessel.  
Ausführung: Robert Reichling & Co.,  
Königshofen bei Krefeld.

Überdruck = 8 at.  
Heizfläche = 18 qm,  
Rostfläche = 0,81 qm.



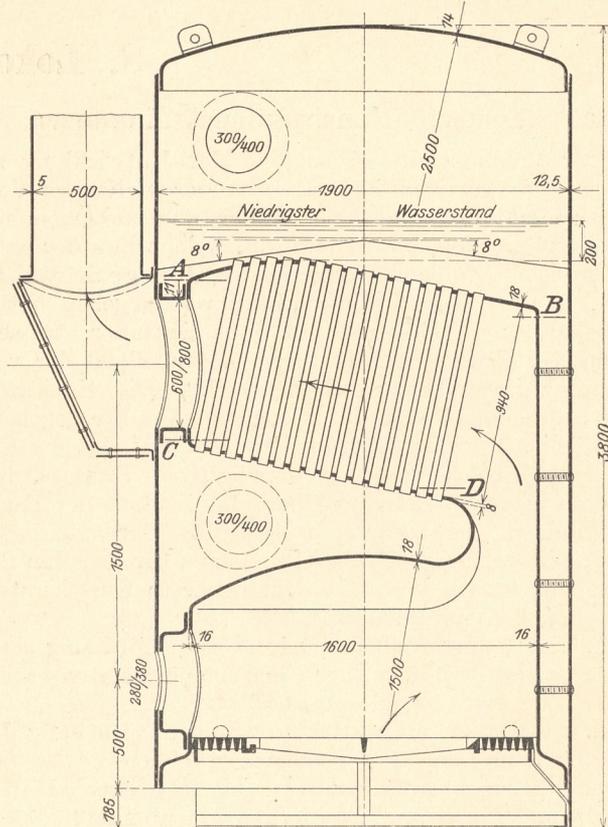


Längsschnitt.

Fig. 114. Kniekessel mit Quersieder.  
Ausführung: Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen,  
und G. Kuhn, Stuttgart-Berg.

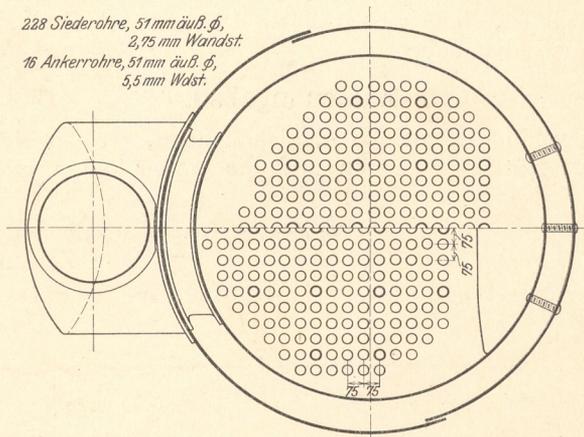
Der Kessel Fig. 115 hat eine geschweißte Feuerkammer, deren Mantel über dem Rost in solcher Höhe, daß ein genügender Verbrennungsraum entsteht, eingezogen ist. Zwischen den dadurch gebildeten Wänden ist ein Bündel schräg oder senkrecht stehender Siederohre eingesetzt. Die Rohre werden von den Gasen umspült, welche darauf durch eine Öffnung im Kesselmantel nach dem Schornstein entweichen. Bei einigen Ausführungen wird auch der obere Teil des Kesselmantels noch von den Gasen umspült und ist zu diesem Zweck mit einem Heizmantel umgeben.

Für die Reinigung von Kesselstein sind zwei Mannlöcher angebracht; die Reinigung der Rohre von Flugasche geschieht durch die Rauchabzugsöffnung unterhalb des Schornsteins mittels Dampfstrahl. Der Kessel ist besonders als Hilfskessel im Schiffsbetriebe verbreitet.



Längsschnitt.

228 Siederohre, 51 mm äuß.  $\phi$ ,  
2,75 mm Wandst.  
16 Ankerrohre, 51 mm äuß.  $\phi$ ,  
5,5 mm Wandst.



Schnitt A-B und C-D.

Fig. 115. Stehender Wasserrohrkessel.  
Ausführung: tom Mühlen & Seebeck, Geestemünde.

Überdruck = 6 at,  
Heizfläche = 50 qm,  
Rostfläche = 1,47 qm.

Zahlentafel Nr. 45  
über stehende Wasserrohrkessel, Fig. 115.

Heizfläche	{ ohne Heizmantel . . . qm	8	10	12	15	18	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
	{ mit " . . . "	10,0	12,5	15,1	18,7	22,4	25,0	30,6	36,7	46,5	58	70,0	82,0	93,0	104,0	115,0
Rostfläche . . . . .		0,37	0,42	0,53	0,59	0,71	0,79	0,92	1,08	1,30	1,47	1,84	1,84	2,09	2,09	2,33
Kesselmantel	{ Durchmesser . . . . . mm	800	850	950	1000	1100	1150	1250	1350	1500	1600	1800	1800	1900	1900	2000
	{ Höhe . . . . . "	2550	2750	2800	2950	3200	3450	3900	4250	4450	4650	4850	4950	5050	5150	5250
Heizmantel,	Durchmesser . . . . . "	1000	1050	1150	1200	1350	1400	1500	1600	1750	1900	2100	2100	2200	2200	2300
Feuerbüchse	{ Durchmesser . . . . . "	710	760	850	900	980	1030	1110	1200	1320	1400	1550	1550	1650	1650	1750
	{ Höhe . . . . . "	1600	1700	1750	1850	1950	2050	2200	2400	2650	2750	2900	3000	3050	3100	3200
Siederohre	{ Anzahl . . . . . "	45	50	60	70	80	85	100	110	130	140	150	160	170	180	200
	{ äußerer Durchmesser mm	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Schornstein,	Durchmesser . . . . . "	200	250	300	325	375	400	440	470	490	500	600	650	700	750	800

## 8. Lokomotivkessel.

### A. Besondere Konstruktionsbedingungen.

Der Lokomotivkessel hat bei der Entwicklung zu seiner gegenwärtigen Bauart, trotz der vielfachen Verbesserungen, durch welche seine Leistung und Ökonomie gesteigert wurden, die Grundform, welche ihm der erste erfolgreiche Erfinder der Lokomotive, George Stephenson, in dem Kessel seiner „Rocket“ gegeben hatte, beibehalten: „Stehkessel mit innenliegender, wasserspülter Feuerkiste und daran anschließend der von Heizrohren durchzogene Langkessel.“ Die Konstruktionsbedingungen sind durch folgende Punkte gegeben:

Möglichst große Leistung bezogen auf das Kesselgewicht, Beschränkung des verfügbaren Raumes, besonders in der Breite und Unempfindlichkeit der Feuerungsanlage gegen Erschütterungen. Der wichtigste Punkt, in welchem sich die Grundlagen für den Bau des Lokomotivkessels von denen für ortsfeste Kessel unterscheiden, liegt darin, daß

1. die Raumverhältnisse nicht die Anordnung eines Schornsteines gestatten, der einen nennenswerten natürlichen Zug erzeugen könnte, daß
2. dabei aber, wegen der großen Beanspruchung der Rostfläche und der im allgemeinen erheblichen Höhe der Brennstoffschicht auf dem Rost, ein viel größerer Unterdruck im Feuerraume erforderlich ist, und daß
3. die Rauchgase zwar einen kürzeren Weg als bei anderen Kesseln zurückzulegen haben, dafür aber, wegen des kleineren Querschnittes und weil der Gasstrom stark unterteilt ist, einen viel größeren Bewegungswiderstand zu überwinden haben.

### B. Zahlenangaben.

Folgende allgemeinen Zahlenangaben, welche sich auf europäische Bauarten und die weiter unten mit-

geteilten Versuchsergebnisse beziehen, bestätigen diese Ausführungen.

Die Größe der Heizfläche  $H$ , welche auf der Feuerseite gemessen wird, beträgt bis zu 260 qm. Man unterscheidet die direkte Heizfläche  $H_f$ , welche von den Wänden der Feuerkiste, und die indirekte  $H_r$ , welche von den Heizrohren gebildet wird; die erstere beträgt etwa  $\frac{1}{12}$  bis  $\frac{1}{14}$  der gesamten Heizfläche. Die Leistung der Heizfläche kann man zu 40 bis 50 kg/qm und Stunde annehmen. Die Rostfläche  $R$  ist 0,95 bis 1,1 m breit, wenn die Feuerkiste bis in den Zwischenraum zwischen den Rahmenblechen hinabreicht; liegt sie oberhalb derselben, so kann die Breite mehr als 2 m betragen, alsdann werden zwei Feuertüren angeordnet.

Das Verhältnis  $\frac{H}{R}$  ist für Personenzuglokomotiven 50 bis 70, für Güterzuglokomotiven 60 bis 90.

Die Brenngeschwindigkeit ist gleich 300 bis 500 kg/qm Rostfläche und Stunde.

Die Heizrohre haben 40/45 bis 45/50 mm Durchmesser bei 4 bis 5 m Länge, der gesamte Querschnitt derselben beträgt etwa  $\frac{1}{6,5}$  der Rostfläche; die Zahl der

Rohre bewegt sich zwischen 150 und 350.

Die mit Längsrippen versehenen Serve-Rohre (Fig. 116) haben den Erwartungen nicht entsprochen, da sie schlecht von Flugasche zu reinigen und wenig elastisch sind; dagegen werden neuerdings gewellte, nahtlose Rohre von Mannesmann eingeführt, welche sich durch gute Elastizität auszeichnen und neben einer geringen Vergrößerung der Heizfläche durch die Schraubenform der Wellen die Gase wirksam mit der Heizfläche in Berührung bringen.



Fig. 116. Serve-Rohr.

Zahlentafel Nr. 46

über gewellte Lokomotiv-Siederohre der Deutsch-Österreichischen Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

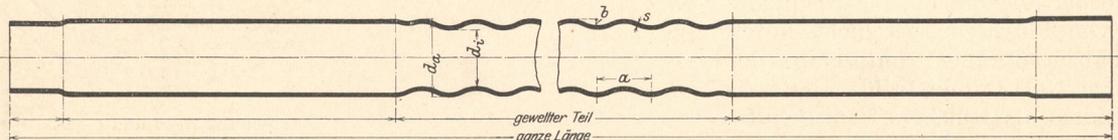


Fig. 117.

Äußerer Durchmesser $d_a$ . . . . . mm	40	44,5	46	47,5	51	57	60	63,5	70
Innerer „ $d_i$ . . . . . „	27,5	32	33	34,5	38	43,5	46	47,5	54
Wellenentfernung $a$ . . . . . „	35	35	35	35	35	35	35	40	40
Wellentiefe $b$ . . . . . „	4	4	4	4	4	4	4	5	5
Normale Wandstärke $s$ . . . . . „	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	3	3
Gewicht für das lfd. m . . . . . kg	2,02	2,28	2,63	2,75	2,97	3,67	4,24	4,50	4,98

Die Enden der Siederohre sind auf 200 bis 250 mm glatt, um ein wiederholtes Vorschuhlen zu ermöglichen.

Der Unterdruck im Feuerungsraume wird mittels des Blasrohres Fig. 121 und 329 durch den auspuffenden Abdampf hervorgebracht; die Wirkungsweise ist ähnlich derjenigen des Injektors. Die Zugstärke beträgt 100 bis 120 mm W. S. und darüber, in der Rauchkammer gemessen; es geht jedoch ein beträchtlicher

Teil, bis zur Hälfte und mehr, durch den Widerstand der Heizrohre verloren.

Die Länge der Rauchkammer ist im Laufe der Zeit immer mehr vergrößert worden, weil ein großer Rauminhalt derselben günstig für eine gleichmäßige Zugstärke ist, die Stöße des Auspuffes abschwächt und dadurch den Übelstand des starken Funkenauswurfes und des Mitreißen großer Flugaschenmengen mildert; die Länge schwankt zwischen 1 und 3 m.

### C. Leistung der Heizfläche.

Über die Verteilung der Leistung des Kessels auf die Heizfläche der Feuerkiste und der Heizrohre sind im Jahre 1904 bemerkenswerte Versuche gemacht, deren Ergebnisse nach der Abhandlung von Strahl<sup>1)</sup> kurz folgen mögen:

Es wurde oberschlesische Steinkohle von  $h = 6700$  WE verfeuert, die Brenngeschwindigkeit betrug  $\frac{B}{R} \sim 400$  kg/qm und Stunde; die Temperatur in der Feuerkiste wurde zu 1350 bis 1640° C, diejenige in den Rauchkammern zu 350° C gemessen.

Bei einem Verdampfungsversuch an einer Verbundlokomotive wurde folgende Bilanz aufgestellt:

Zur Dampferzeugung nutzbar gemacht . . .	67 v. H.
Verlust durch die Abgase . . . . .	20 „
Verlust durch unvollständige Verbrennung zu Kohlenoxyd . . . . .	3 „
Verlust durch Rückstände in der Rauchkammer und im Aschenkasten . . . . .	5 „
Rest: Ausstrahlung, Ruß, Funken . . . . .	5 „
	<hr/>
	100 v. H.

Nach der Berechnung von Strahl betrug die Leistungsfähigkeit der rd. 9 qm großen Feuerkistenheizfläche 45 v. H. und diejenige der 109 qm großen Siederrohrheizfläche 55 v. H. der Kesselleistung; es verdampfte 1 qm der Feuerkiste 312 kg/st, 1 qm der Siederrohre in der Nähe der Feuerkiste 51,5 kg/st und 1 qm in der Nähe der Rauchkammer 14,4 kg/st.

Die letzten 11 qm der Rohre erzeugten nur 2,6 v. H., die ersten 11 qm dagegen 10 v. H. des Dampfes. Daraus folgt, daß eine weitere Verlängerung der Rohre über die vorhandene Länge von 4 m hinaus wegen der Vermehrung des Gewichtes und des Reibungswiderstandes nicht mehr wirtschaftlich sein würde. Man sieht daraus, daß der Verlauf der Wärmeaufnahme durch die Heizfläche von dem auf S. 23 theoretisch konstruierten erheblich abweichen kann.

### D. Einzelteile und Beispiele von Ausführungen.

Von den Einzelteilen des Lokomotivkessels beansprucht die Feuerkiste die größte Beachtung. Beweis dafür sind die mannigfachen Vorschläge und Versuche zu ihrer Abänderung.

Auf dem Bestreben, die ebenen unter Dampfdruck stehenden Wandungen zu vermeiden, beruhen folgende Bauarten:

1. Der Lentz-Kessel<sup>2)</sup>, bei welchem die Feuerkiste durch ein etwas gekrümmtes Wellrohr ersetzt wurde. Hauptsächlich infolge der Explosion eines Kessels dieser Bauart wurden die weiteren Versuche mit derselben eingestellt.

2. Der Brotan-Kessel. Die Feuerkiste wird durch ein System eng aneinanderliegender Wasserrohre gebildet, welche unten in einem U-förmigen Grundrohr und oben in einem Sammelrohr vereinigt werden. Kessel dieser Bauart sind mit Erfolg in Betrieb.

Einen Gegenstand lebhafter Erörterung bildet seit langem das Material der Feuerbüchse. Während in

Europa allgemein Kupfer verwendet wird, ist man in Amerika von den Vorzügen flußeiserner Feuerkisten ebenso überzeugt.

Die früher vertretene Ansicht, aus der besseren Wärmeleitfähigkeit des Kupfers eine Überlegenheit der kupfernen Feuerkisten herleiten zu wollen, läßt sich nicht aufrechterhalten, da der Durchgangswiderstand durch die Wand, sei sie aus Kupfer oder Eisen, im Vergleich zu den Übergangswiderständen von den Gasen auf das Metall und vom Metall auf das Wasser verschwindend klein ist. Dagegen sind die Zähigkeit und Biegsamkeit des Kupfers von günstigem Einfluß,

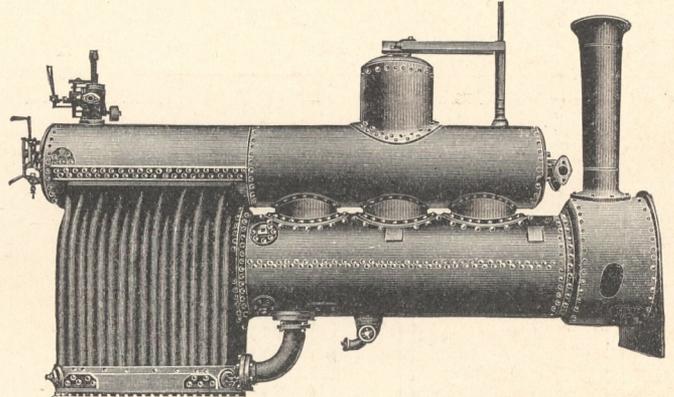


Fig. 118. Brotan-Kessel.

und es ist anzunehmen, daß Temperaturwechsel weniger schädlich wirken. Schließlich behält die Feuerbüchse bei der Ausmusterung ihren erheblichen Materialwert.

Die Seitenwände der Feuerbüchse werden mit den Wänden des Stehkessels durch kupferne Stehbolzen verankert, welche mit axialen Bohrungen versehen sind, um durch den austretenden Dampf das etwaige Reißen eines Bolzens anzuzeigen. Die Feuerbüchsenplatte wurde früher durch Deckenträger, wie sie noch jetzt bei den Schiffskesseln üblich sind (siehe Fig. 439), versteift; jetzt werden hauptsächlich infolge der höheren Betriebs-

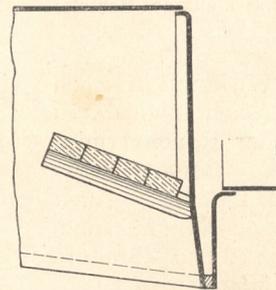


Fig. 119. Feuerschirm.

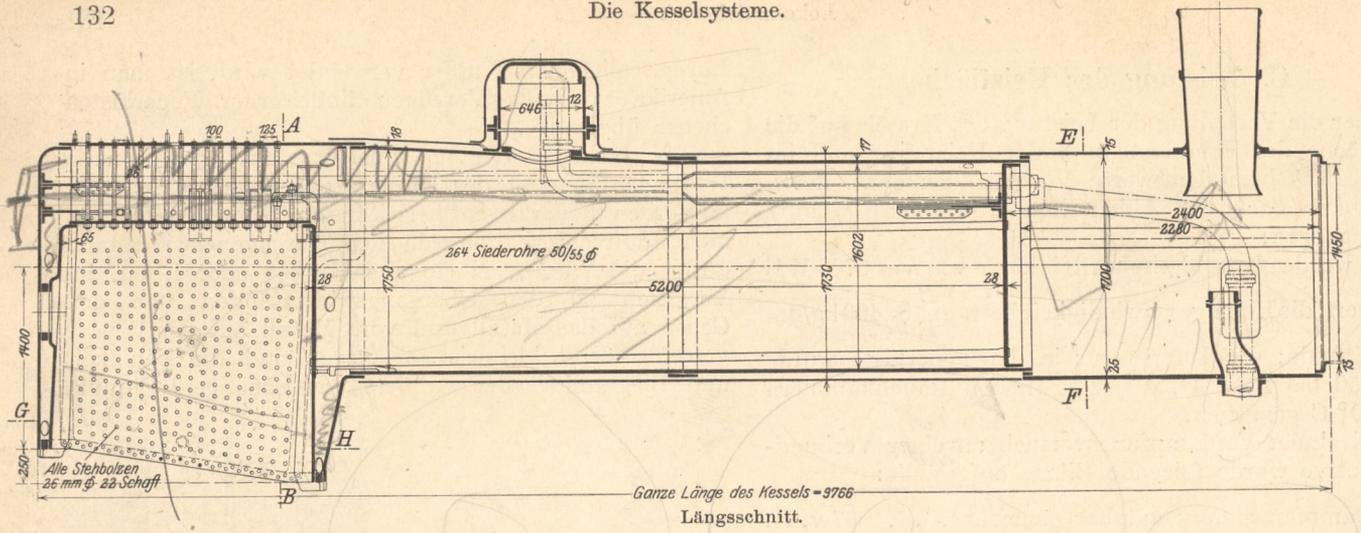
drücke allgemein Deckenanker verwendet, welche die flache oder gewölbte Decke mit dem Kesselmantel versteifen.

Von besonderen Einrichtungen, um die Verbrennung und die Richtung der Flamme zu beeinflussen, seien folgende erwähnt:

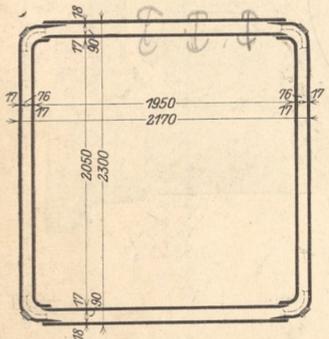
1. Der Feuerschirm aus Schamottemauerwerk (Fig. 119), welcher in Form eines Gewölbes an der vorderen Wand unter den Rohren angebracht ist und deren Umbörtlungen vor der Stichflamme schützen soll; zugleich wird die Flamme gezwungen, nach rückwärts zu schlagen und einen kleinen Umweg zu machen, wodurch eine bessere Mischung von Luft und Gasen und eine vollständigere Verbrennung erzielt wird.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 717 ff.

<sup>2)</sup> Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 1440.



Alle Stehbolzen 26 mm Ø 22 Schaff  
 Ganze Länge des Kessels = 9766  
 Längsschnitt.



Schnitt G-H.

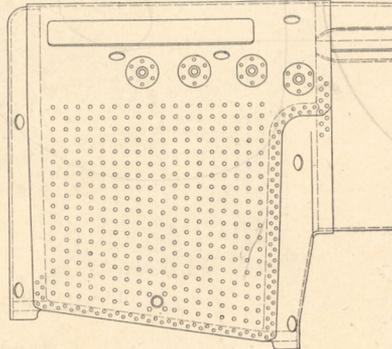


Fig. 120. Dampfkessel einer  $\frac{2}{5}$  gek. 4 Zyl.-Verbund-Schnellzuglokomotive. Bauart: Hannover.

Ausführung: Hannoverische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. Georg Egestorff, Hannover-Linden.

Überdruck = 14 at.

Heizfläche der Feuerbüchse  $H_a = 13,5$  „

„ Siederöhre  $H_i = 207,3$  „

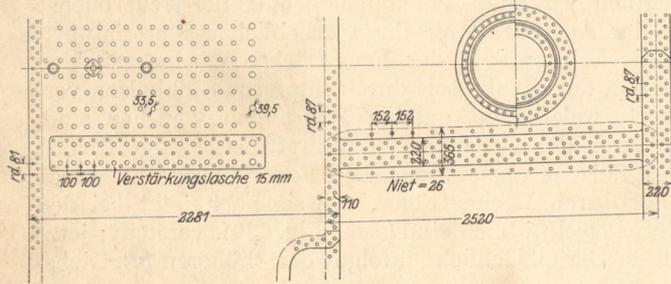
gesamte Heizfläche  $H = 220,8$  qm.

Rostfläche  $R = 3,8$  qm.

$\frac{H}{R} = 58$ ; Querschnitt der Siederöhre =  $\frac{1}{7,3}$

Rostfläche

Stehbolzen der Feuerkiste, 26 mm Gewindedurchmesser, 22 mm Schaffdurchmesser,  
 Nietdurchmesser für Feuerkiste, Rauchkammer, Dom = 23 mm,  
 Nietdurchmesser für Rundkessel = 26 „  
 Nietdurchmesser für Rauchkammerstirnwand = 20 „  
 Teilung der Rauchrohre = 75 bis 85 mm.



Abwicklung des Mantels.

2. Dieselbe Wirkung in noch höherem Maße erreicht man durch die Anwendung der Rauchverminderungseinrichtung Bauart Marcotty (beschrieben S. 188). Auch hier soll der in Form eines Schleiers gegen die Rohrwand ausgebreitete Dampfstrahl die Flamme zu einem Umwege zwingen und eine Mischung von Luft und Gasen besorgen. Zu beachten ist, daß der verwendete Dampf trocken sein muß, um den Feuerraum nicht unnötig abzukühlen.

Als Beispiel eines modernen Lokomotivkessels ist in Fig. 120 der Kessel einer  $\frac{2}{5}$  gekuppelten Schnellzuglokomotive Bauart Egestorff dargestellt. Bemerkenswert ist die große Breite der Feuerbüchse, welche die Anordnung von zwei Feuertüren erforderte, beide sind mit Marcottyscher Rauchverhütungseinrichtung (siehe Fig. 238) versehen.

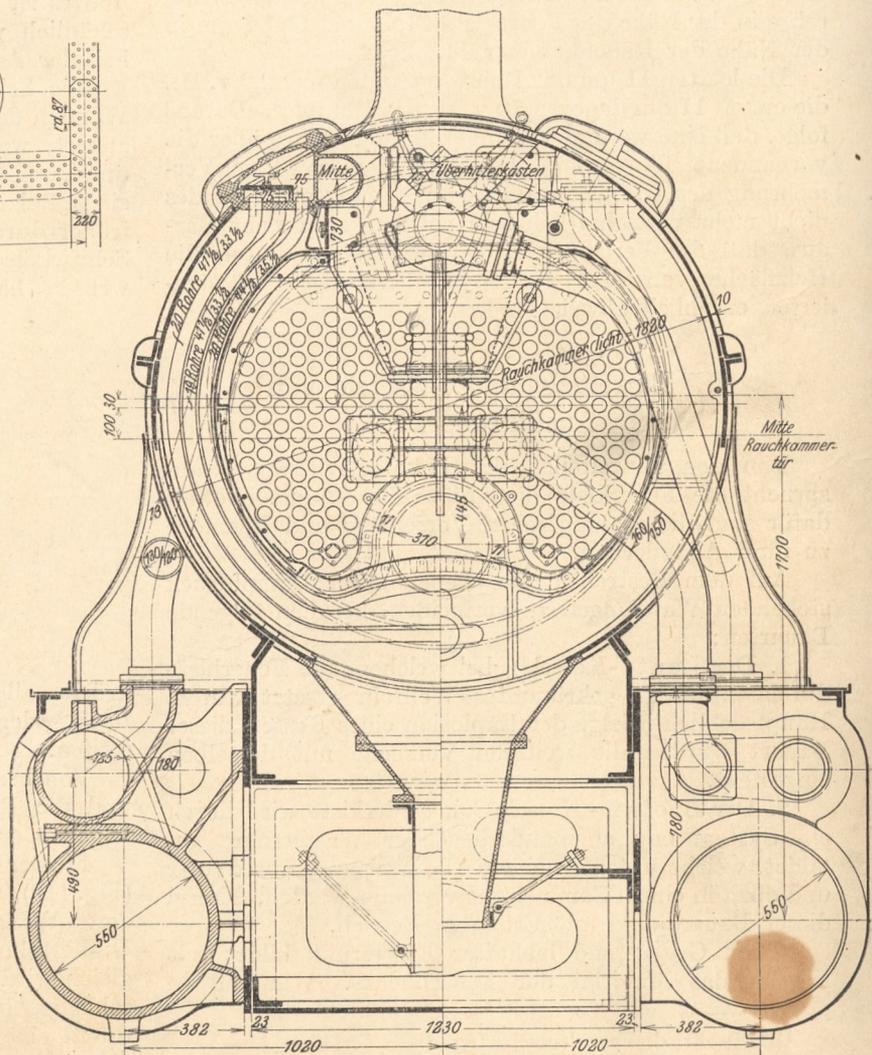


Fig. 121. Rauchkammerüberhitzer. Bauart: Wilh. Schmidt.

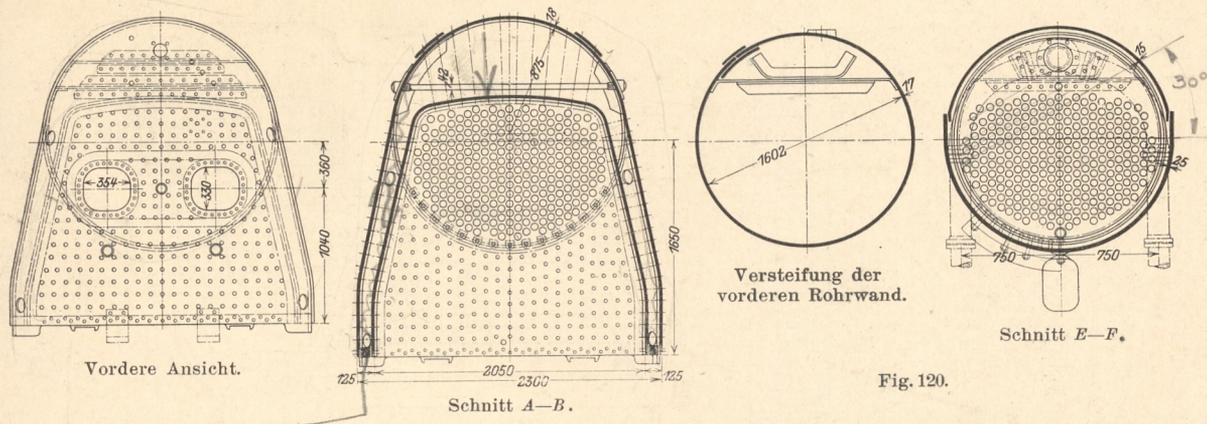


Fig. 120.

**E. Überhitzer.**

Seit einigen Jahren hat man den Wirkungsgrad und die Leistung des Lokomotivkessels mit Erfolg durch die Einführung des überhitzten Dampfes zu verbessern gesucht. Besonders den Bemühungen von R. Garbe ist die energische Durchführung der Versuche mit Heißdampflokotiven zu danken. Gerade die Lokomotive bietet ein günstiges Feld für die Anwendung des überhitzten Dampfes,

1. da die Lokomotive auf die Kondensation verzichten muß, und die wärmesparende Wirkung des Überhitzers um so mehr zur Geltung kommt, je einfacher die Maschine ist;
2. da bei der starken Beanspruchung des Lokomotivkessels die Erzeugung nassen Dampfes kaum zu vermeiden ist, besonders wenn während des Aufenthaltes auf Stationen der Kessel bis zur höchsten Marke voll-gespeist wurde.

Von den Überhitzerbauarten haben diejenigen von Wilh. Schmidt die größte Verbreitung gefunden, und zwar der Rauchkammerüberhitzer und der Rauchrohrüberhitzer. Ersterer (Fig. 121) beruht auf dem Gedanken, einen Teil der Gase abzuzweigen und durch ein im unteren Teil des Langkessels liegendes Flammrohr von etwa 300 mm Durchmesser der Rauchkammer zuzuführen, so daß die Gasmenge dort wegen des geringeren Verhältnisses von Umfang zu Querschnitt mit einer höheren Temperatur, 600 bis 800° C, als aus den Siederöhren anlangt und dort die ringförmig an den Mantel der Rauchkammer sich anschmiegenden Überhitzerrohre umspült.

Es wird eine Überhitzung auf 300 bis 350° C erzielt, während die Gase infolge teilweiser Gegenstromanordnung auf 330° C abgekühlt werden. Die Regelung erfolgt durch Klappen, welche diesen Gastrom von dem größeren der Blasrohrwirkung ausgesetzten Raum der Rauchkammer absperren können.

Bei dem Rauchröhrenüberhitzer (Fig. 122), der neuerdings häufiger als der Rauchkammerüberhitzer

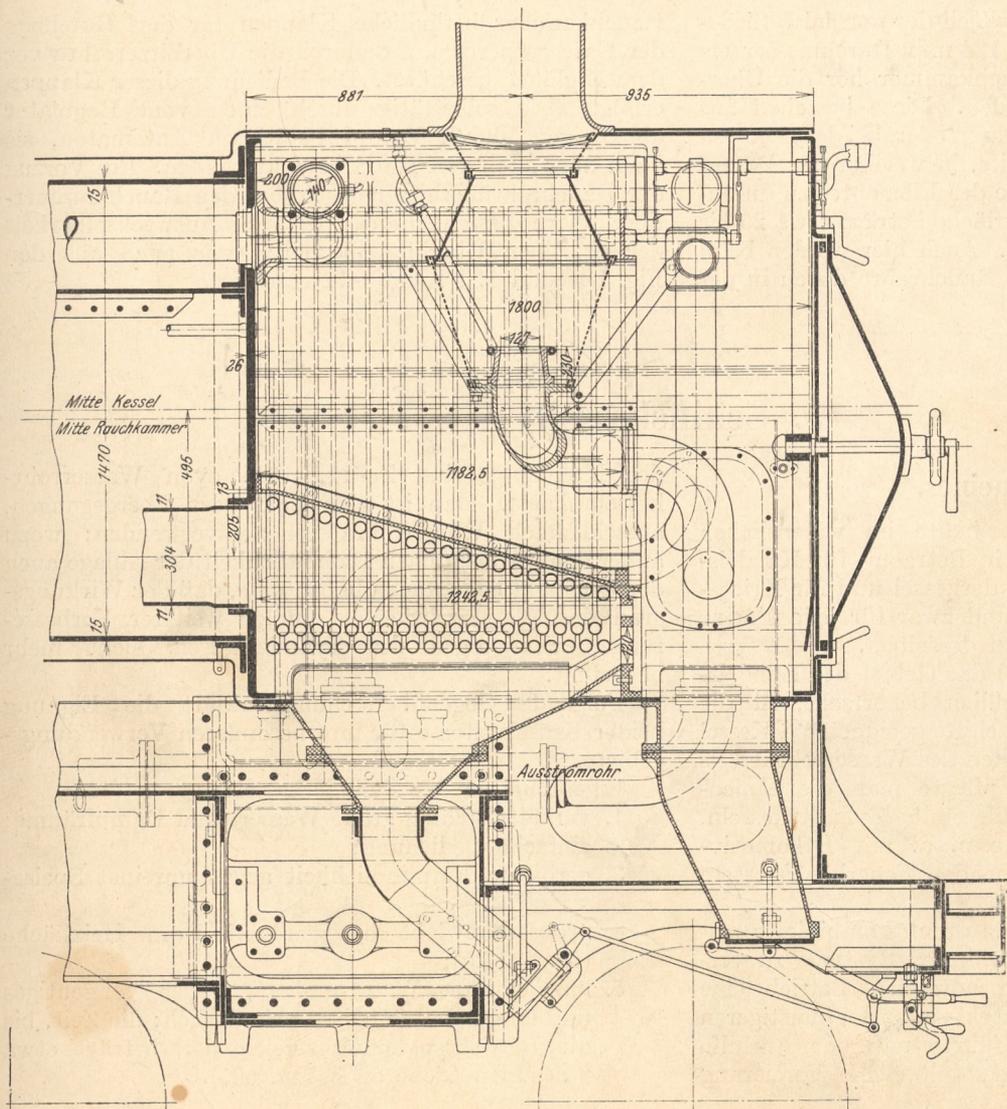


Fig. 121.

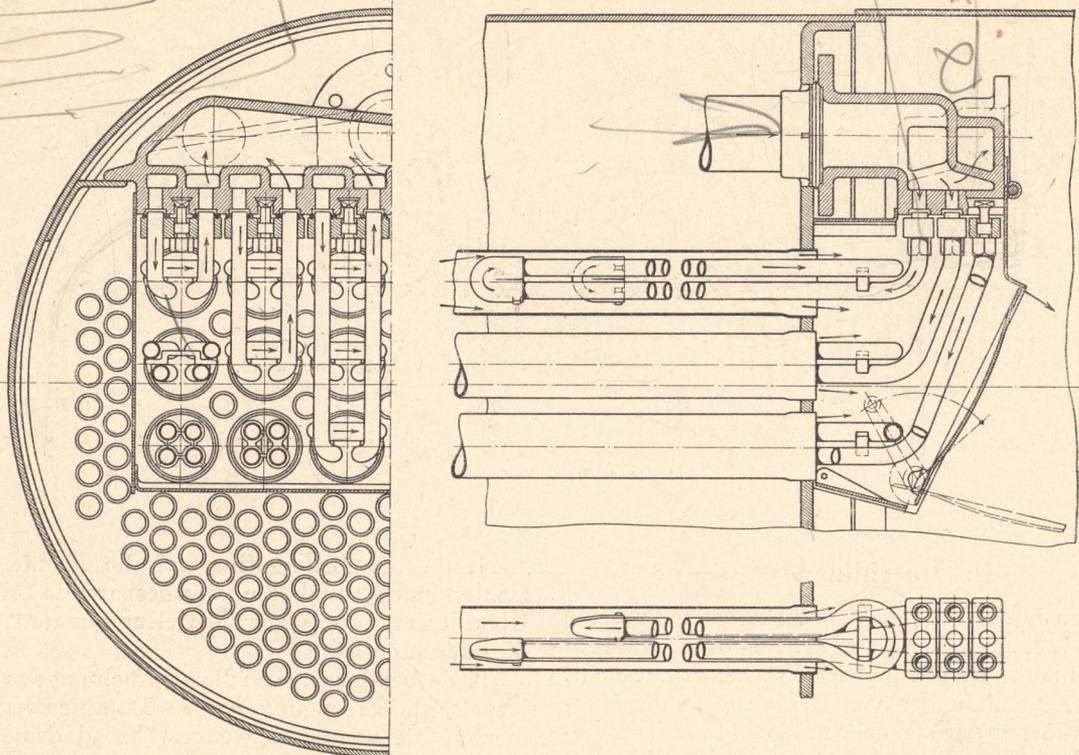


Fig. 122. Rauchrohrüberhitzer. Bauart: Wilh. Schmidt.

verwendet wird, wird der obere Teil der normalen Siederohre durch Rauchrohre von 124 mm Durchmesser ersetzt, in welche von der Rauchkammer her die Überhitzerelemente eingesetzt werden. Diese bestehen aus je zwei U-förmig gebogenen Rohren oder, bei der neuesten Bauart, aus einer Doppelschleife, in welcher der Dampf also viermal die einfache Länge des Elementes zu durchlaufen hat. Die Überhitzerheizfläche beträgt etwa 25 bis 30 v. H. der Gesamtheizfläche. Auch hier werden beim Stillstand der Lokomotive die Rauchrohre durch in der

Rauchkammer befindliche Klappen für den Durchzug der Gase gesperrt und dadurch die Überhitzerrohre vor dem Erglühen geschützt. Die Bedienung dieser Klappen erfolgt aber selbsttätig durch einen vom Regulator abhängigen, durch Dampf betätigten Automaten, sie kann aber auch von Hand bewirkt werden. Ein Vorzug der Rauchrohrüberhitzer gegenüber den Rauchkammerüberhitzern besteht in der leichten Auswechselbarkeit der einzelnen Überhitzerelemente, was auch aus den Fig. 121 und 122 leicht erkennbar ist.

## 9. Schiffskessel.

### A. Allgemeines.

Für Schiffskessel kommen heute im wesentlichen für jedes Land zwei Bauarten in Betracht, für Handelsschiffe allgemein der sog. Zylinderkessel und für Kriegsschiffe der Wasserrohrkessel, und zwar für jede Marine nur eine oder wenige Bauarten desselben.

Während der Zylinderkessel das Gebiet der Handelsmarine schon lange ausschließlich beherrscht, ist die Frage nach dem für die Kriegsschiffe geeignetsten Kessel erst in der 90er Jahren zugunsten des Wasserrohrkessels entschieden worden. Vorher pflegte man die Linienschiffe und Kreuzer ebenfalls mit Zylinderkesseln, kleinere Schiffe, Torpedoboote u. a. mit Lokomotivkesseln und Beiboote mit stehenden Feuerbüchskesseln auszurüsten.

Eine Zeitlang versuchte man durch kombinierte Anlagen die Vorzüge der obenerwähnten Systeme zu vereinigen, indem man für den normalen Betrieb eine Stammbatterie von Zylinderkesseln wegen der günstigeren Wärmeausnutzung derselben führte und zur Aushilfe für schnelle Inbetriebnahme und plötzliche Forcierung

der Maschinen eine Zusatzbatterie von Wasserrohrkesseln hatte. Man ist aber bald dazu übergegangen, ausschließlich Wasserrohrkessel zu verwenden; wozu außer dem Streben nach Einheitlichkeit der Anlage auch der Umstand beigetragen haben mag, daß der Wirkungsgrad des Wasserrohrkessels infolge weiterer Verbesserungen demjenigen des Zylinderkessels nicht mehr nachsteht.

Folgende Gegenüberstellung erklärt die Eignung beider Kesselsysteme für ihre besonderen Verwendunggebiete.

Eigenschaften der Zylinderkessel:

1. verhältnismäßig große Wasser- und Dampfzäume;
2. einfache Bedienung;
3. geringere Empfindlichkeit gegen unreines Speisewasser;
4. großes Gewicht bezogen auf 1 qm Heizfläche (rd. 200 kg);
5. mangelhafter Wasserumlauf, daher vorsichtiges und langsames Anheizen erforderlich; die Zeit, bis die Betriebsspannung erreicht ist, beträgt etwa 8 Stunden (siehe auch Fig. 605).

Eigenschaften der Wasserrohrkessel:

1. geringes Gewicht auf 1 qm Heizfläche (rd. 50 kg);
2. guter Wasserumlauf und daher gute Leistung der Heizfläche und
3. schnelle Betriebsbereitschaft, etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde;
4. kleine Wasser- und Dampfäume, daher exakte Speisung und reines Speisewasser erforderlich;
5. schwierigere Reinigung.

## B. Zylinderkessel.

Der Zylinderkessel ist anzusehen als kombinierter Flammrohrheizröhrenkessel mit Feuerbüchse und rückkehrenden Heizrohren. Er wird in Größen von 10 bis 600 qm Heizfläche mit 1 bis 4 Flammrohren, für die größten Heizflächen als Doppelender ausgeführt. Bei letzterer Bauart münden an jeder Stirnseite die 3 oder 4 Flammrohre, und es vereinigen sich in der Mitte je zwei gegenüberliegende Flammrohre zu einer gemeinsamen Feuerbüchse.

Das Verhältnis  $H : R$  ist:

bei natürlichem Zuge =  $\sim 30$  bis  $35$ ,  
 „ künstlichem „ =  $\sim 38$  „  $42$ .

Die gesamte Heizfläche verteilt sich:

auf die Flammrohre mit etwa	7 v. H.
„ „ Feuerbüchsen „ „	10 „
„ „ Heizrohre „ „	82 „
„ „ Stirnwand „ „	1 „

Die Flammrohre bestehen nur bei kleineren Kesseln aus glatten, sonst nur gewellten Rohren (siehe Fig. 397 bis 400). Die Befestigung derselben in der Stirnwand geschieht, indem die letztere nach außen oder nach innen umgebörtelt wird, wie bei den Flammrohrkesseln. Für erstere Konstruktion spricht die bequemere Anbringung des Feuergeschränkens, für letztere die Möglichkeit, zwei Ränder zu verstemmen.

Von besonderer Bedeutung ist die Verbindung der Flammrohre mit der Rohrwand der Feuerkammern, da bei Nietverbindungen die Nietköpfe der Stichflamme ausgesetzt sind und infolge der Überlappung Wärmestauungen auftreten können. Aus dem Grunde werden jetzt häufig die Flammrohre mit der ebenfalls durch Schweißung zusammengefügt Feuerbüchse zusammengeschweißt. Auf die Möglichkeit, ein Flammrohr zwecks Ersatzes oder zur Ausbesserung durch den Kesselboden herausnehmen zu können, nimmt man dann keine Rücksicht, da die Erfahrung gezeigt hat, daß die Flammrohre im allgemeinen mit den Kesseln aushalten.

Die Tiefe der Feuerbüchse ist bei Einenderkesseln etwa zwei Drittel des Flammrohrdurchmessers.

Die ebenen Wände derselben werden durch Stehbolzen teils gegeneinander, teils gegen den Kesselmantel, die Rohrwand durch die Heiz- und Ankerrohre gegen die Stirnwand versteift. Die auf der Decke ruhende Belastung wird durch die Deckenträger auf die Rohrwand und die Rückwand der Feuerbüchse übertragen. Dabei ist zu beachten, daß sich bei tiefen Feuerkisten, z. B. der Doppelender Fig. 126, für diese Wände eine sehr erhebliche Druckbelastung ergibt, welcher die Rohrwand unter Umständen kaum gewachsen ist, was sich dadurch erwiesen hat, daß die Bohrungen der oberen Rohrreihen oval gedrückt wurden. Aus dem Grunde werden solche Decken durch Ankerschrauben oder Hängeeisen an dem Kesselmantel aufgehängt. Die Decken der Heizflächen sind gewöhnlich um  $4^\circ$  bis  $8^\circ$  (S. 123) gegen die Wagerechte geneigt, um den gesetz-

lichen Vorschriften bezüglich des Wasserstandes (Allg. pol. Best. f. Schiffsk. § 3, 1) leichter zu entsprechen.

Als Siederohre werden überlappt geschweißte oder besser nahtlose Rohre von 51 bis 89 mm äußerem Durchmesser und  $3\frac{1}{2}$  bis 4 mm Wandstärke verwendet, die Ankerrohre haben 7 bis 10 mm Wandstärke bei gleichem äußeren Durchmesser. Die Teilung beträgt 66 bis 115 mm. In den Außenreihen der Rohrbündel soll wenigstens jedes zweite Rohr ein Ankerrohr sein; während die Ankerrohre im übrigen so in den Rohrbündeln verteilt sind, daß sie allein die Zugspannung aufnehmen könnten; der englische Lloyd schreibt dabei eine höchste zulässige Beanspruchung von 527 kg/qem vor.

Weiteres über Rohre im Abschnitt XV.

Der Kesselmantel wird bis zu recht großen Abmessungen (siehe Fig. 123) aus einem Schuß und einem Blech gemacht. Trotzdem die Bauvorschriften härteres Material von größerer Festigkeit als für Landdampfkessel zulassen, ergeben sich bei den großen Durchmessern, bis zu 5 m, große Blechstärken und Nietdurchmesser, sowie vielreihige Vernietungen, welche es erklären, daß man, um mit möglichst wenig Nähten auszukommen, lieber Überpreise für normale Bleche bezahlt. Deshalb werden da, wo man mit einem Schuß nicht mehr auskommt, eher zwei Schüsse als drei gewählt trotz der Unbequemlichkeit, die Böden von ungleichem Durchmesser nehmen zu müssen. Doppelender erhalten gewöhnlich drei Schüsse.

Die Böden bestehen bei großen Durchmessern aus zwei Teilen, von denen der untere die Öffnungen für die drei oder vier Flammrohre enthält.

Um auch die letzte Rundnaht zwischen Kesselmantel und Hinterboden maschinell nieten zu können, wird von einigen Werken die Krepung nach außen gelegt (Fig. 124), während die meisten anderen hier die schwierige Handnietung ausführen, um an Gewicht und Platz im Kesselraum zu sparen.

Als Feuertür wird auf Schiffen allgemein die Kipptür verwendet (Fig. 125), welche den Vorzug einer bequemen Bedienung hat und bei vorkommenden Rohrbrüchen das Herausschlagen der Flamme in den Heizraum verhindert.

## C. Wasserrohrkessel.

Nachdem die Kriegsmarinen sich allgemein für die Wasserrohrkessel entschieden hatten, mußte die Entscheidung über die Wahl des Systemes getroffen werden. Es zeigte sich, daß jedes System erst durch eine Reihe von Verbesserungen den Anforderungen des Marinebetriebes angepaßt werden mußte, ferner daß es im Interesse dieses Betriebes ist, daß das Personal nur mit einer einzigen ihm gut vertrauten Bauart zu tun hat.

Als Schiffskesseltypen kommen in Betracht:

a) Kessel mit weiten Wasserrohren.

1. Der Babcock- und Wilcox-Kessel. Ein Unterschied gegenüber dem Landkessel (Fig. 85 und 86) besteht darin, daß die Rohre kürzer sind und die zwei unteren Reihen 101,6 mm äußeren Durchmesser haben, die oberen Reihen jedoch aus kleinen Bündeln von je 4 Rohren von 47,4 mm äußerem Durchmesser bestehen. Der Oberkessel liegt quer über den Vorderkammern. Verwendung in England und Amerika; auch in der Handelsmarine.

2. Der Belleville-Kessel. Die Rohre der senkrechten Reihen sind hintereinander geschaltet, so daß der Dampf auf zickzackförmigem Wege durch alle hindurchfließen muß. Die Wasser- und Dampfäume sind

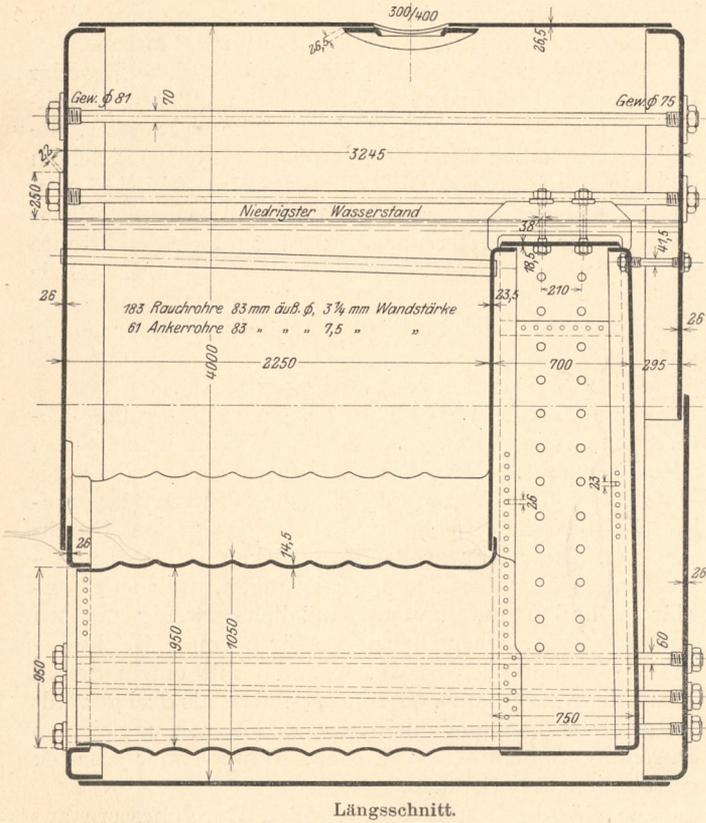


Fig. 123. Schiffskessel.

Ausführung: Ottensener Eisenwerke, A.-G., Altona-Ottensen.

Überdruck = 13 at,  
Heizfläche = 175 qm.

Wasserberührte Heizfläche:

in den Flammrohren = 11,6 qm,  
in den Feuerkisten = 18,5 „  
in den Rohren = 142,5 „  
im Vorderboden = 2,8 „  
gesamt = 175,4 qm,  
Rostfläche = 5,3 qm.

- Stehbolzen 38 mm Kerndurchmesser, beide Seiten vernietet,
- 41,5 „ „ „ „ mit Muttern.

Material: Siemens-Martin-Stahl.

Festigkeit des Mantels und der Laschen = 45 ÷ 51 kg/qmm  
Festigkeit der übrigen Bleche = 36 ÷ 42 „  
Festigkeit der Anker, Stehbolzen und  
Deckenträger = 36 ÷ 42 „

Zahlentafel Nr. 47

über Abmessungen und Gewichte von Schiffszylinderkesseln nach den Angaben des Ottensener Eisenwerks, A.-G., Altona-Ottensen.

Wasserberührte Heizfläche auf der Feuerseite gemessen	qm	Ein Flammrohr					Zwei Flammrohre				Drei Flammrohre		
		10	15	20	30	40	50	75	100	125	150	180	200
Durchmesser . . . . .	mm	1200	1500	1600	1800	2000	2200	2700	3100	3500	3800	4100	4300
Länge . . . . .	„	1800	2050	2320	2580	2800	2600	2900	2960	3020	3100	3150	3150
Durchmesser der Flammrohre . . . . .	„	500	650	700	800	850	600	800	950	1150	950	1050	1150
Länge der Flammrohre . . . . .	„	1040	1500	1720	1900	2050	1900	2050	2060	2070	2200	2200	2200
Höhe der Feuerbüchsen . . . . .	„	720	925	1020	1170	1330	1490	1870	2150	2450	2700	2940	3170
Tiefe der Feuerbüchsen . . . . .	„	350	400	440	500	550	450/500	550/600	600/650	650/700	600/650	650/700	650/700
Anzahl der Rauchrohre . . . . .	„	46	42	44	58	68	100	126	168	212	224	266	295
Davon sind Ankerrohre . . . . .	„	12	12	12	14	20	22	26	36	46	57	66	66
Durchmesser der Rauch- und Ankerrohre mm	„	44,5	63,5	70	76	83	76	83	83	83	89	89	89
Annähernde Gewichte der Kessel ohne Zubehör	bei 7 at Überdruck	2100	3450	4100	5350	6800	—	—	—	—	—	—	—
		2300	3650	4200	5600	7200	8300	12500	15700	19300	25600	29800	32800
		2400	4200	4650	6100	7800	9300	14200	17600	21800	28700	33400	36500
		2650	4600	5200	6700	8700	10400	16000	19500	24300	31800	36400	39800
		—	—	—	—	—	11000	16800	20300	25200	33600	38200	41700

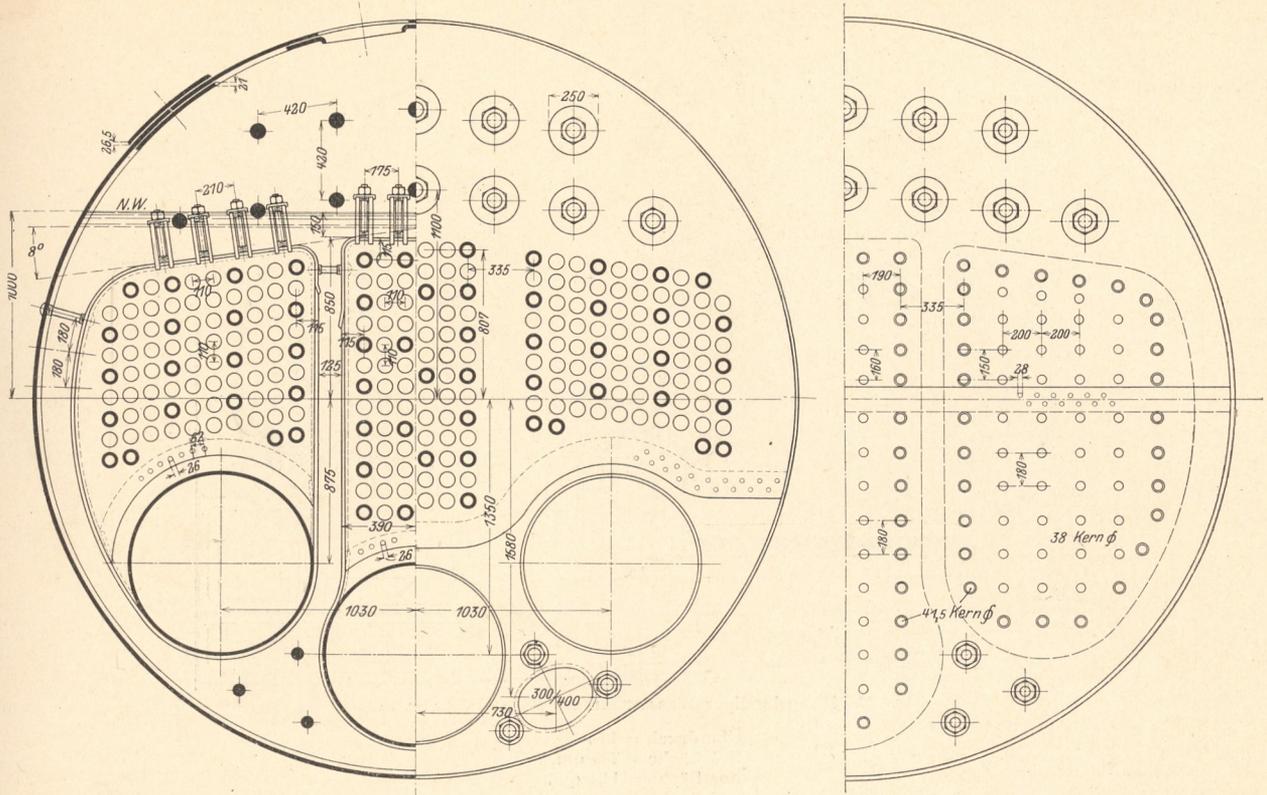
sehr klein. Oberhalb des Kessels ist ein Vorwärmer als Bestandteil desselben angeordnet. Verwendung in Frankreich und England.

3. Der Dürr-Kessel. Die Rohre sind auch hier kürzer als bei dem gleichnamigen Landkessel (Fig. 89). Der Oberkessel ist ebenfalls quer zur Wasserkammer gelagert. Verwendung in Deutschland. Neubauten wurden nicht mehr mit diesem Kessel ausgerüstet.

4. Der Nielausse-Kessel ist ähnlich dem Dürr-Kessel ein Einkammerkessel, hat jedoch schmale Wasserkammern (Sektionen) wie der Babcock & Wilcox-Kessel. Verwendung in England, Frankreich und Amerika.

b) Kessel mit engen Wasserrohren.

1. Der Yarrow-Kessel besteht aus zwei Bündeln gegeneinander geneigter, gerader Rohre, welche zwei Unterkessel mit dem einen Oberkessel verbinden. Für



Querschnitt.

Vordere Ansicht.

Hintere Ansicht.

Fig. 123.

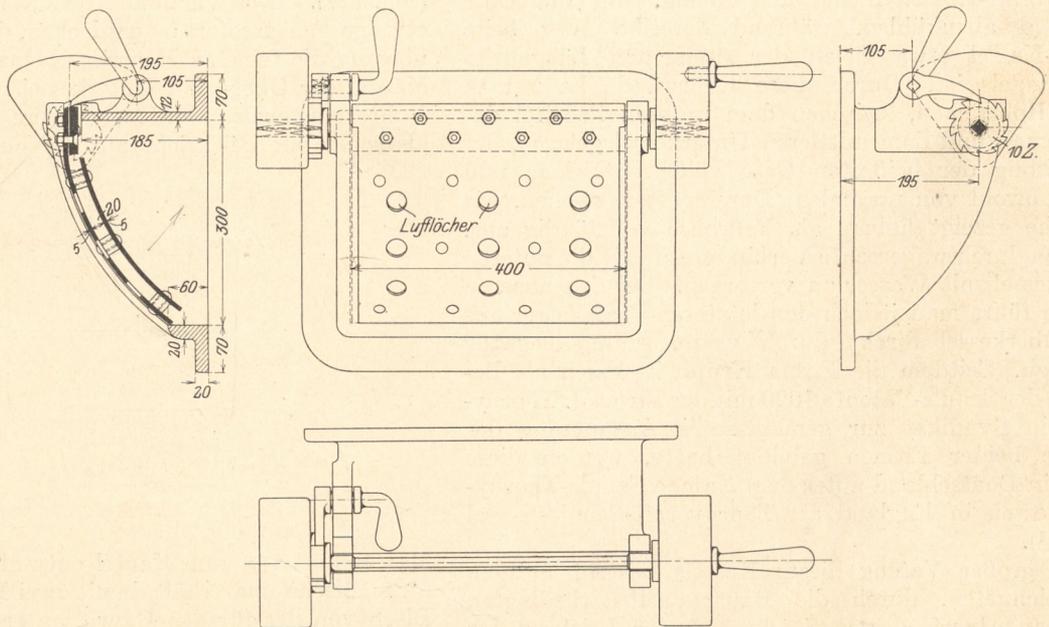


Fig. 124.

Fig. 125. Kipptür zum Schiffskessel, Fig. 123.

den Rücklauf des Wassers in die Unterkessel sind einige den Feuergasen abgewendete weite Rohre angeordnet. Verwendung in England.

2. Der Thornycroft-Kessel besteht aus krummen Rohren, welche drei Unterkessel mit dem Oberkessel verbinden. Durch weite Fallrohre wird das Wasser dem mittleren Unterkessel und durch wagerechte Rohre von diesem den seitlichen Unterkesseln zugeführt. Verwendung in England und in einigen Ausführungen in Deutschland.

3. Der Schulz-Kessel hat im Äußeren Ähnlichkeit mit dem Thornycroft-Kessel. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß bei letzterer Bauart die Rohre im Oberkessel alle oberhalb des Wasserspiegels münden, weshalb Fallrohre unumgänglich sind, während beim Schulz-Kessel die Siederohre zum Teil unter, zum Teil über dem Wasserspiegel münden. Der Weg der Heizgase wird bei beiden Kesseln dadurch bestimmt, daß einige Wasserrohre so gebogen sind, daß sie Rohrwände bilden — in Fig. 126 Querschnitt und Längsschnitt

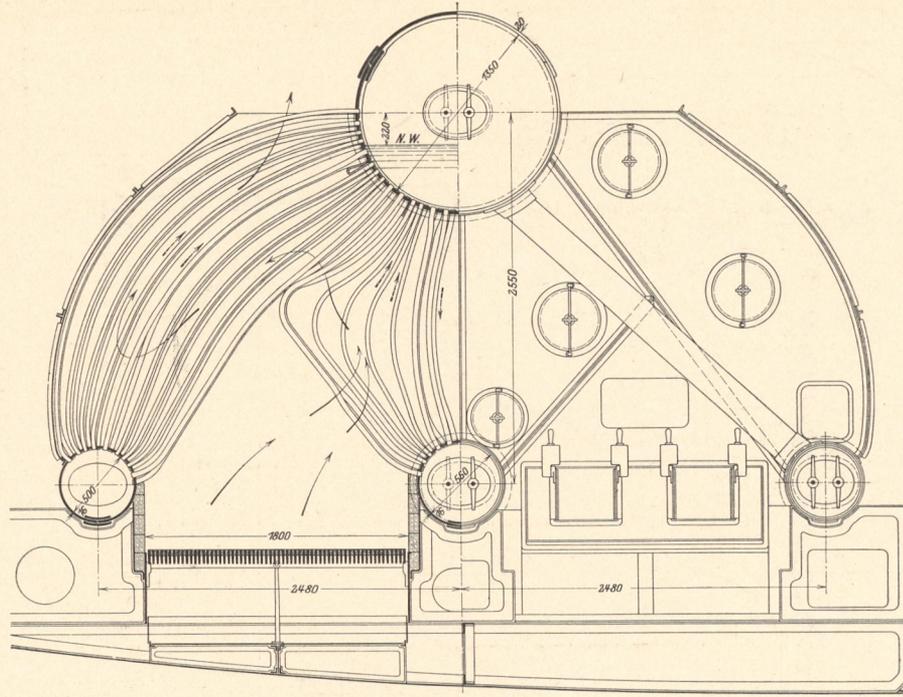


Fig. 126. Doppellendiger Wasserrohrkessel (Patent R. Schulz).

Überdruck = 13 at,  
 Heizfläche = 780 qm,  
 Rostfläche = 14,4 qm.

zu erkennen —, durch welche die Heizgase gezwungen werden, einen möglichst langen Weg durch die Rohrbündel zurückzulegen. Dieser Weg ist aber beim Thornycroft-Kessel nicht lang genug, um die Gase genügend abzukühlen, während derselbe Weg beim Schulz-Kessel etwa gleich der dreifachen Länge des Rohrbündels ist. Durch diese Rohrwände kann man einige Rohrreihen, zwischen dem unteren Scheitel des Oberkessels und dem mittleren Unterkessel legen, der Einwirkung der heißesten Gase völlig entziehen, und diese, obwohl von normalem Durchmesser, reichen, wie Versuche gezeigt haben, als Fallrohre vollständig aus, um auch durch wagerechte Verbindungsrohre die unteren Seitenkessel mit Wasser zu versorgen. Bei den neueren Kesseln führt man jedoch den letzteren das Wasser aus dem Oberkessel direkt durch weite, schräg liegende Rohre zu. Seitdem die Firma Krupp in Essen als Besitzerin der Schulz-Patente 1899 mit der Firma J. Thornycroft ein Syndikat zur gemeinsamen Ausnutzung der Patente beider Firmen gebildet hatte, werden diese Kessel in Deutschland unter dem Namen Schulz-Thornycroft-Kessel, in England als Thornycroft-Schulz-Kessel geführt<sup>1)</sup>.

Ein großer Vorzug dieses Kessels besteht in dem ausgezeichneten, durch die Bauart selbst bedingten Wasserumlauf, dessen Stärke sich der Leistung der Heizfläche genau anpaßt.

Infolge dieses Umstandes und der vorerwähnten günstigen Führung der Gase beträgt der Wirkungsgrad des Kessels 75 bis 80 v. H. Die verhältnismäßig schwache Krümmung der Rohre gestattet eine leichte Reinigung. Bei den neuesten Kesseln münden alle Rohre unter dem Wasserspiegel, da sich das als günstiger für die Lebensdauer derselben erwiesen hat.

Einzelheiten. Die Wasserrohre sind aus schwedischem Eisen nahtlos gezogen, haben 36 mm äußeren

Durchmesser und 3 bis 3,5 mm Wandstärke. Sie werden durch Einwalzen in eingedrehte Rillen und durch Aufweiten der um 5 mm vorstehenden Rohrenden befestigt (Fig. 127). Das Verzinken der Rohre hat den Zweck, etwaige Fehler sofort zu entdecken, da sich an dem Zinküberzug die feinsten Haarrisse bemerkbar machen. Die Mäntel der Ober- und Unterkessel müssen dort, wo die Rohre eingewalzt werden, größere Blechstärke haben, als sonst mit Rücksicht auf die Festigkeit nötig wäre.

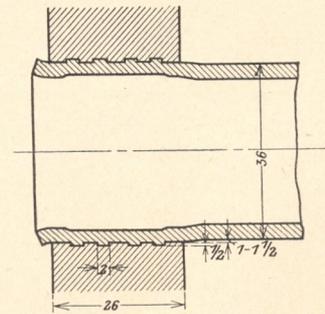


Fig. 127.

Man nimmt nun zum Mantel entweder zwei verschieden dicke Bleche und erhält damit zwei Längsnähte oder ein Blech von der für das Einwalzen erforderlichen Stärke, dessen Dicke an der nicht mit Rohren besetzten Fläche durch Abhobeln auf das notwendige Maß verringert wird; letzteres ist ein teures, aber durch die Gewichtsersparnis gerechtfertigtes Verfahren. Häufig werden die Mäntel aus einem nach dem Ehrhardtschen Verfahren nahtlos gewalzten Rohre hergestellt.

Fig. 126 zeigt einen der doppellendigen Wasserrohrkessel des Linienschiffes „Kaiser Wilhelm der Große“.

Die Kessel haben auf 1 qm Heizfläche etwa 8 l Dampfraum und 13 l Wasserraum.

Die Brenngeschwindigkeit beträgt etwa 300 kg/qm Rostfläche.

<sup>1)</sup> W. Mentz, Schiffskessel, S. 190.

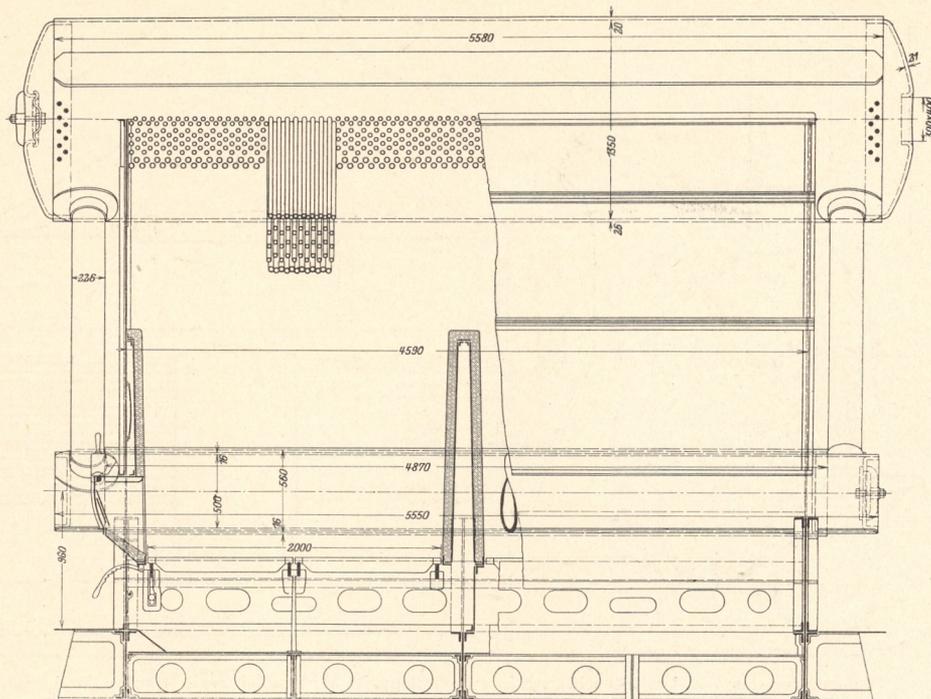


Fig. 126.

### D. Die Zugerzeugung.

Die erforderliche Zugstärke richtet sich nach dem Grade der Rostbeanspruchung, die mit der Geschwindigkeit des Schiffes wechselt. Bei guter Kohle braucht man eine Zugstärke von 10 bis 12 mm W. S. und kommt dann mit natürlichem Zuge aus, wie ihn die Schornsteine der größeren Schiffe, die 20 bis 30 m hoch sind, liefern. Der Schornstein hat einen Querschnitt von  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Rostfläche und wird häufig zum Schutz gegen Abkühlung doppelwandig ausgeführt, meistens ist dies bei dem unter Deck befindlichen Teil des Schornsteines und dem Rauchfang der Fall.

Bei einer Rostbeanspruchung von mehr als 100 oder 120 kg/qm gebraucht man künstlichen Zug, und zwar:

a) durch Überdruck im Heizraum. Der Heizraum wird dicht verschlossen, er ist zu diesem Zweck mit Doppeltüren versehen. Durch einen Ventilator wird die erforderliche Luftmenge in den Heizraum gedrückt. Der Überdruck beträgt 25 bis 60 mm W. S. Diese Druckerzeugung wird meistens bei Kriegsschiffen angewendet.

b) durch Überdruck im Aschenfall (Howdens forcierter Zug). Der Ventilator drückt die Luft durch eine Rohrleitung in den dicht abgeschlossenen Aschenfall, nachdem sie vorher im Rauchfang einen Luftvorwärmer passiert hat, dessen Rohre von den heißen Abgasen durchzogen werden. Die Temperatur der Gase wird dabei um 70 bis 100° erniedrigt, die Verbrennungsluft auf 120 bis 150° vorgewärmt. Über 100 mm W. S. soll die Zugstärke nicht gesteigert werden. Zu beachten ist, daß vor dem Öffnen der Feuertür der Aschenfall abgesperrt werden muß, damit die Flamme nicht heraus schlägt.

c) durch Absaugen der Gase aus den Feuerzügen (Ellis and Eaves induced draught). Ein im Rauchfang aufgestellter Ventilator saugt die Verbrennungsgase ab und die Verbrennungsluft durch einen Vorwärmer hindurch. Der Saugezug beträgt am Ventilator 50 bis 70 mm, im Aschenfall 6 bis 10 mm W. S.

Die Vorwärmung der Verbrennungsluft auf 120 bis 150° C bringt eine Kohlenersparnis von 6 bis 10 v. H.<sup>1)</sup>, was um so wichtiger ist, als eine Ausnutzung der Abgaswärme in Speisewasservorwärmern beim Schiffsbetrieb nicht in Betracht kommt, da das Speisewasser durch die Kondensation und den Abdampf der Pumpen schon genügend erwärmt wird und die ev. weitere Erwärmung zu dem großen Gewicht des Rauchgasvorwärmers, welches mitzuführen wäre, nicht in Einklang stehen würde.

### E. Die Überhitzer.

Später als beim Landdampfkesselbau hat man im Schiffsbetriebe mit der Einführung der Überhitzer begonnen. Indessen zwingen einerseits die immer gesteigerten Leistungen der Heizflächen, welche kaum noch den Dampf trocken genug liefern können, andererseits die in Landanlagen erzielten Vorteile, die Einführung derselben in Erwägung zu ziehen. Es sind hier insbesondere die Bauarten von Wilh. Schmidt verbreitet; für Zylinderkessel kommen folgende in Betracht:

1. Der Flammrohrüberhitzer. Er besteht aus einer größeren Zahl zu einem langen U gebogener Rohre, welche an drei Ringkammern angeschlossen und in ein zwischen den Rauchrohren liegendes Flammrohr hineingeschoben sind. Durch die Anordnung der Ringkammern wird bewirkt, daß jeder Dampfstrahl zwei U-Rohre hintereinander durchläuft.

Durch einen Ringschieber kann das Flammrohr vom Rauchfang abgesperrt werden. Dieser Überhitzer eignet sich für mittlere und kleinere Kessel, ist aber jetzt von dem unter 3. besprochenen Überhitzer überholt worden.

2. Der Schornsteinüberhitzer eignet sich zum nachträglichen Einbau in vorhandene Anlagen. Ein Teil des Schornsteininnern wird durch Wände zu einem prismatischen Raum abgeteilt, der den Überhitzer aufnimmt und unten mit den Enden eines Teiles der

<sup>1)</sup> W. Mentz, Schiffskessel, S. 230.

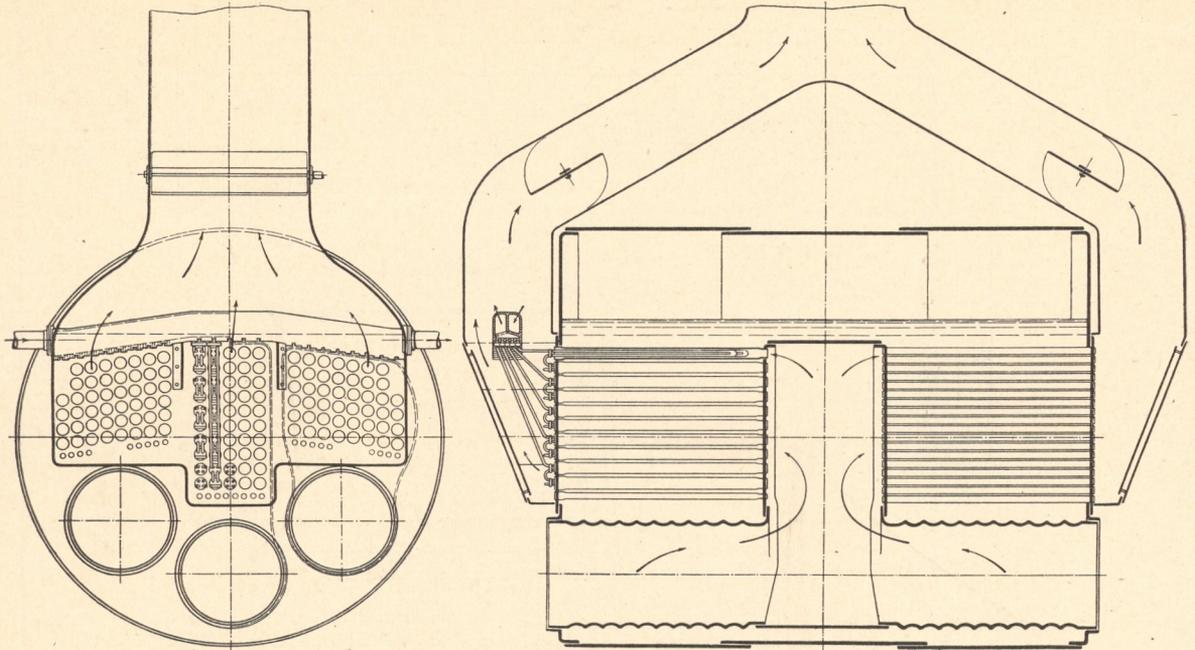


Fig. 128. Anordnung des Rauchrohrüberhitzers in einem Doppelender-Schiffskessel. Bauart: Wilh. Schmidt.

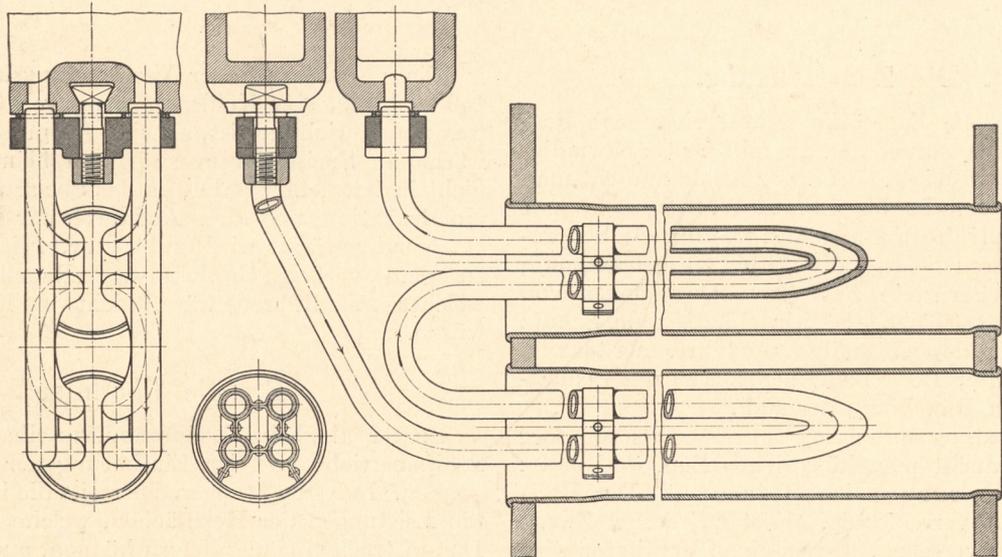


Fig. 129. Rauchrohrüberhitzer. Bauart: Wilh. Schmidt.

Rauchrohre in Verbindung steht, oben aber in den vollen Schornsteinquerschnitt mündet.

Durch diese den Überhitzer aufnehmende Kammer werden die Gase mit Hilfe eines Dampfbläfers mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als in den normalen Rauchrohren, hindurchgesaugt und treten daher mit höherer Temperatur an die Überhitzerheizflächen.

3. Der Rauchröhrenüberhitzer (Fig. 128) beruht auf demselben Gedanken wie der im Lokomotivkessel verwendete Rauchröhrenüberhitzer. Eine Anzahl der normalen Rauchrohre wird durch weitere Rohre von 100 bis 140 mm Durchmesser ersetzt; in diese werden die Überhitzerelemente, meistens aus vier nahtlosen Stahlrohren bestehend, welche so miteinander verbunden sind, daß der Dampf viermal die einfache Rohrlänge durchmessen muß, hineingesteckt. Die Befestigung am Sammelkasten geschieht durch eine oder zwei Schrauben (Fig. 129), so daß jedes Element leicht und schnell ent-

fernt bzw. ausgewechselt werden kann. Die Verbindung der Rohrenden im Rauchrohr besteht aus geschweißten Doppelrohrknien mit verstärkten Spitzen. Diese Bauart gibt gegenüber den einfach gebogenen Rohrknien den Vorteil einer größeren Durchgangsöffnung für die Feuer-gase und verbürgt auch wegen der verstärkten Spitze längere Lebensdauer.

4. Überhitzer mit eigener Feuerung werden auch beim Schiffsbetrieb gelegentlich angewendet, wenn aus irgendeinem Grunde der Überhitzer dem Dampfkessel nicht angegliedert werden kann. Die entsprechende Bauart von Wilh. Schmidt besteht aus dem Überhitzer in Verbindung mit einem Nebenkessel, welcher die erste Hitze der Feuerung aufzunehmen hat, um die Überhitzerrohre zu schützen.

5. Auch Wasserrohrkessel werden mit Überhitzern ausgestattet, indem z. B. beim Schulz-Kessel ein Teil der Wasserrohre durch Überhitzerrohre ersetzt ist.