

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 durchgeschnitten 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 Rohren 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.

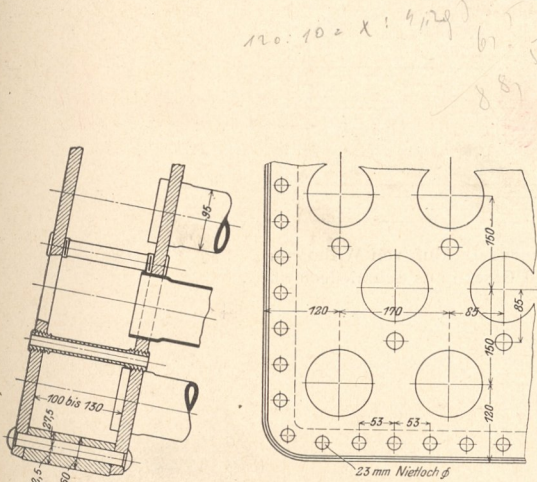


Fig. 53. Genietete Wasserkammer.

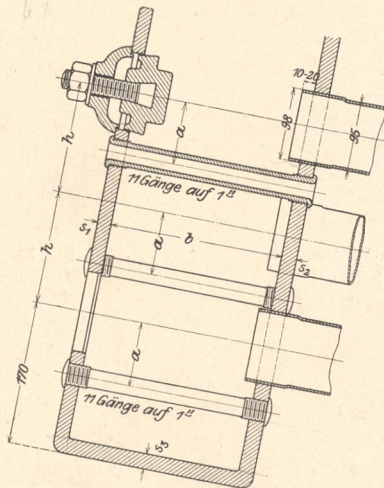


Fig. 54. Geschweißte Wasserkammer.

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.

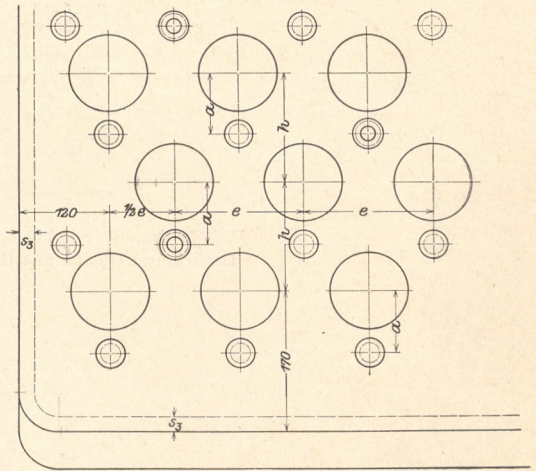
Die Versteifung der ebenen Kammerwandungen erfolgt durch Stehbolzenanker (Fig. 53 und 54), die bei geschweißten Kammern auch am Umfange zum Schutze der Schweißnaht gegen eventuelles Aufreißen eingeschraubt und nachher vernietet werden.

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
	äußerer . . . "		28,5	28,5	28,5	35
äuß. Gewindedurchmesser . . . "	33,4		33,4	33,4	42,1	
Kerndurchmesser . . . "	30,2		30,2	30,2	38,9	
Große Rohrteilung	Rohrentfernung {	$e$ . . . . . mm	170	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
	äußerer . . . "		28,5	35	35	35
äuß. Gewindedurchmesser . . . "	33,4		42,1	42,1	42,1	
Kerndurchmesser . . . "	30,2		38,9	38,9	38,9	
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.

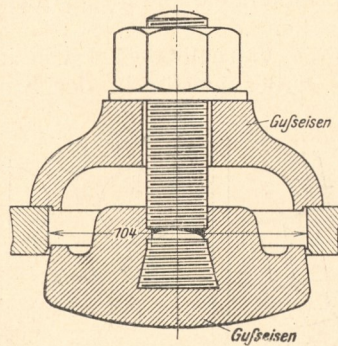


Fig. 55. Innerverschluß von Büttner, Deckel und Glocke aus Gußeisen<sup>1)</sup>.

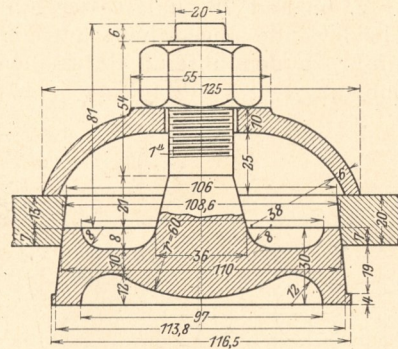


Fig. 56. Innerverschluß von Willmann, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

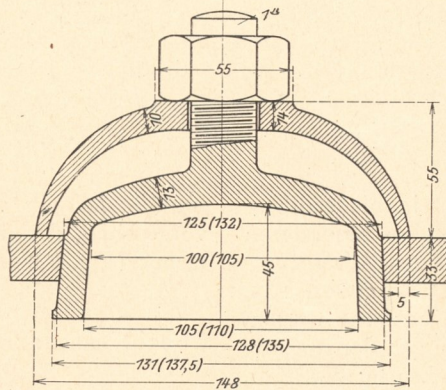


Fig. 57. Innerverschluß von Dürr, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

2. Rohrlochverschlüsse mit besonderem Dichtungsmaterial, von innen einzubringen.

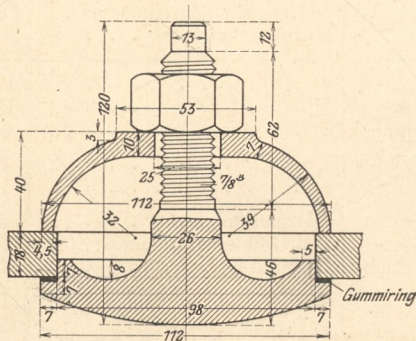


Fig. 58. Innerverschluß von Steinmüller, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

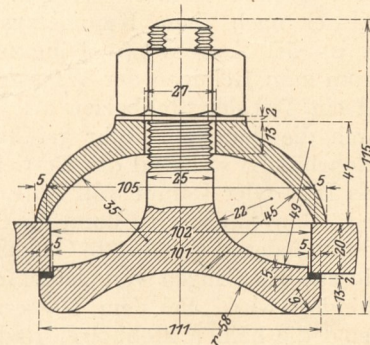


Fig. 59. Innerverschluß von den Guilleaume-Werken, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

<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.

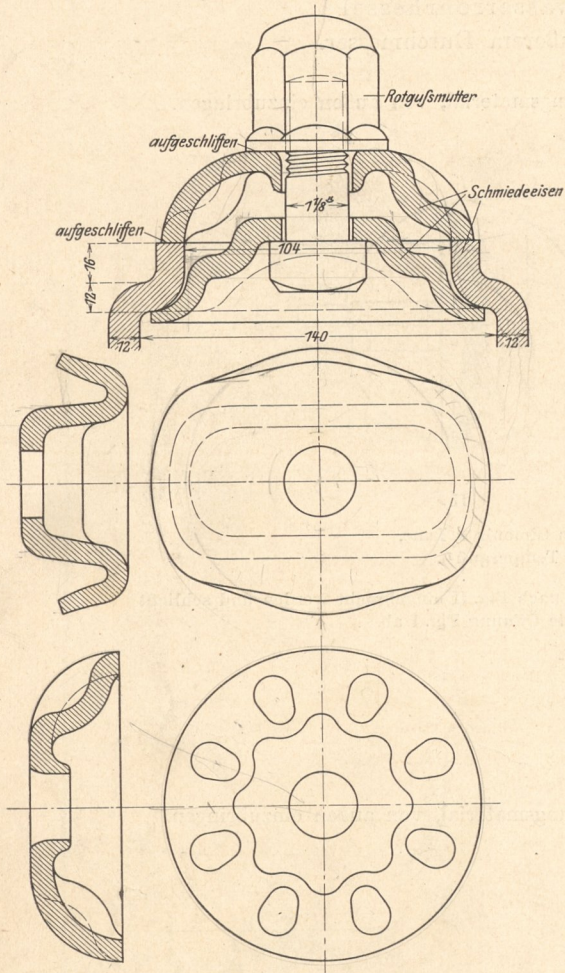


Fig. 63. Außenverschluß mit metallischer Abdichtung, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

#### 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. —

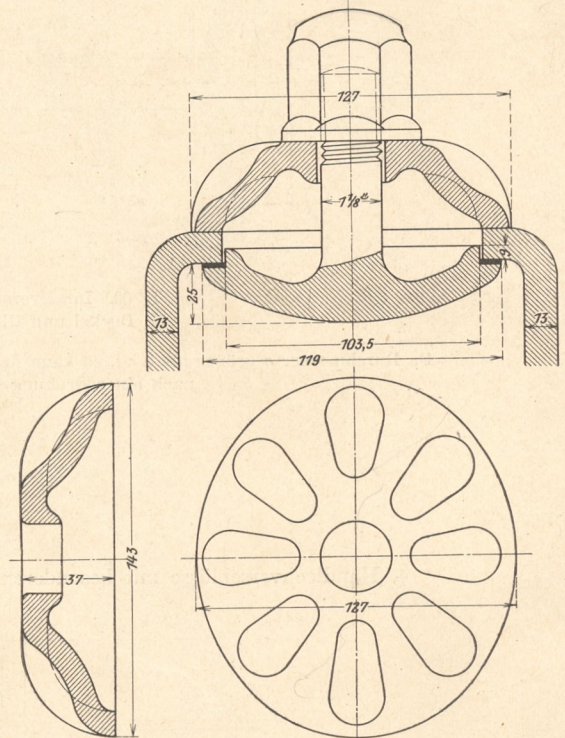


Fig. 64. Ovaler Innenverschluß mit besonderem Dichtungsmaterial, von außen einzubringen, Deckel und Glocke aus Schmiedeeisen.

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

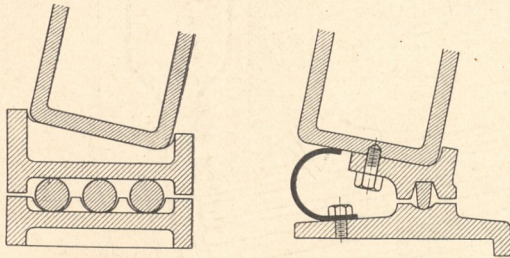


Fig. 65.

Fig. 66.

Lagerung der Kessel.

der Siederohre 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 Siederohre, 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.

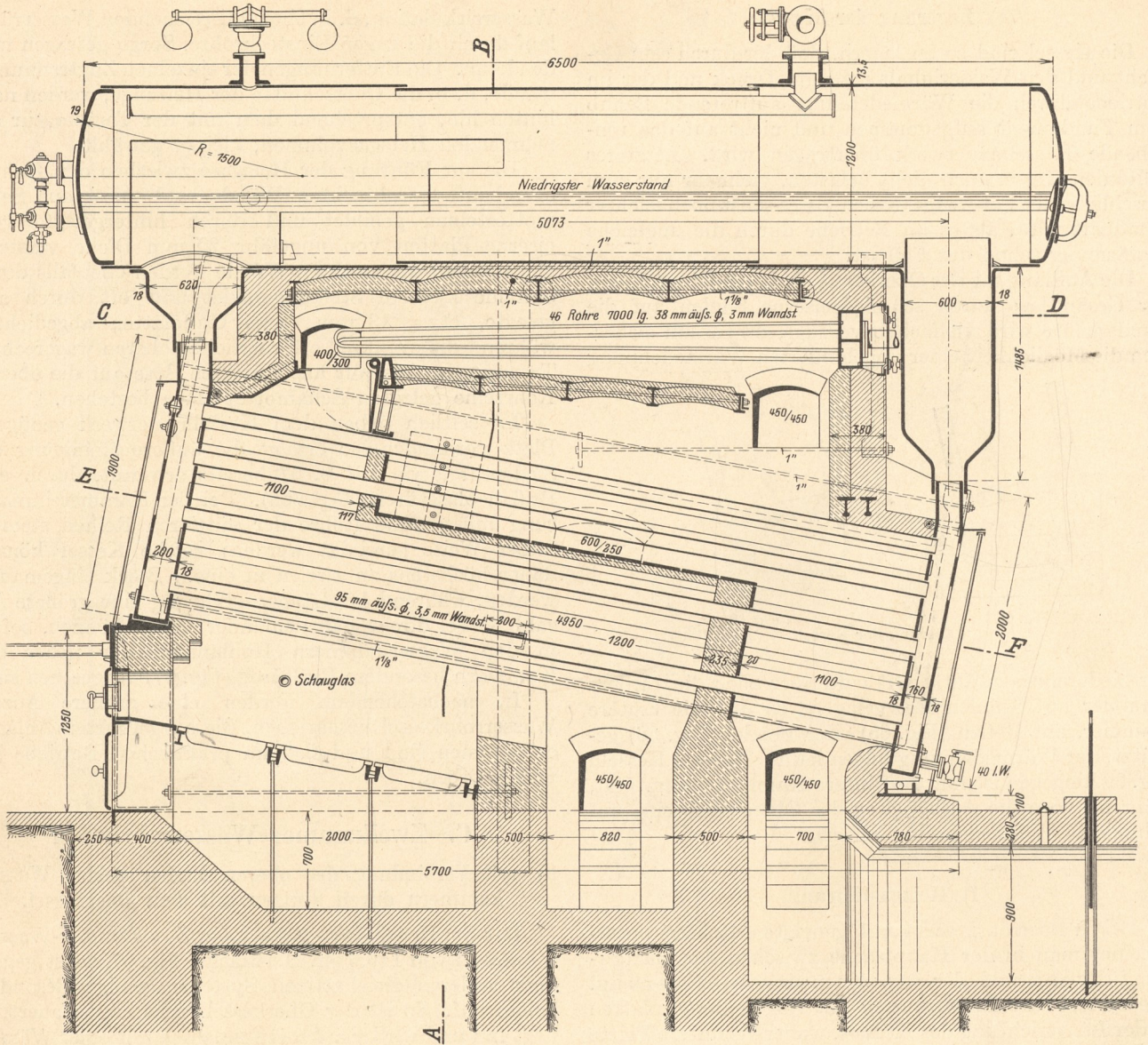
Der 38,6 qm große Überhitzer besteht aus 46 Stück U-förmig gebogenen Rohren von 38 mm äußerem Durchmesser und 3 mm Wandstärke, die in eine schmiedeeiserne Kammer nach Fig. 154 eingewalzt sind.

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.

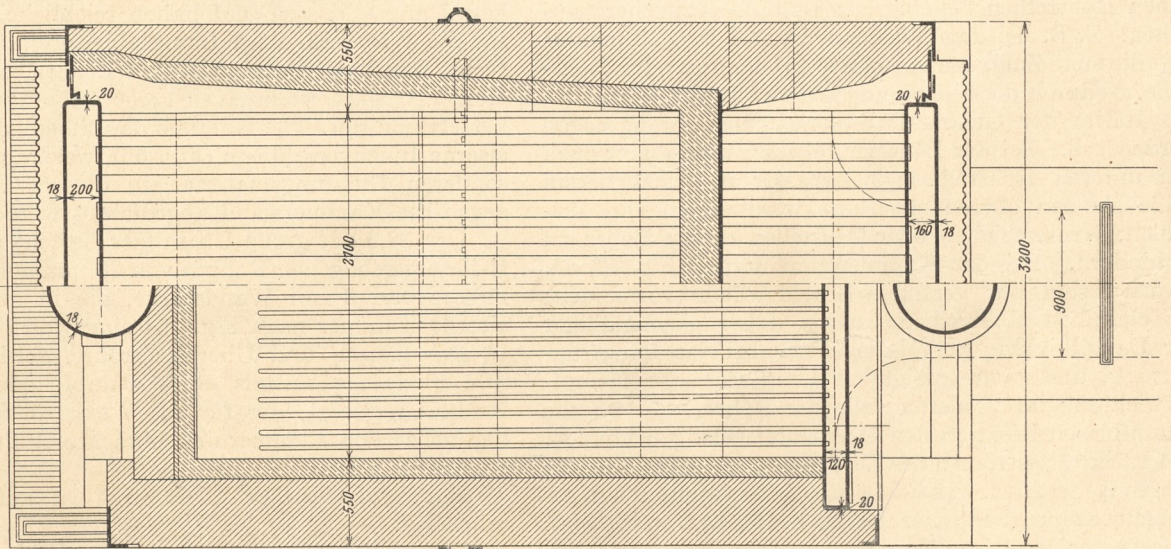
Ein Steinmüller-Kettenrost ist auf S. 204 beschrieben.

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.



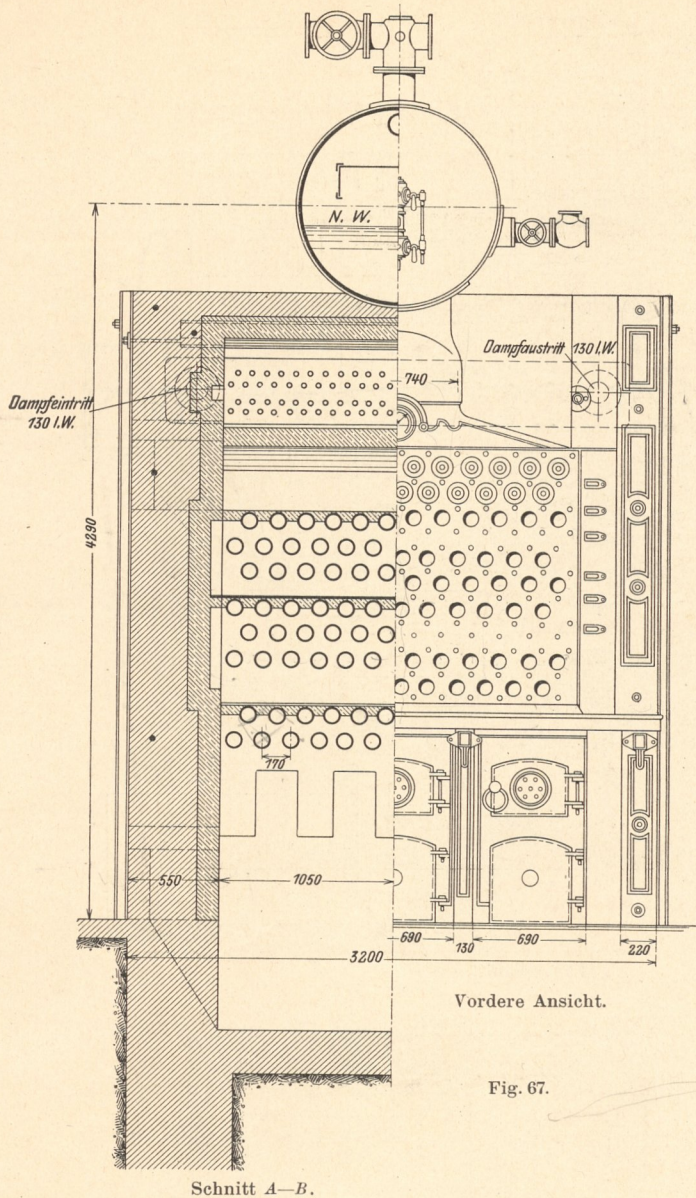


Fig. 67.

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.

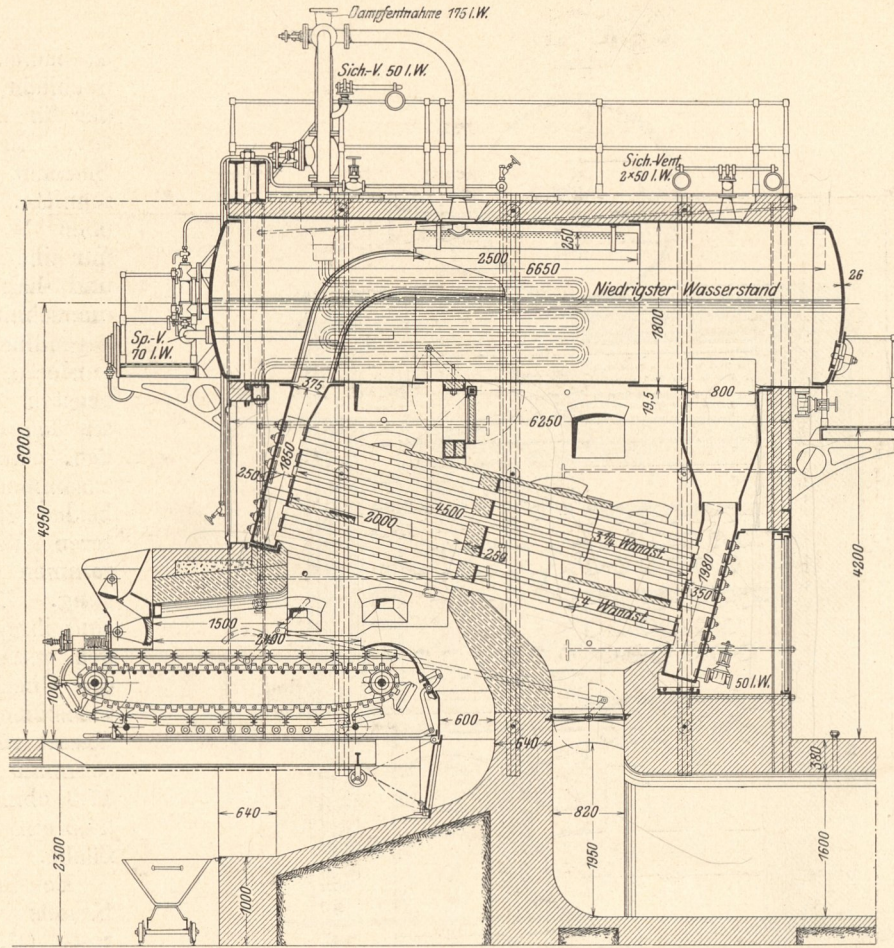
[Forts. s. S. 76.]

Zahlentafel Nr. 23

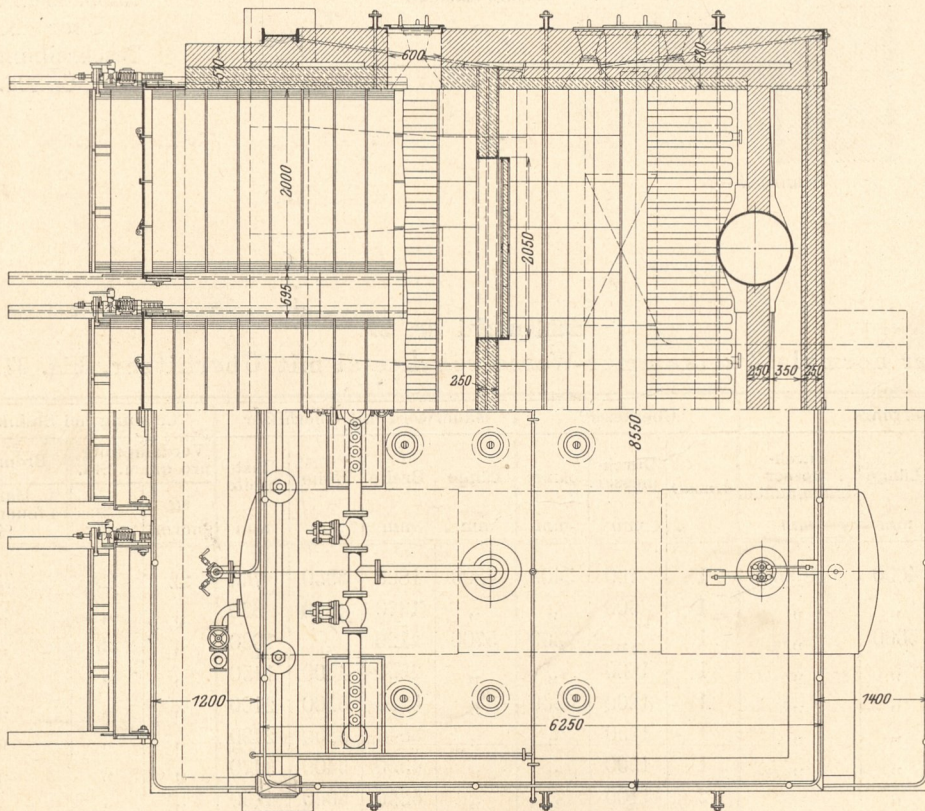
über normale Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 67.

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 Beschiekung %
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.

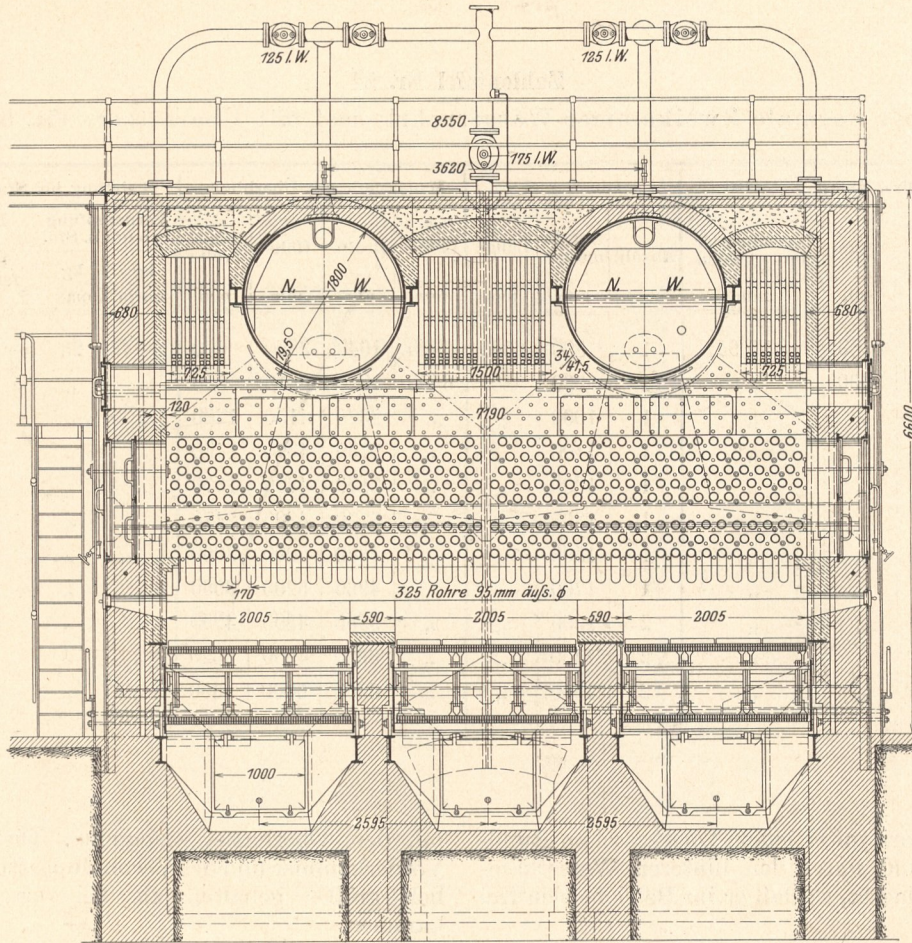


Grundrißschnitt und obere Aufsicht.

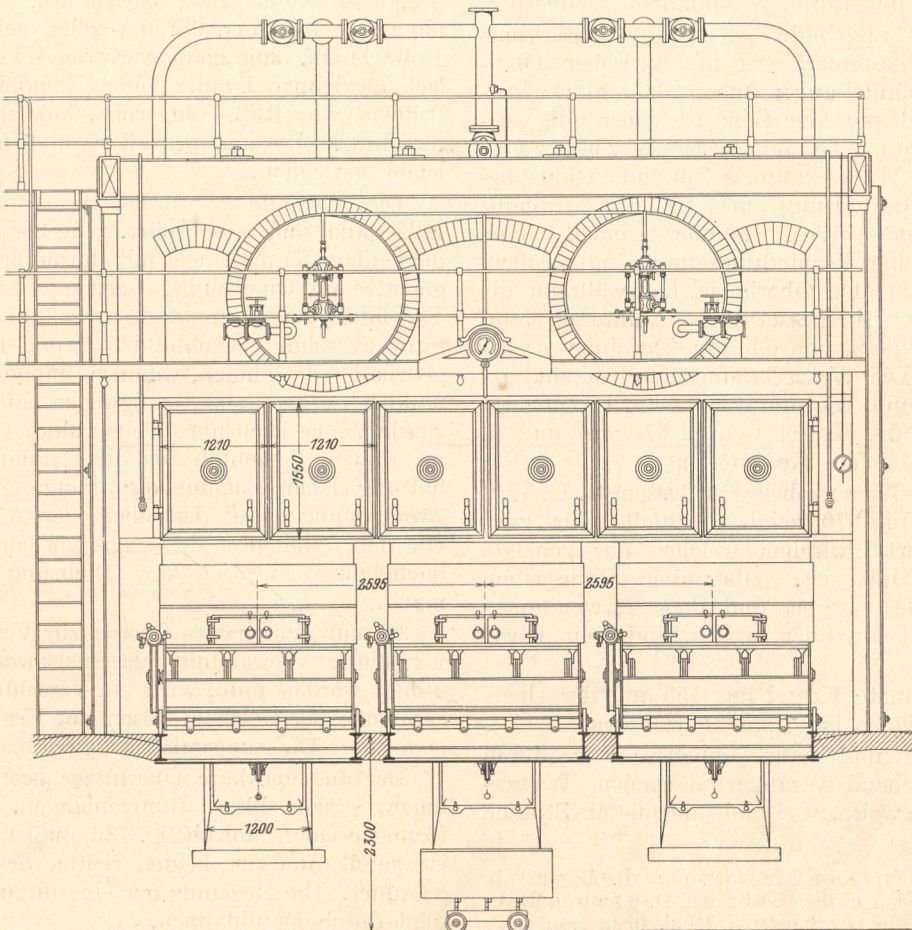
Fig. 68. Hochleistungs-Zweikammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: Petry-Dereux, G. m. b. H., Düren i. Rhld.

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 Verschuß 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 Verschuß 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.



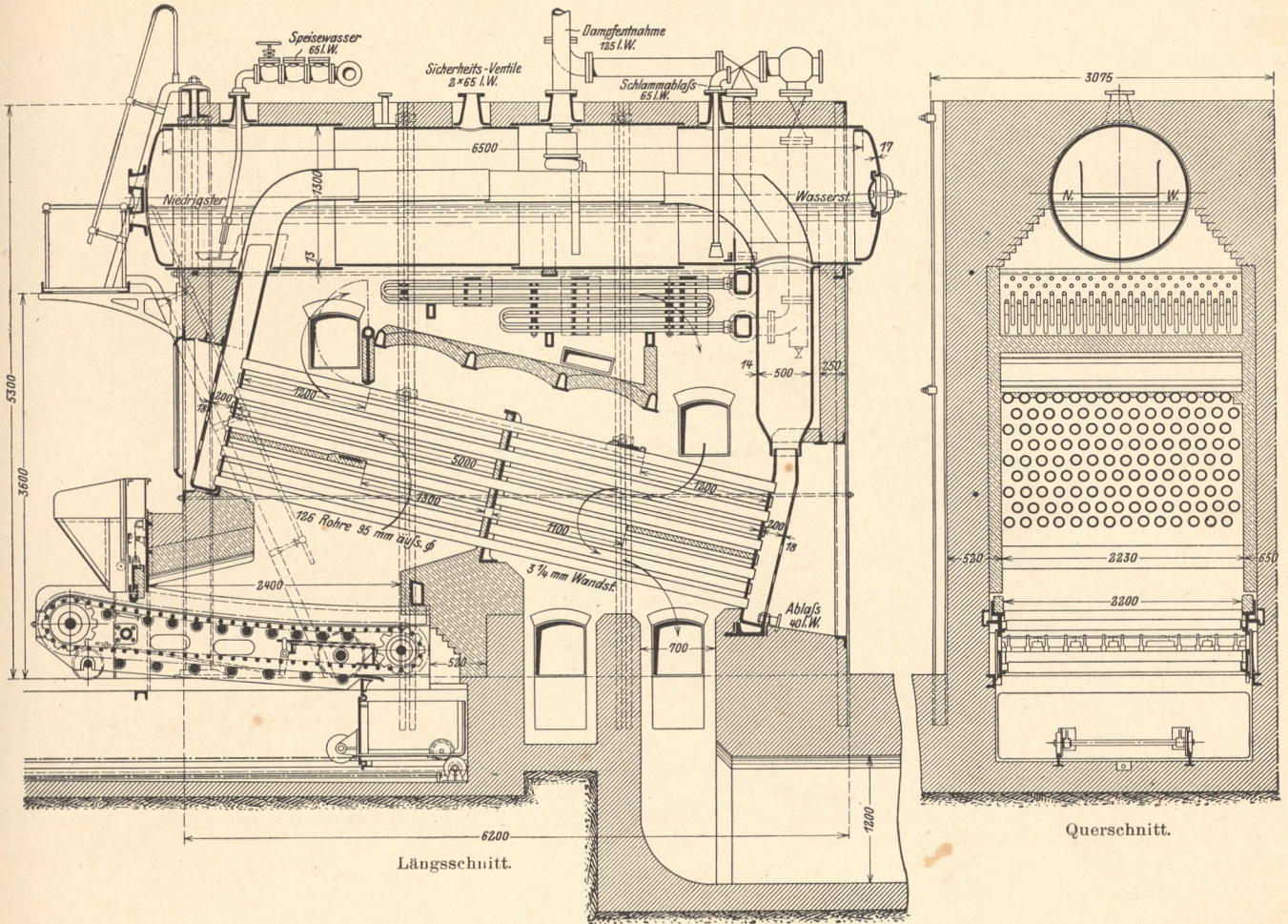


Fig. 69. Büttner's Schnelllaufkessel.  
Ausführung: Rheinische Dampfessel- und Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Ürdingen a. Rh.

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	"	"	"	"







Zahlentafel Nr. 26

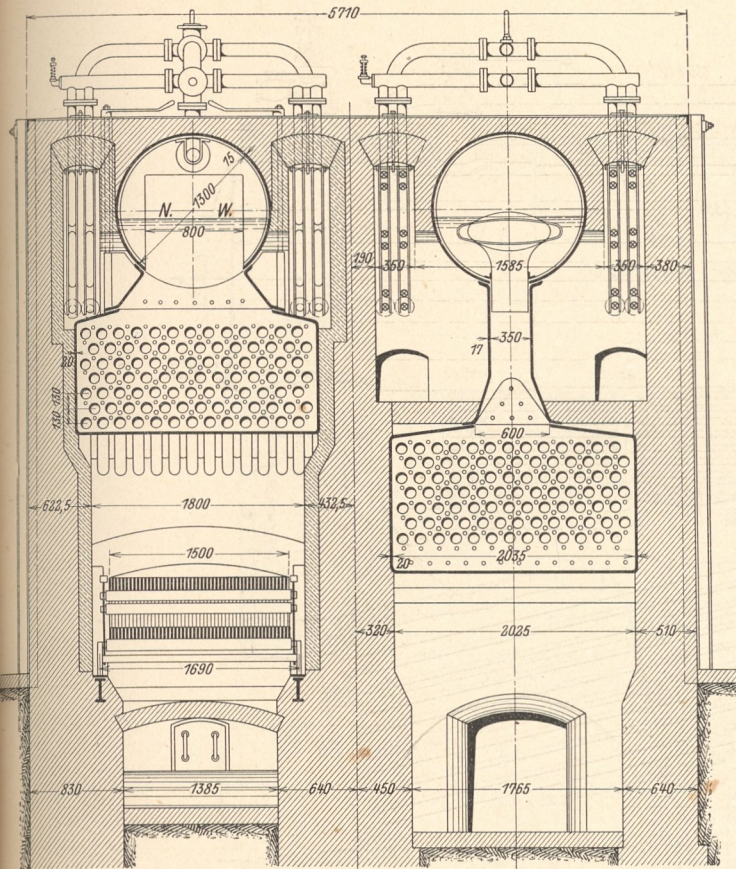
über normale Zweikammer-Wasserrohrkessel,  
Fig. 70.

Kessel- heiz- fläche	Wasserrohre				Oberkessel			Mauerwerk mit Überhitzer		
	Anzahl in der		Länge mm	Durch- messer außen mm	Anzahl	Durch- messer mm	Länge mm	Länge mm	Breite mm	Höhe mm
	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.

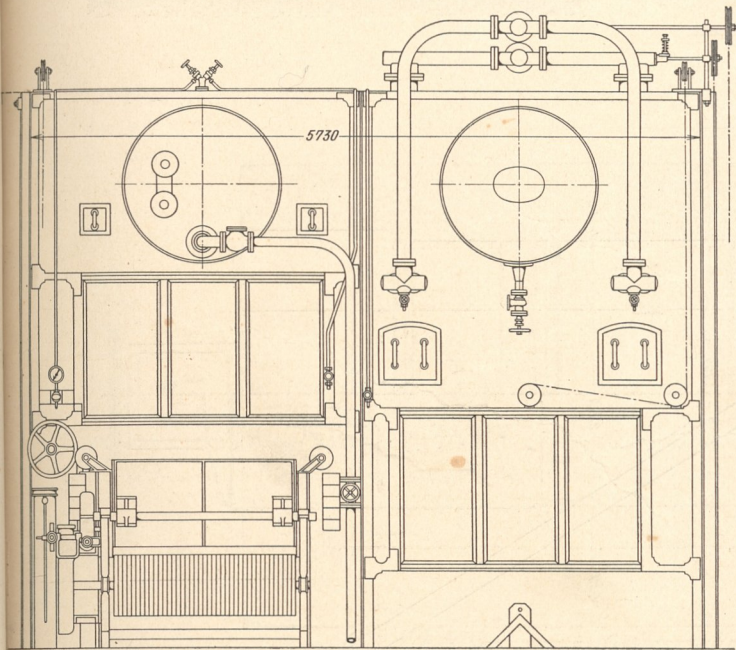
Bei dem Wasserrohrkessel Fig. 71 von 178 qm Heizfläche und 10 at Betriebsdruck wird vorn unter dem Rohrsystem ein Schrägrost mit zwei darüberliegenden Querkesseln *A* und *B* angebracht und der Rost derart geneigt, daß der verbrauchte Brennstoff durch selbsttätiges Nachrutschen von frischem Material 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 Tenbrinkfeuerung“ 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.

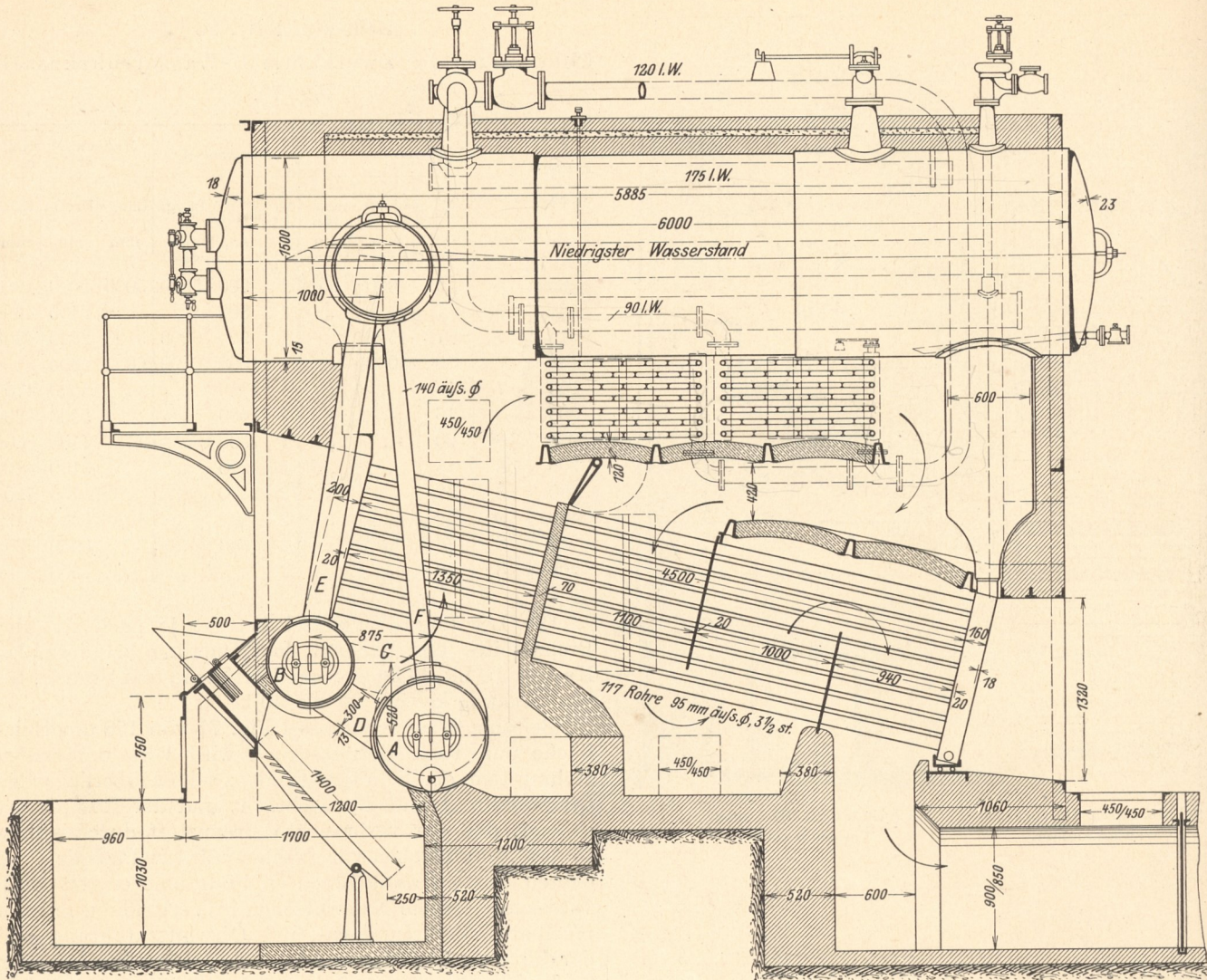
Hintere Ansicht.

Fig. 70. Zweikammer-Wasserrohrkessel.

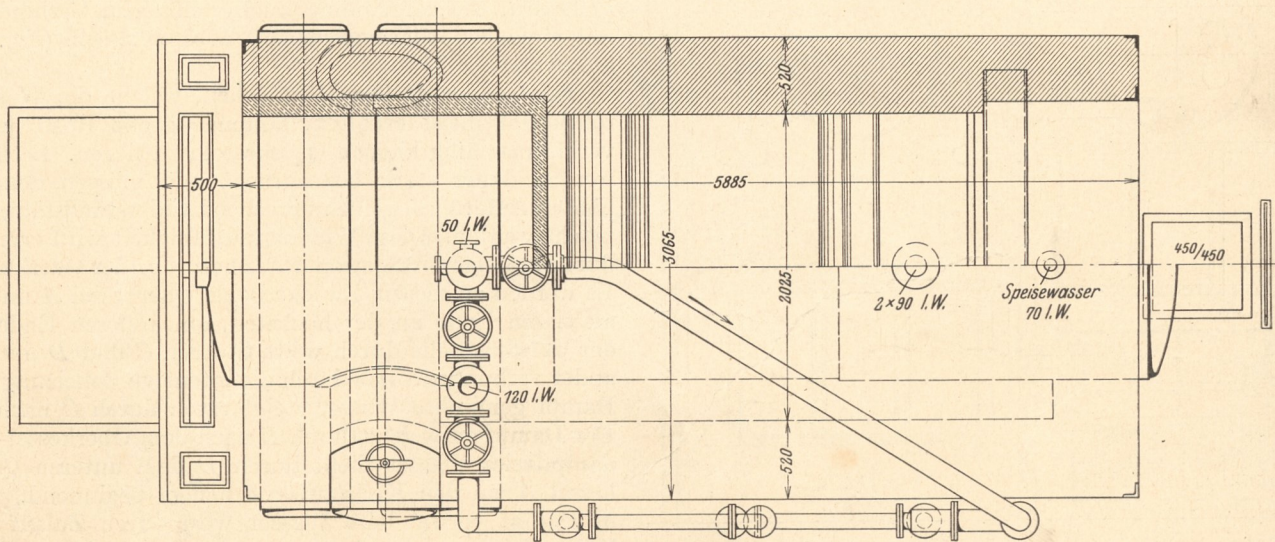
Ausführung: Oberschlesische Dampfkesselwerke, B. Meyer, Gleiwitz.

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





Längsschnitt.

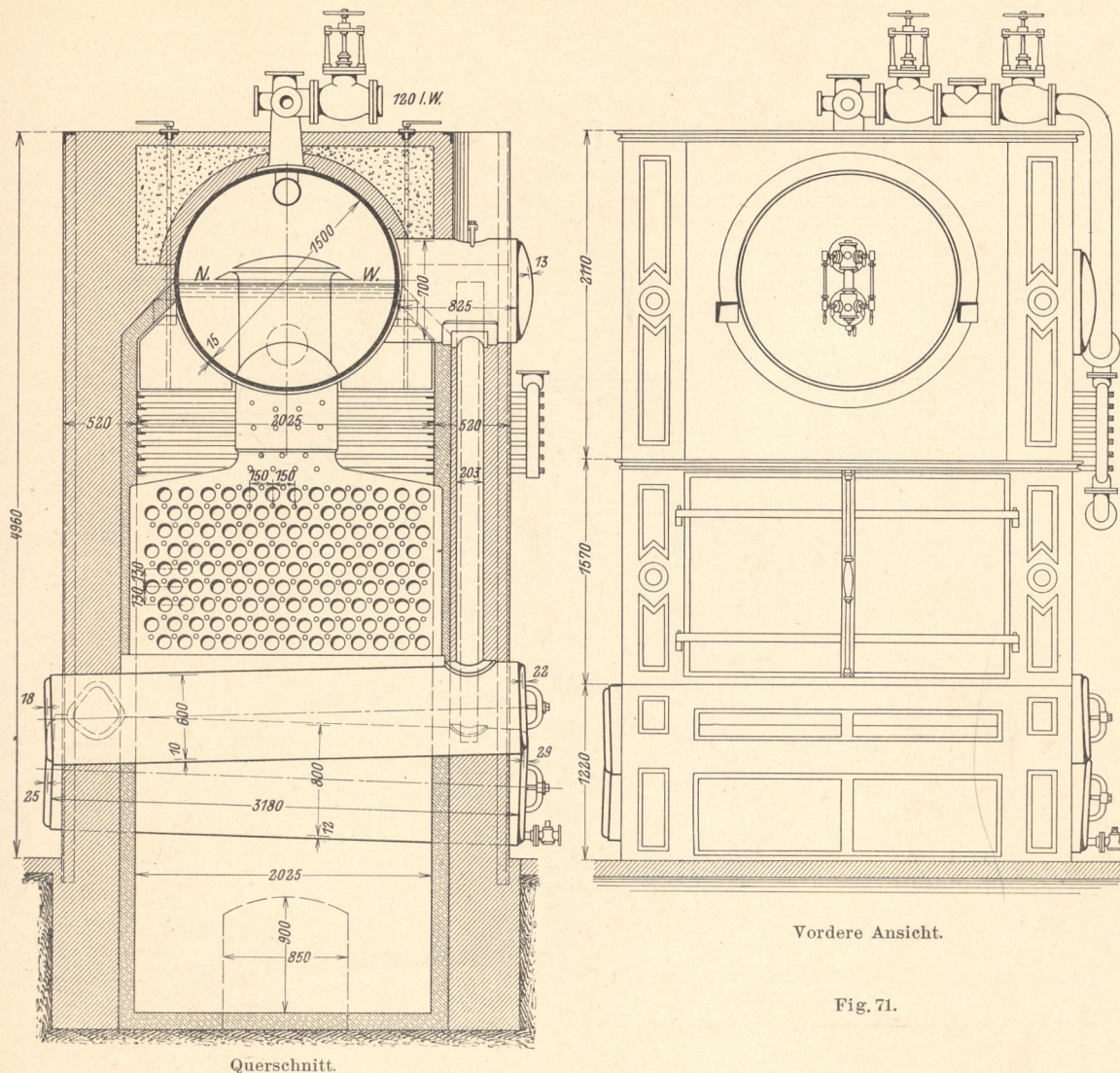


Grundrisschnitt und obere Aufsicht.

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

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





Querschnitt.

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

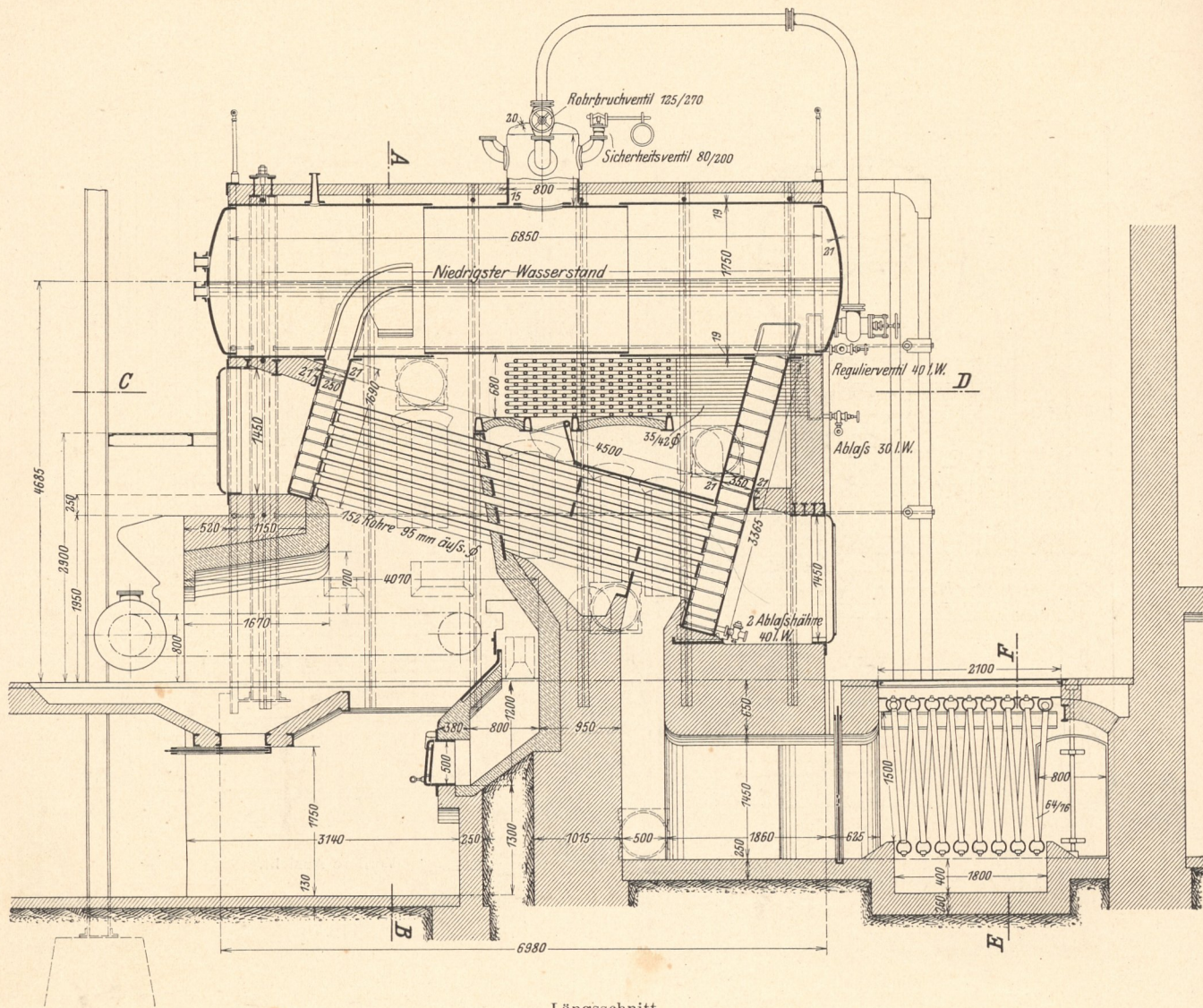
aus, wird von einem kurz vor dem längeren Verbindungsstutzen angebrachten Schlammfänger aufgefangen und zeitweise durch einen Hahn abgelassen.

Die Kammerverschlüsse sind Innenverschlüsse.

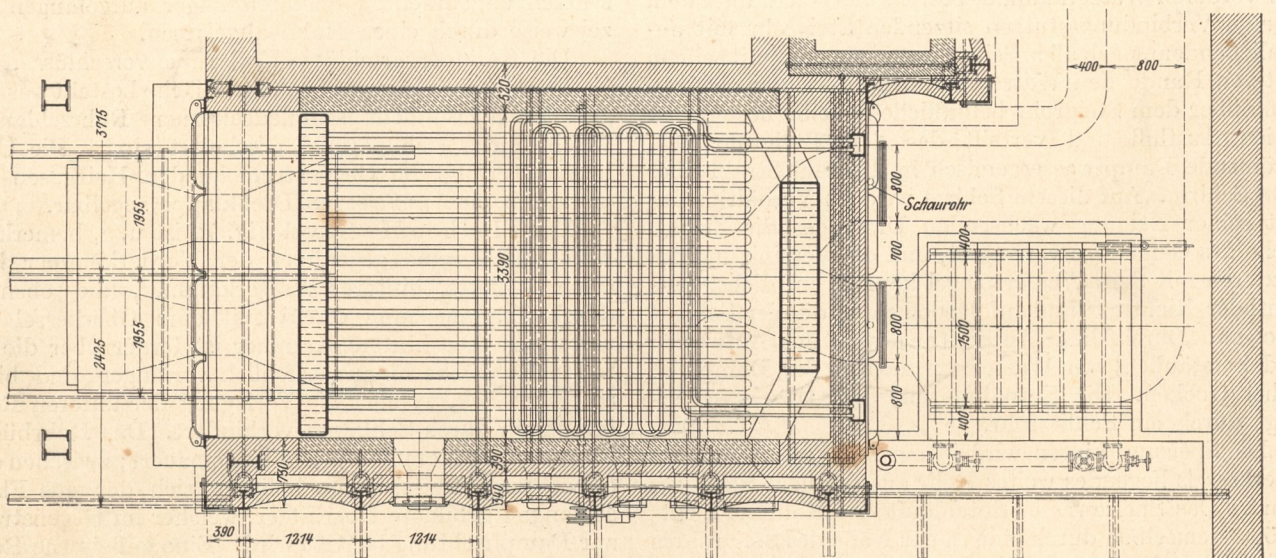
Der Überhitzer von 46 qm Heizfläche besteht aus zwei getrennten Bündeln schmiedeeiserner Rohrschlangen, welche unter sich parallel geschaltet sind. Die Überhitzung erfolgt im Gegenstrom zu den Heizgasen und ist durch eine gußeiserne Drehklappe regelbar.

Der Piedboeuf - Kessel Fig. 72 ist u. a. bemerkenswert durch seine gegenüber der Vorderkammer breit dimensionierte hintere Wasserkammer, die ebenfalls durch Umflanschung 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.

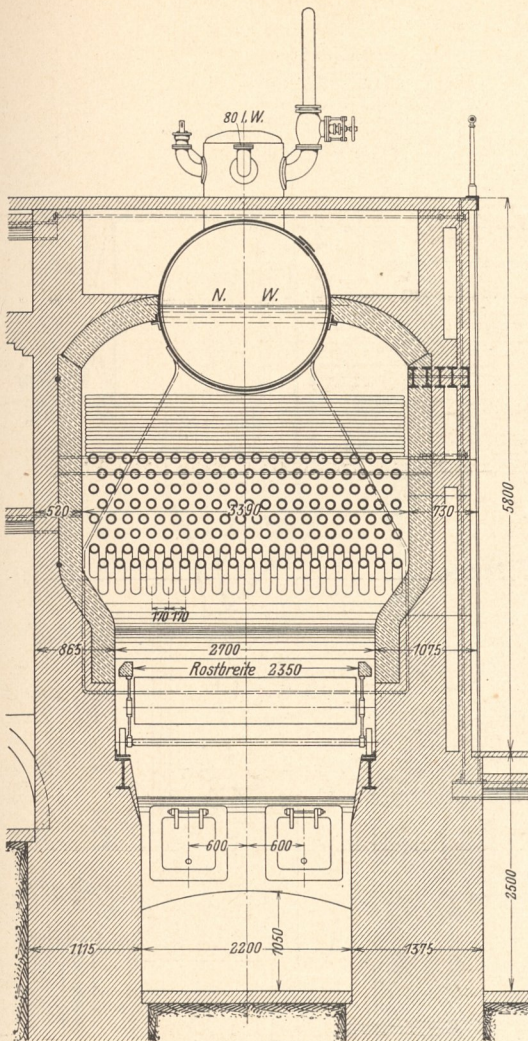


Schnitt C-D.

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.

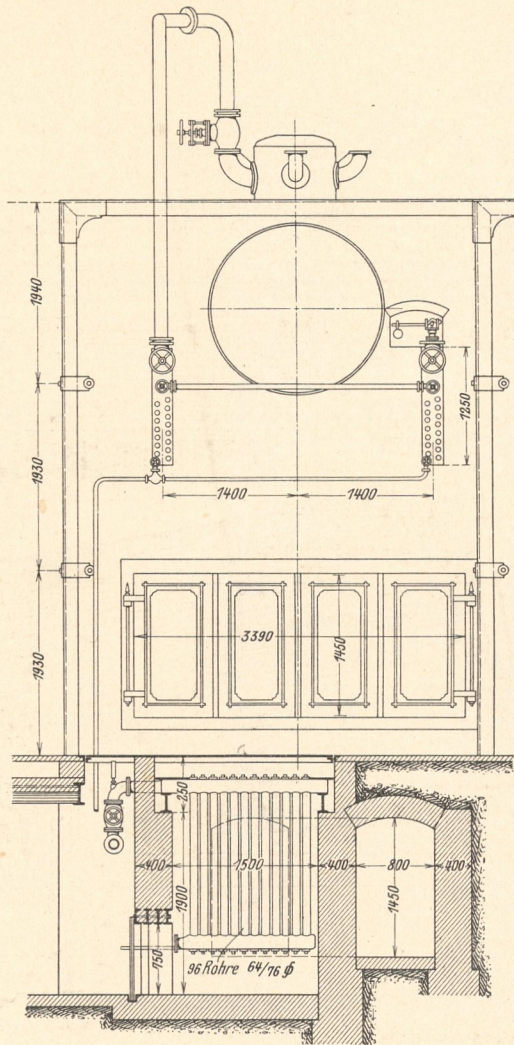


Fig. 72.

Rückansicht und Schnitt E—F.

Absperrung durch Umschaltventile aus dem Dampfströme 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 Gegenströme 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.

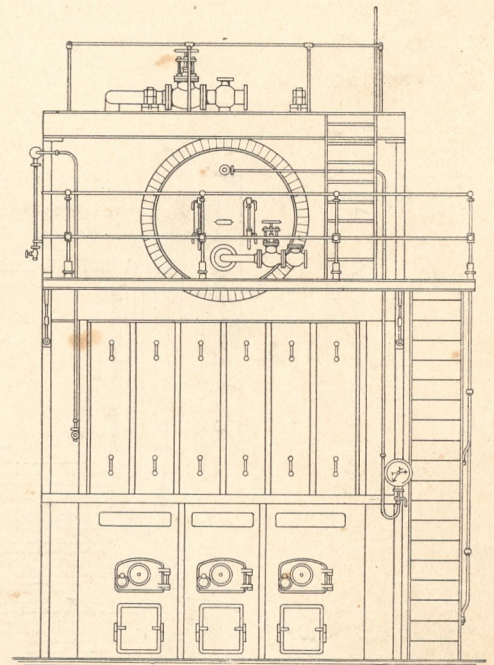
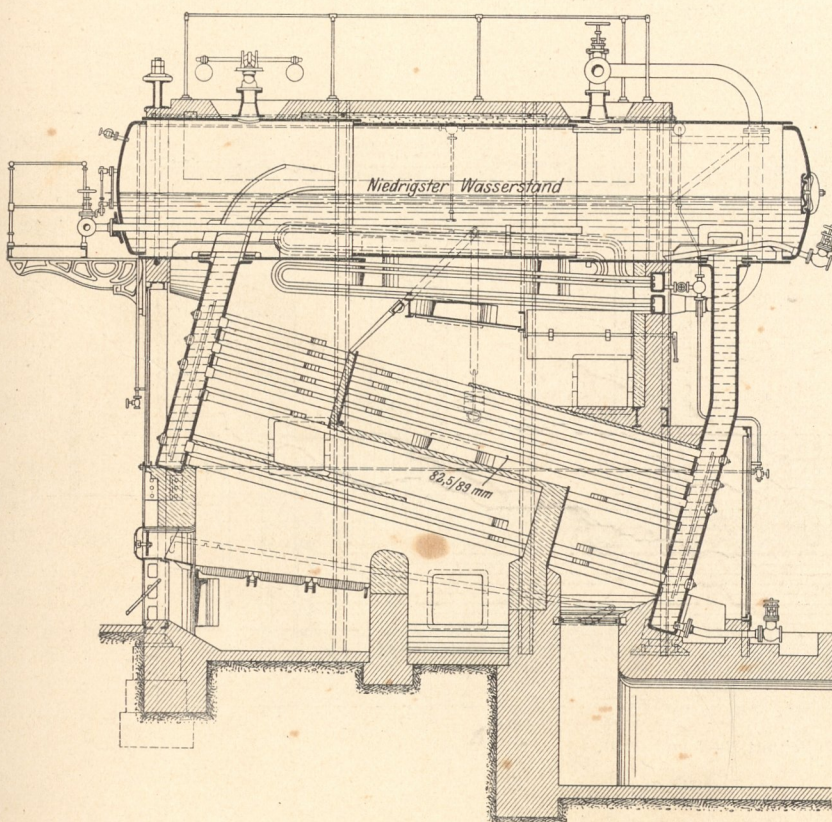
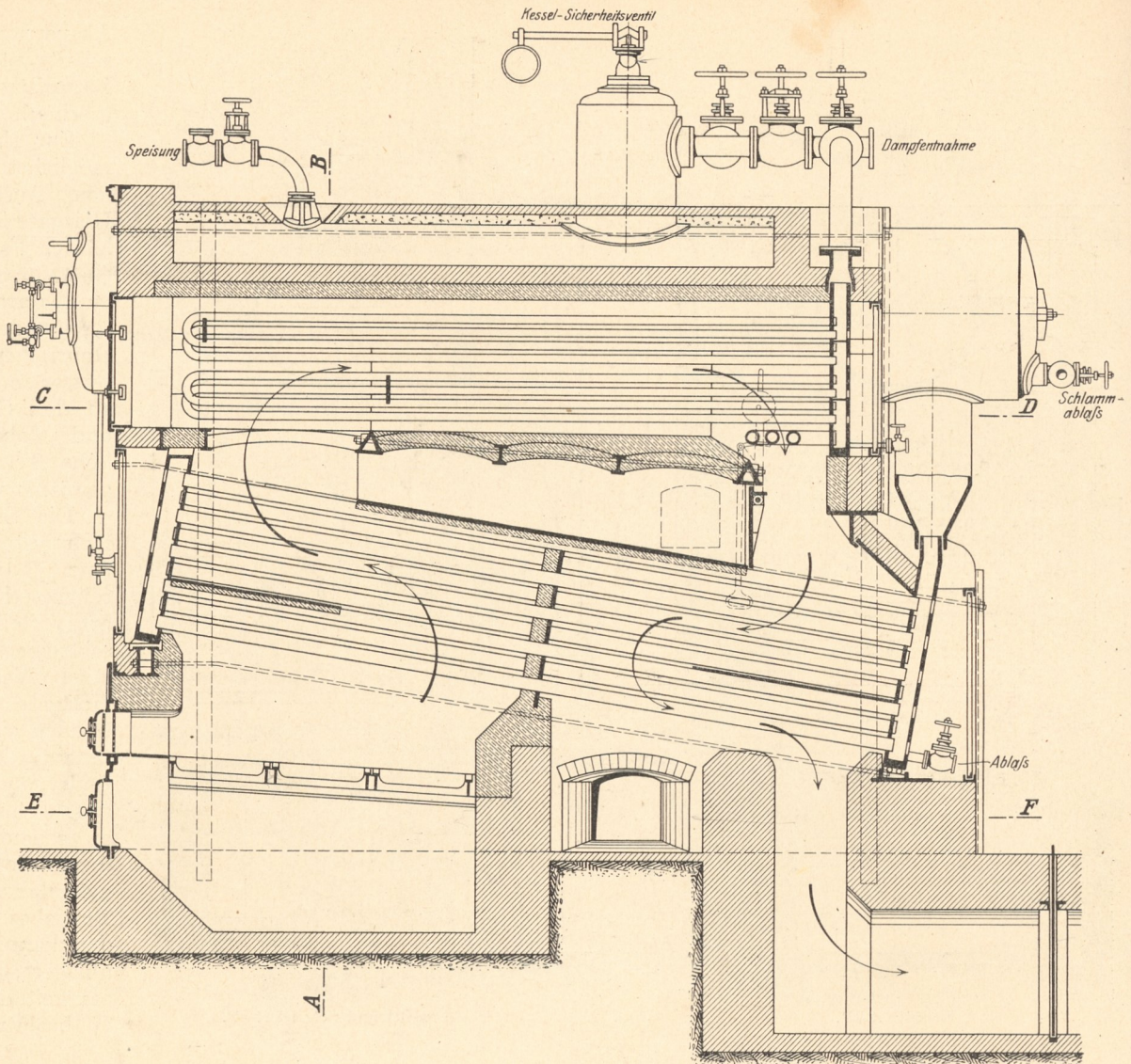
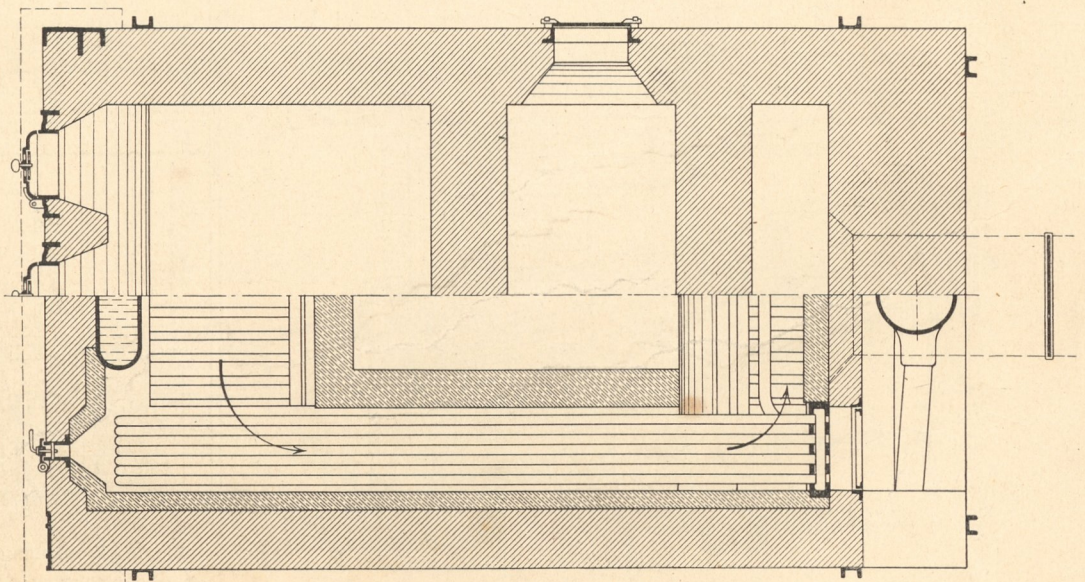


Fig. 73. Zweikammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: A. Borsig, Tegel.





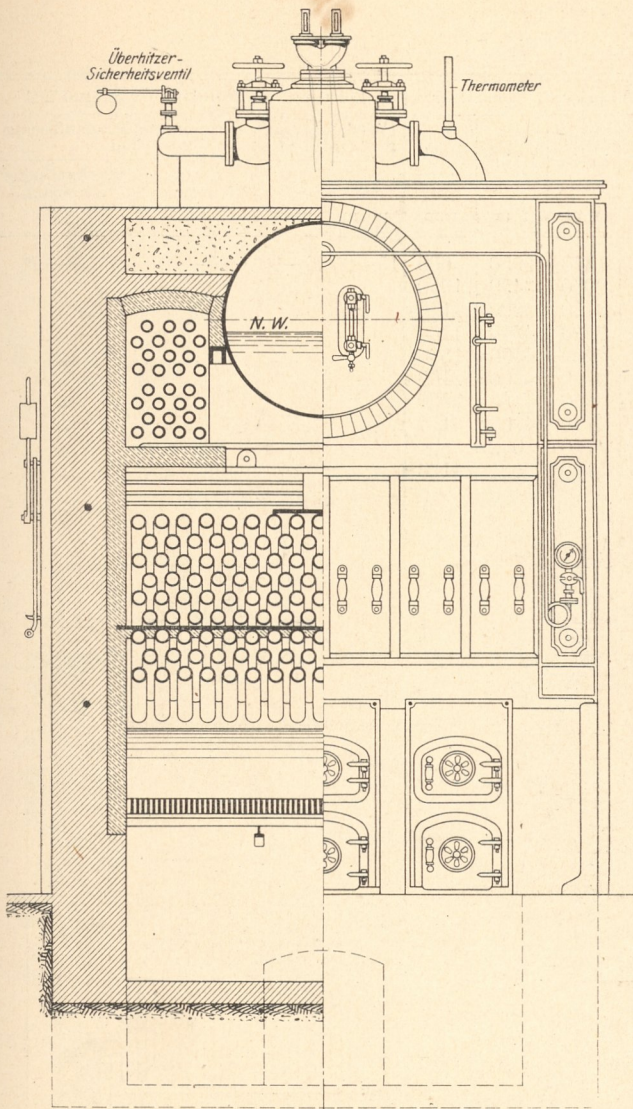
Längsschnitt.



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	"	"	"	"

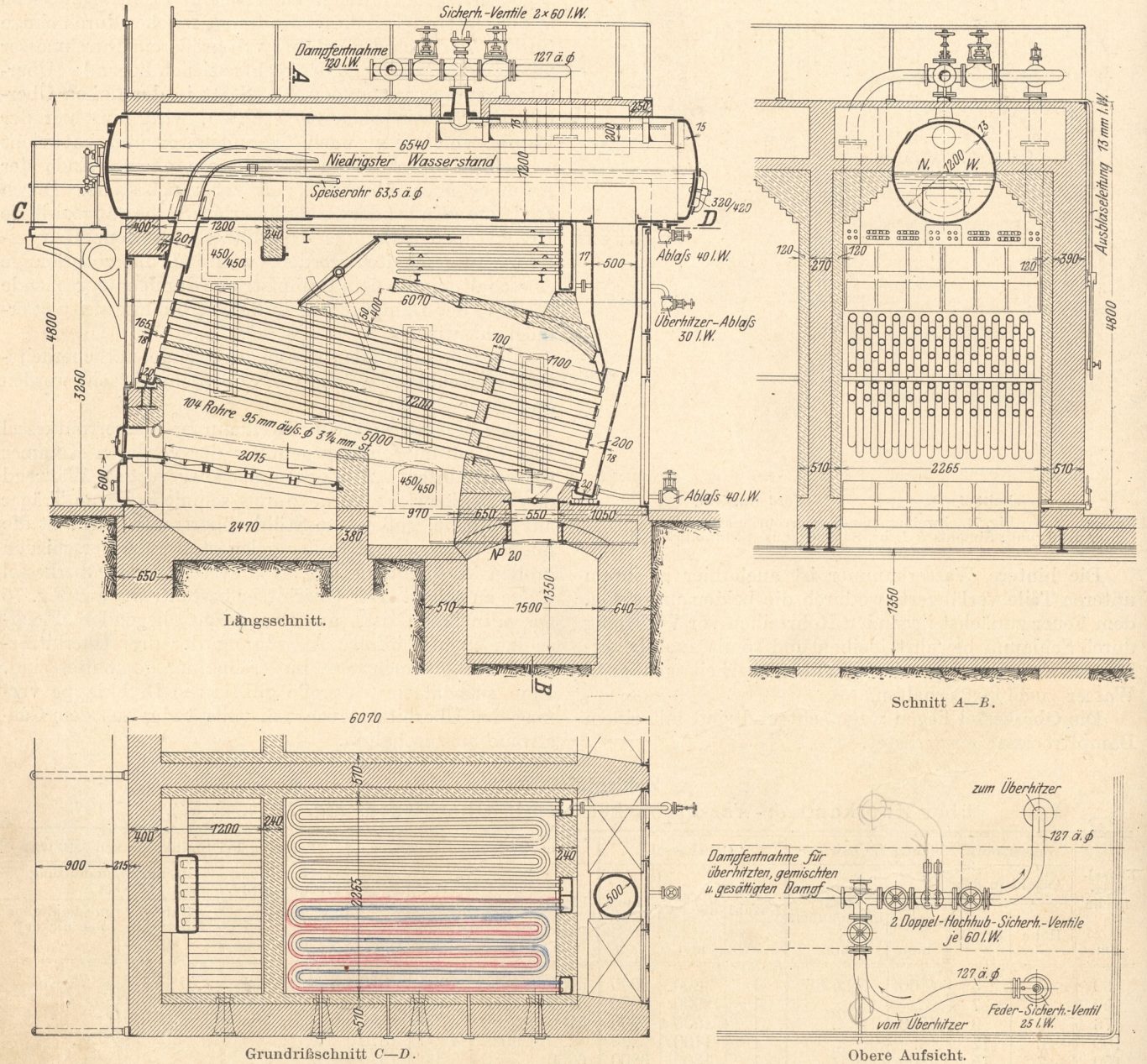
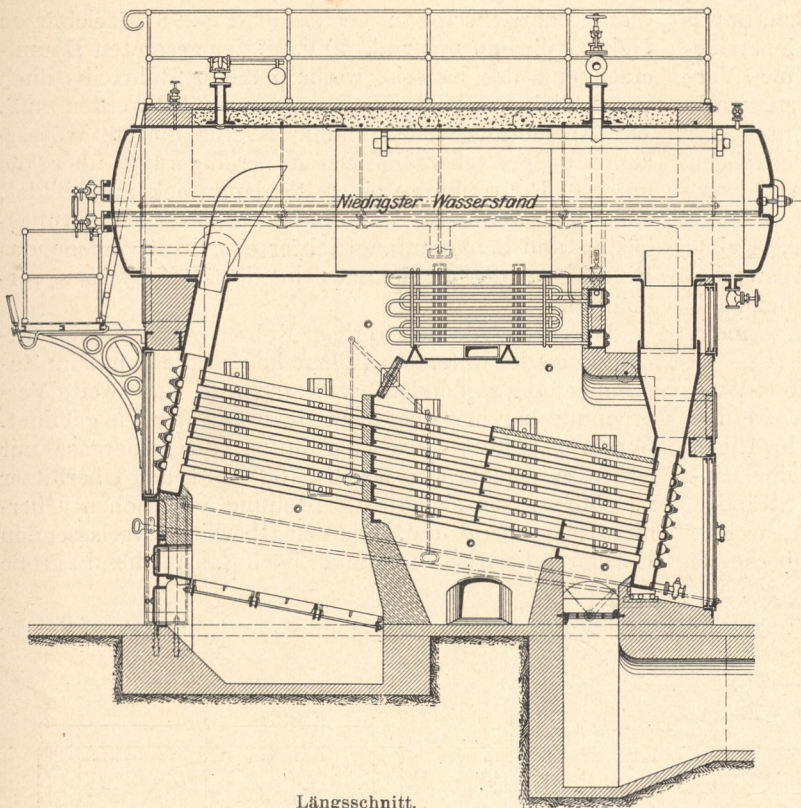


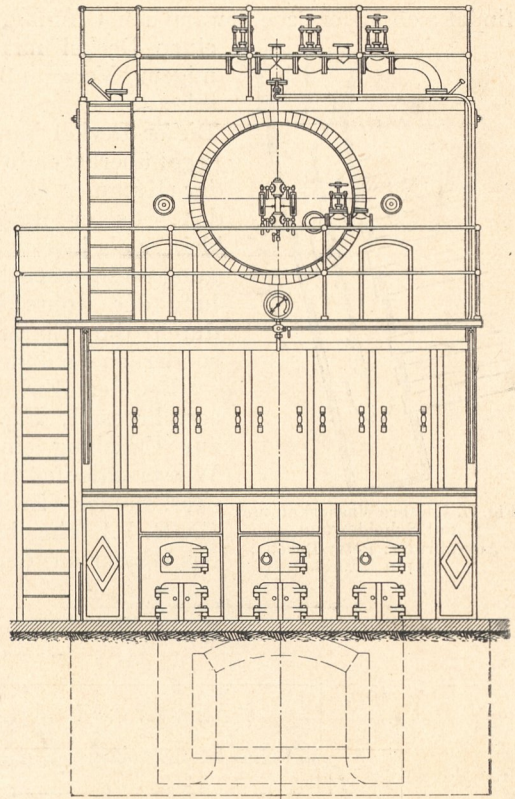
Fig. 75. Zweikammer-Wasserrohrkessel. Ausführung: Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Kalk bei Köln a. Rh.  
Überdruck = 10 at, Heizfläche = 167,5 qm, Überhitzerheizfläche = 50 qm, Rostfläche = 4,4 qm.

<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 schmiedeeisernen 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 Verschluss 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.

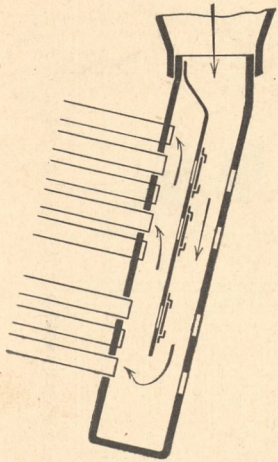
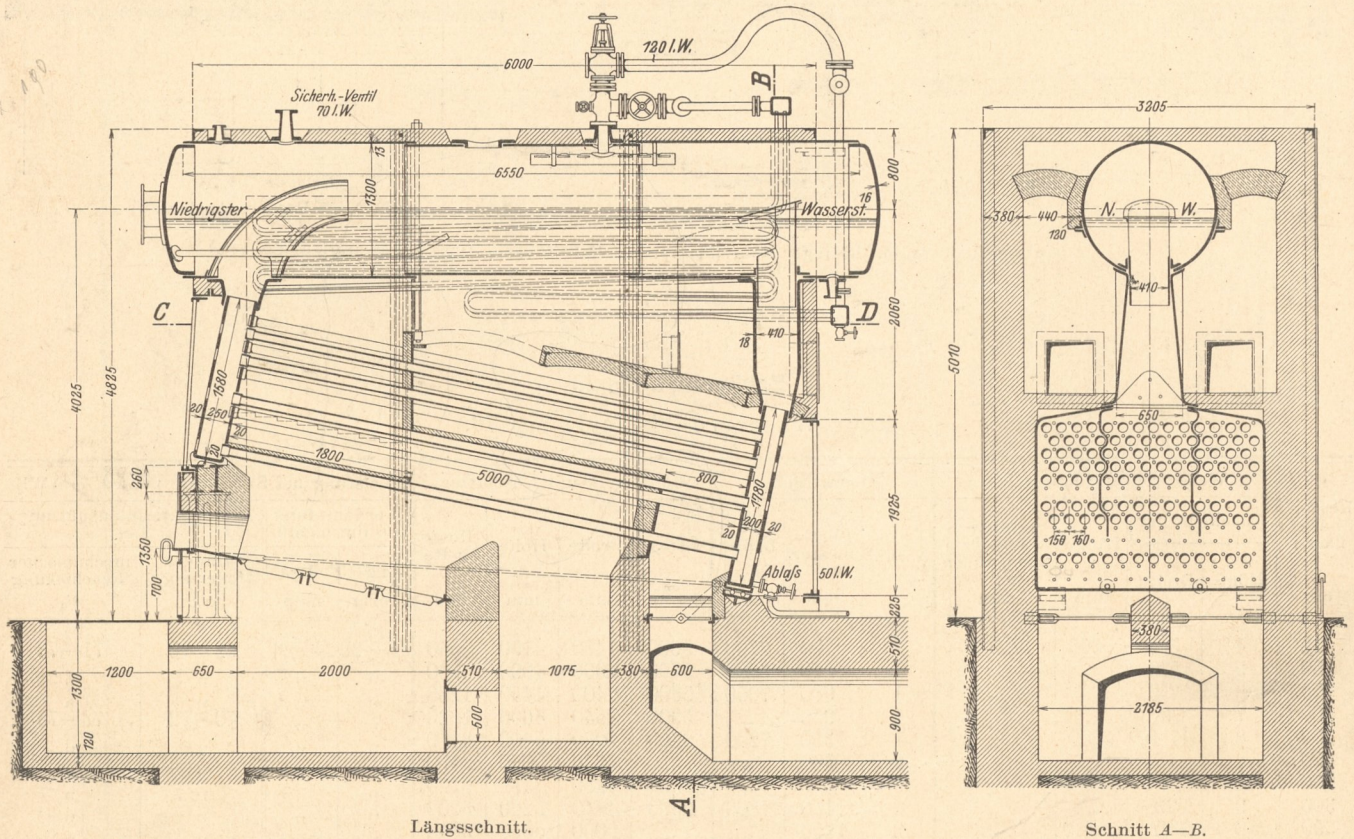


Fig. 77. Hintere Wasserkammer mit Scheidewand.  
Ausführung: Petry-Dereux, Düren i. Rhld.

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

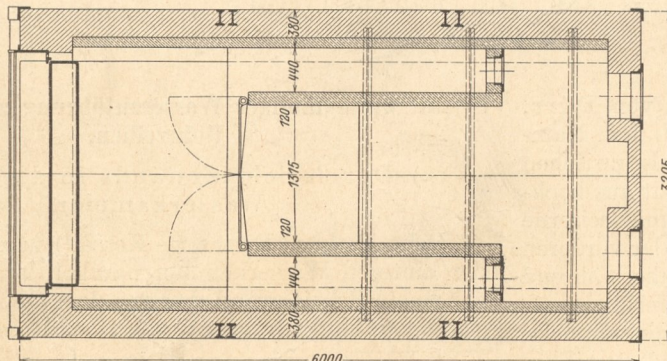
der untersten Rohrreihe zuleiten sollen. Die Heizfläche dieser Rohrreihe leistet bei der in Fig. 78 gezeichneten Heizgasführung mehr als 50 v. H. der gesamten Dampferzeugung des Kessels, weshalb dieser Rohrreihe auch in reichlichem Maße das Wasser zugeführt werden muß. Zur Ablagerung von Schlamm ist 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	"	"	"	"

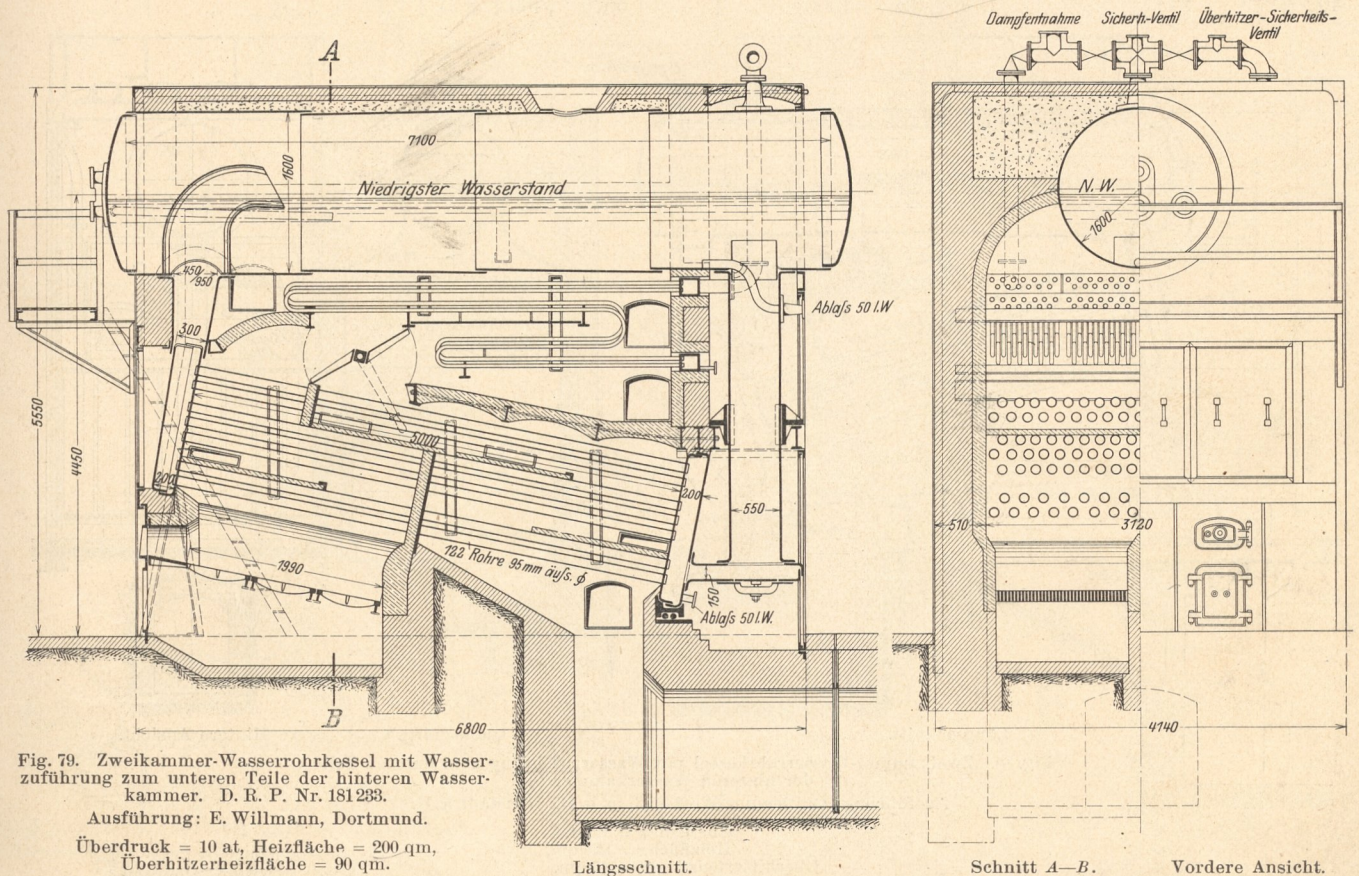


Fig. 79. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer. D. R. P. Nr. 181233.  
Ausführung: E. Willmann, Dortmund.  
Überdruck = 10 at, Heizfläche = 200 qm,  
Überhitzerheizfläche = 90 qm.

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.

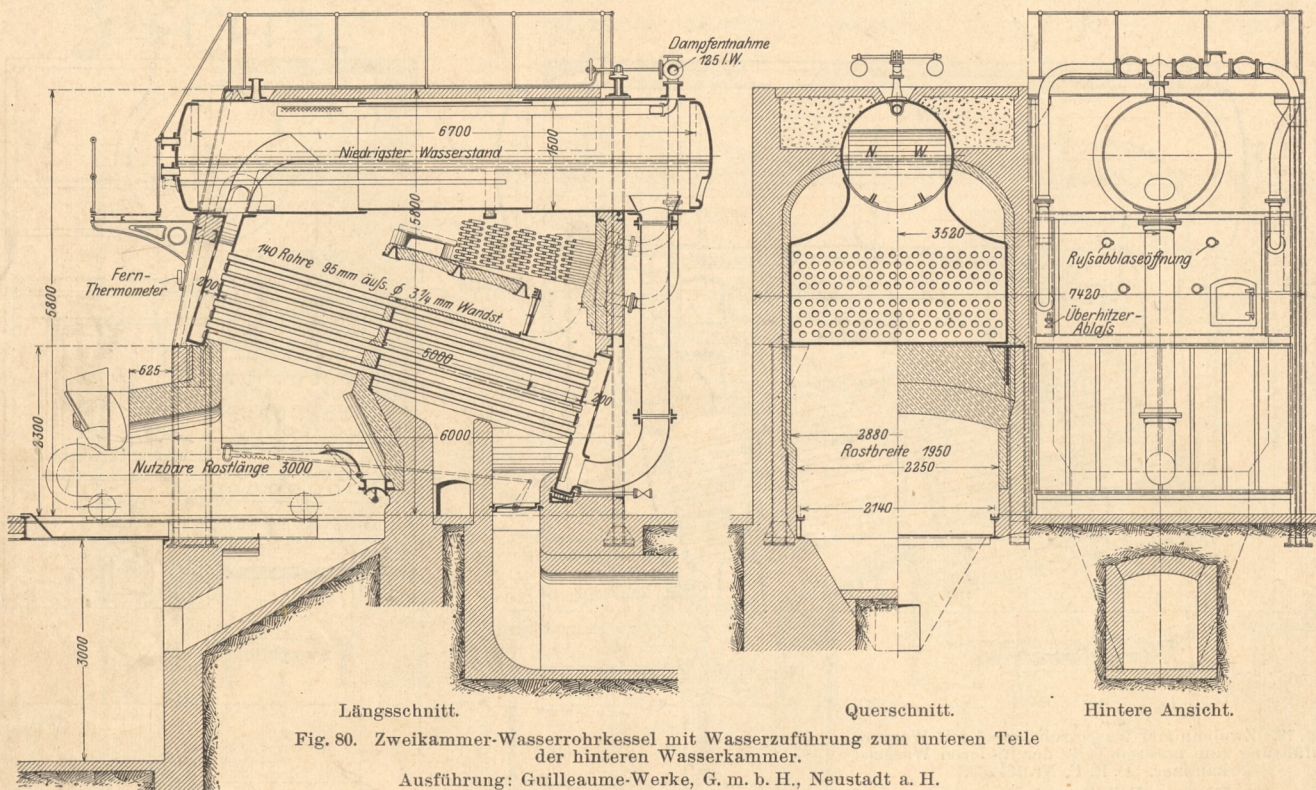
β) Durch besondere Verbindungen mit dem Oberkessel.

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

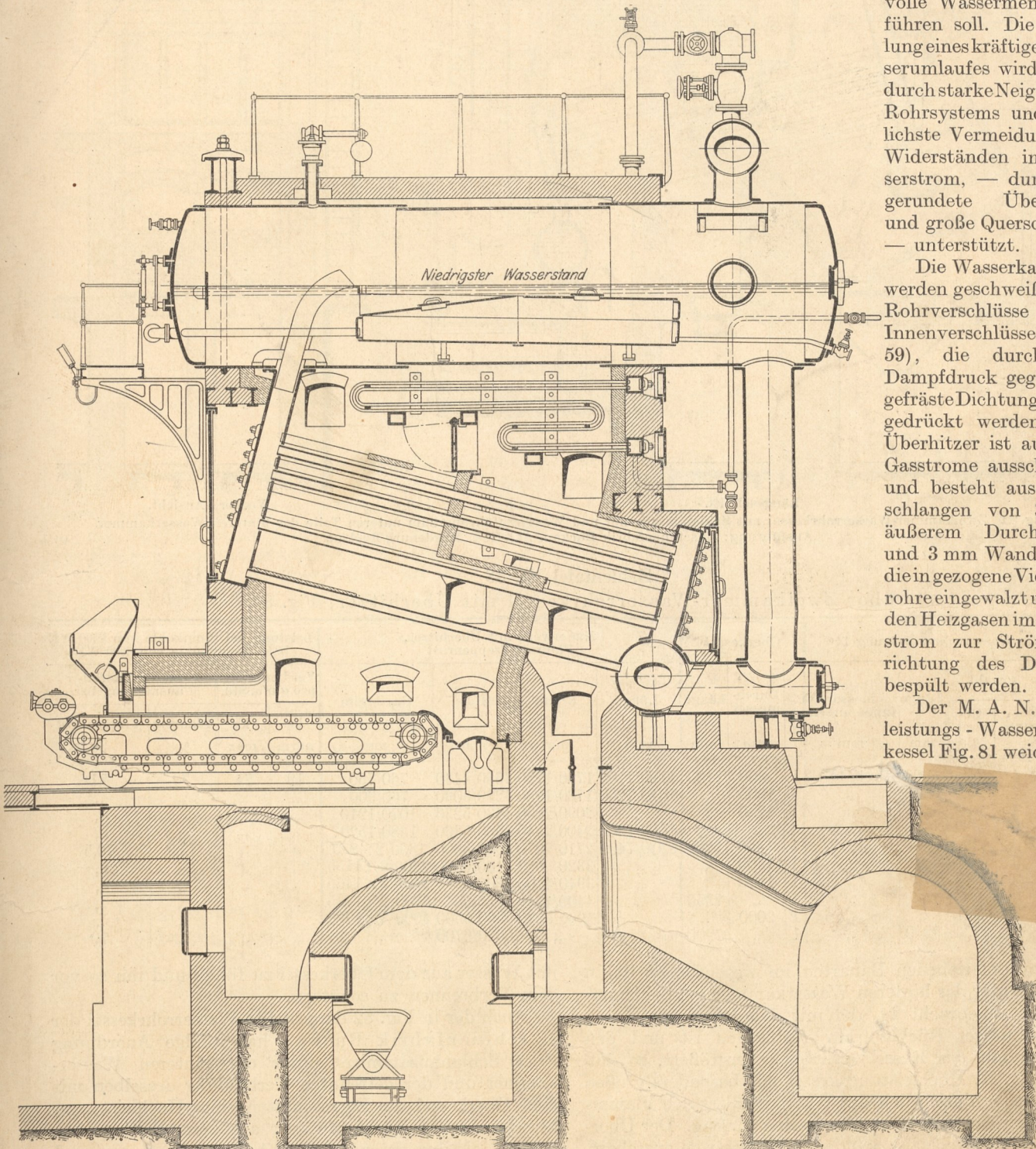


Fig. 81. Zweikammer-Wasserrohrkessel — Hochleistungskessel — mit Schlammfänger und Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer.

Ausführung: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.G.



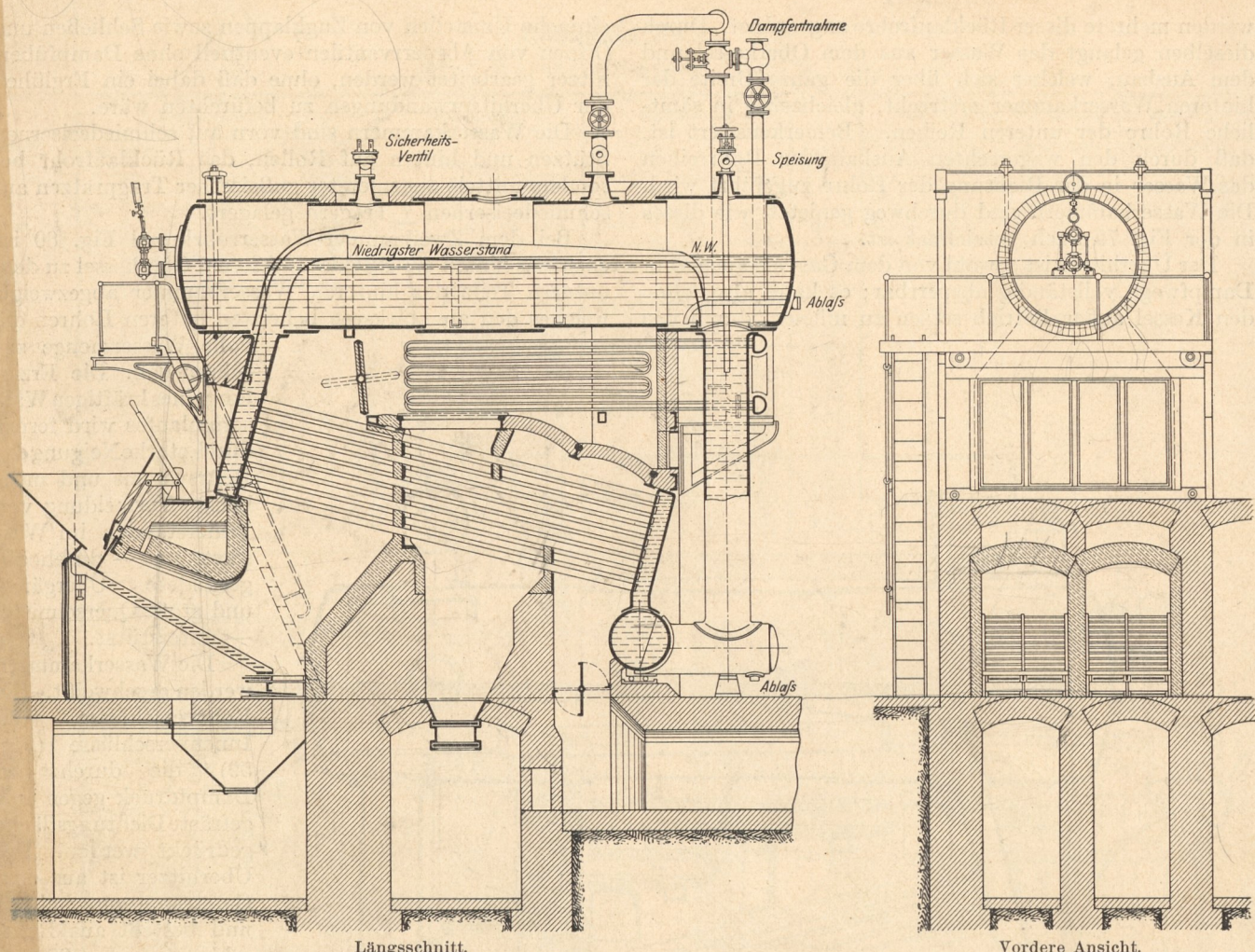


Fig. 82. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Schlamm-sammler und Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer. Ausführung: Maschinenfabrik Buckau, Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau.

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

Kessel- be- decke	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 mm	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	"	"	"	"
205	9	95	"	"	1	1400	7200	6200/7400	2710/2970	4900/5800	1690/2x850	"	"	72,5	70,5
265	9	131	"	"	1	1600	"	"	3320/3580	5100/6000	2300/2x1155	"	"	"	"
260	9	167	"	"	1	1800	"	"	3940/4200	5300/6300	2020/2x1465	"	"	"	"
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 Flammrohr-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



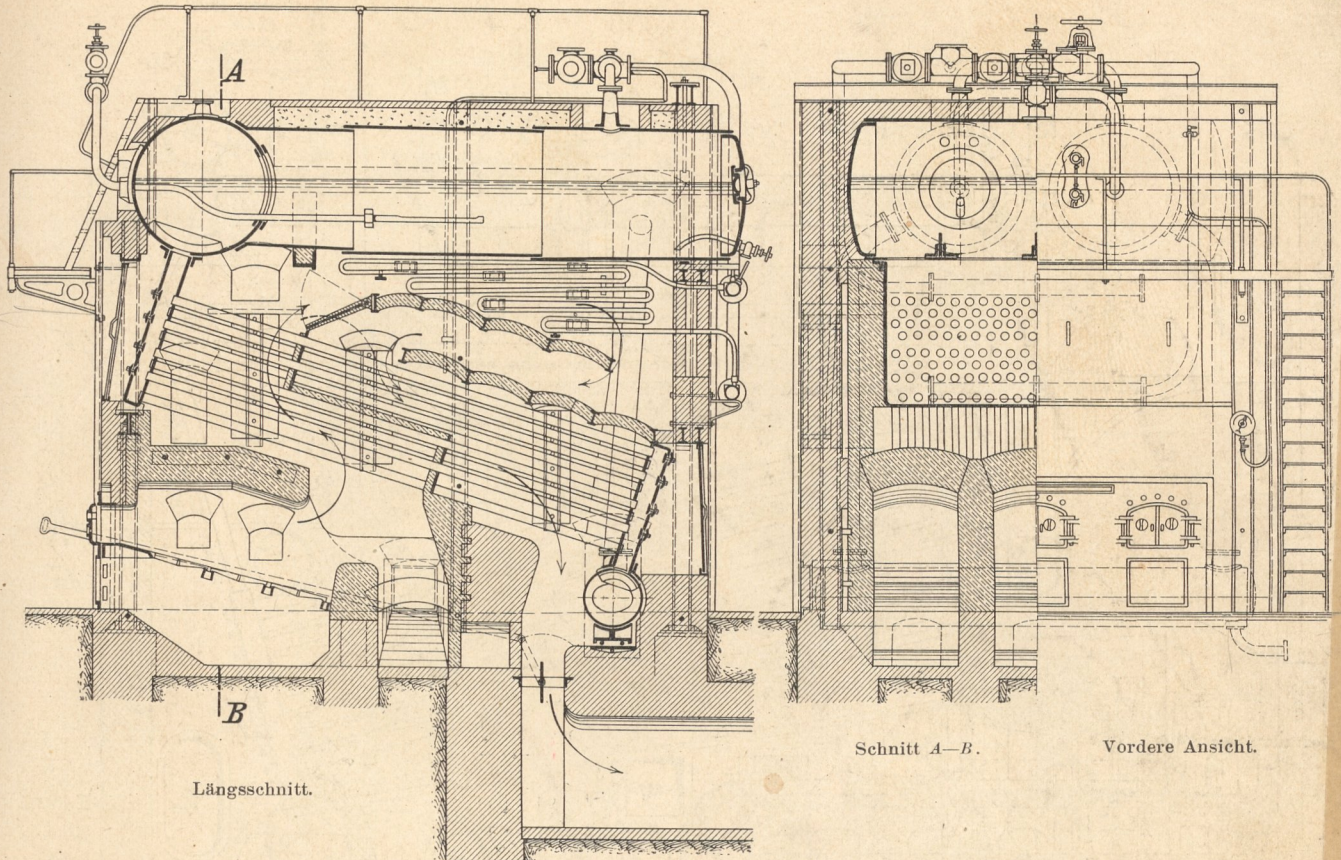


Fig. 83. Zweikammer-Wasserrohrkessel mit Schlamm-sammler und Wasserzuführung zum unteren Teile der hinteren Wasserkammer. Ausführung: Främs & Freudenberg, Schweidnitz.

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 an-genieteten, 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 schaf-fen, da andernfalls ein geregeltes Entschlammn durch Abblasen unmöglich wäre. Zur Verbindung dieser Schlammfänger mit den einzelnen

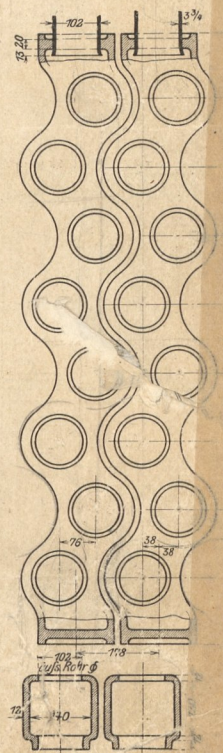
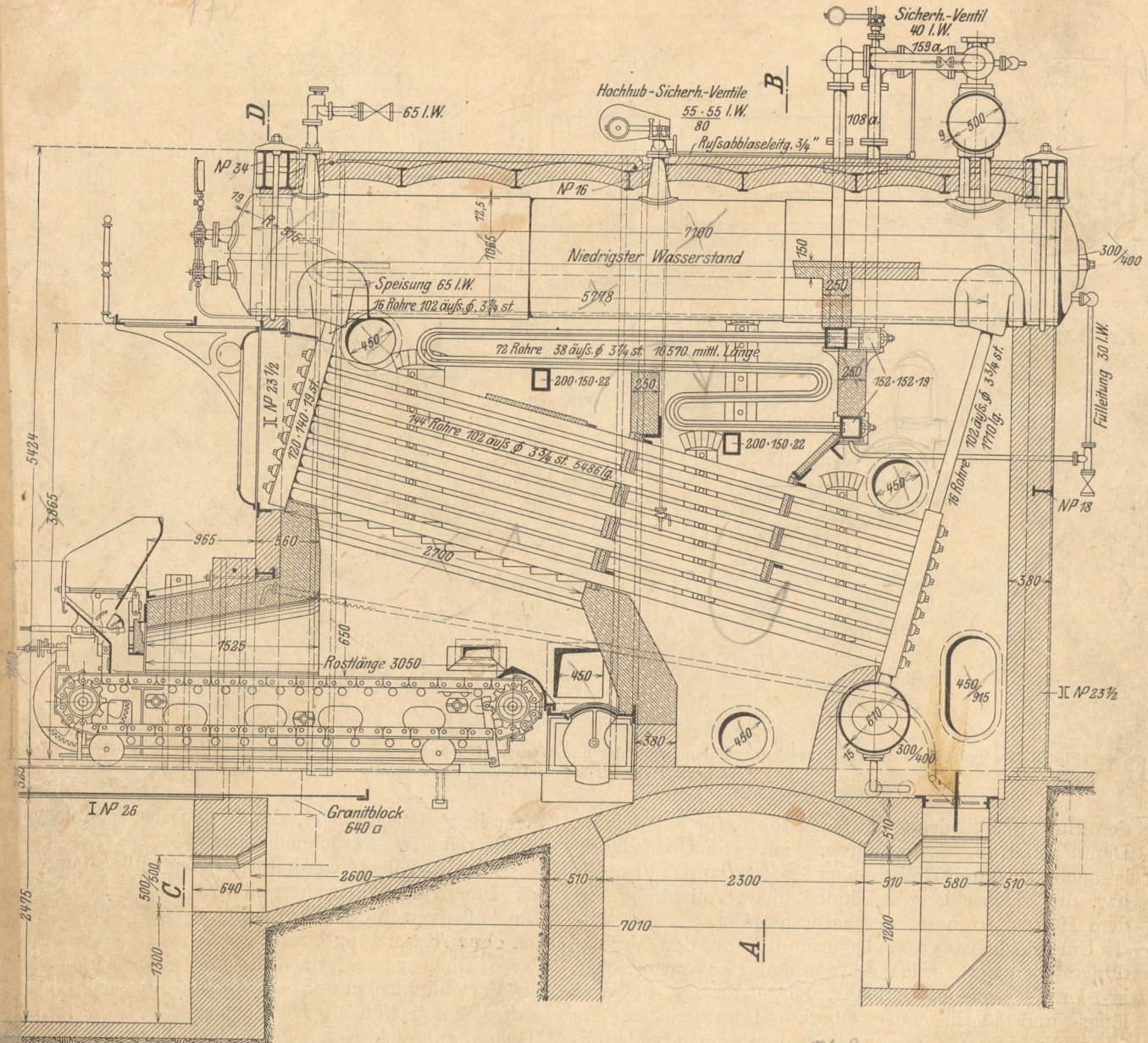


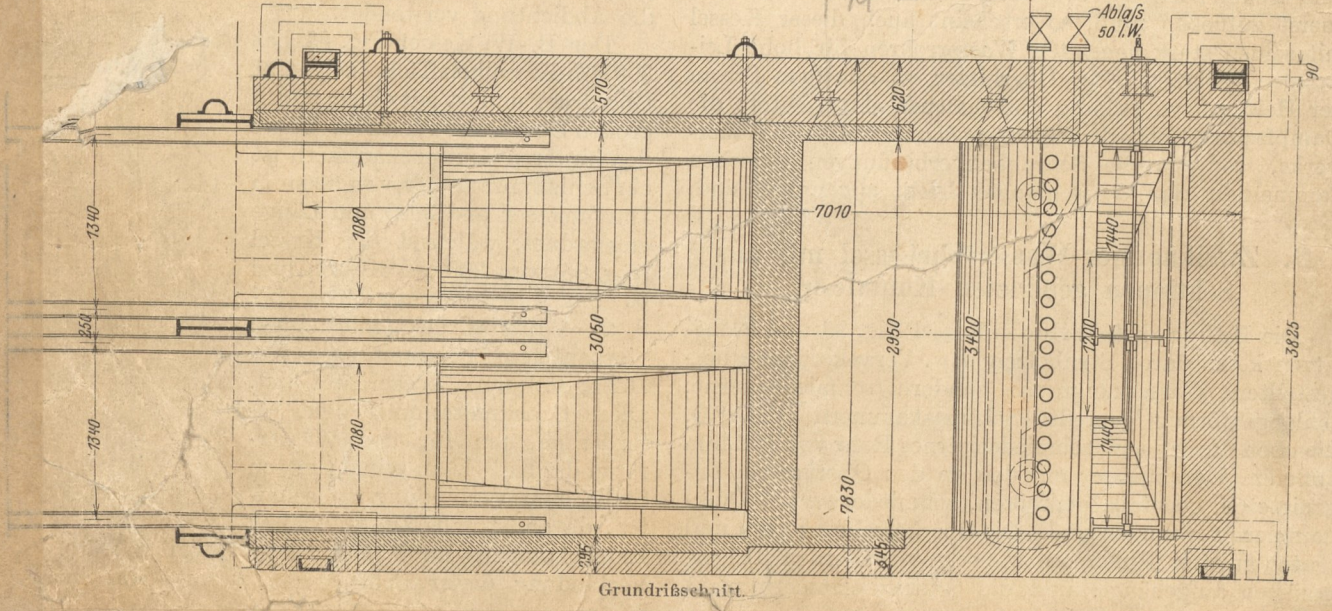
Fig. 84.

(Forts. s. S. 8)



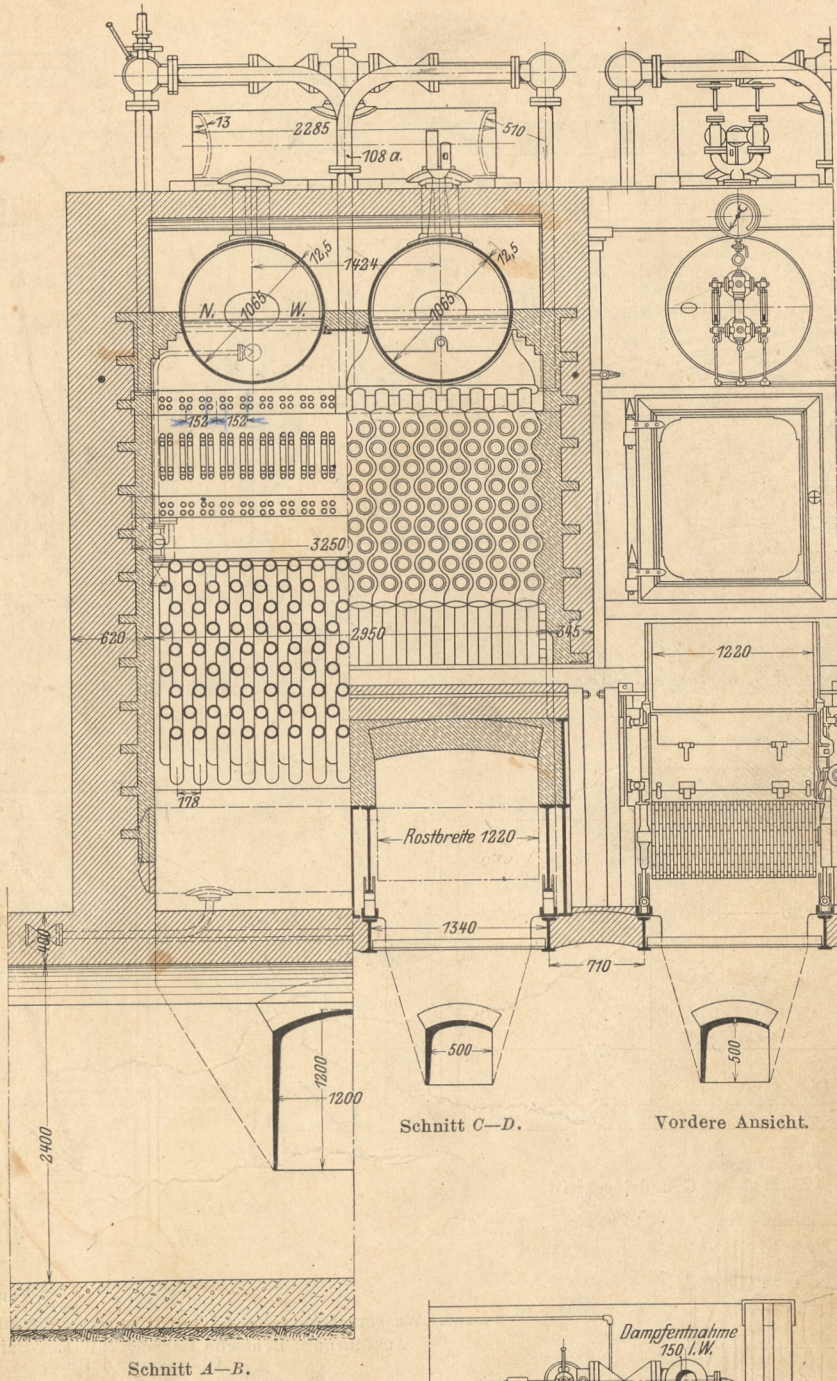


Längsschnitt.  $M = 1:56,8$   
 $M = 1:60$



Grundrisschnitt.





Schnitt A-B.

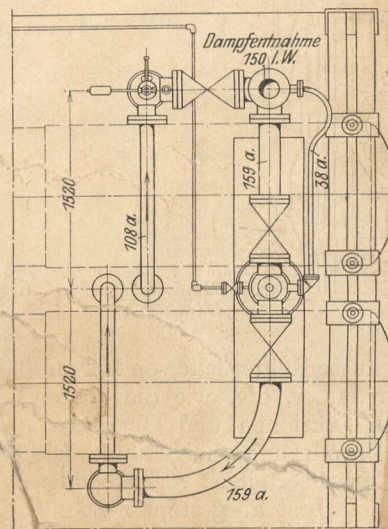
Schnitt C-D.

Vordere Ansicht.

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.



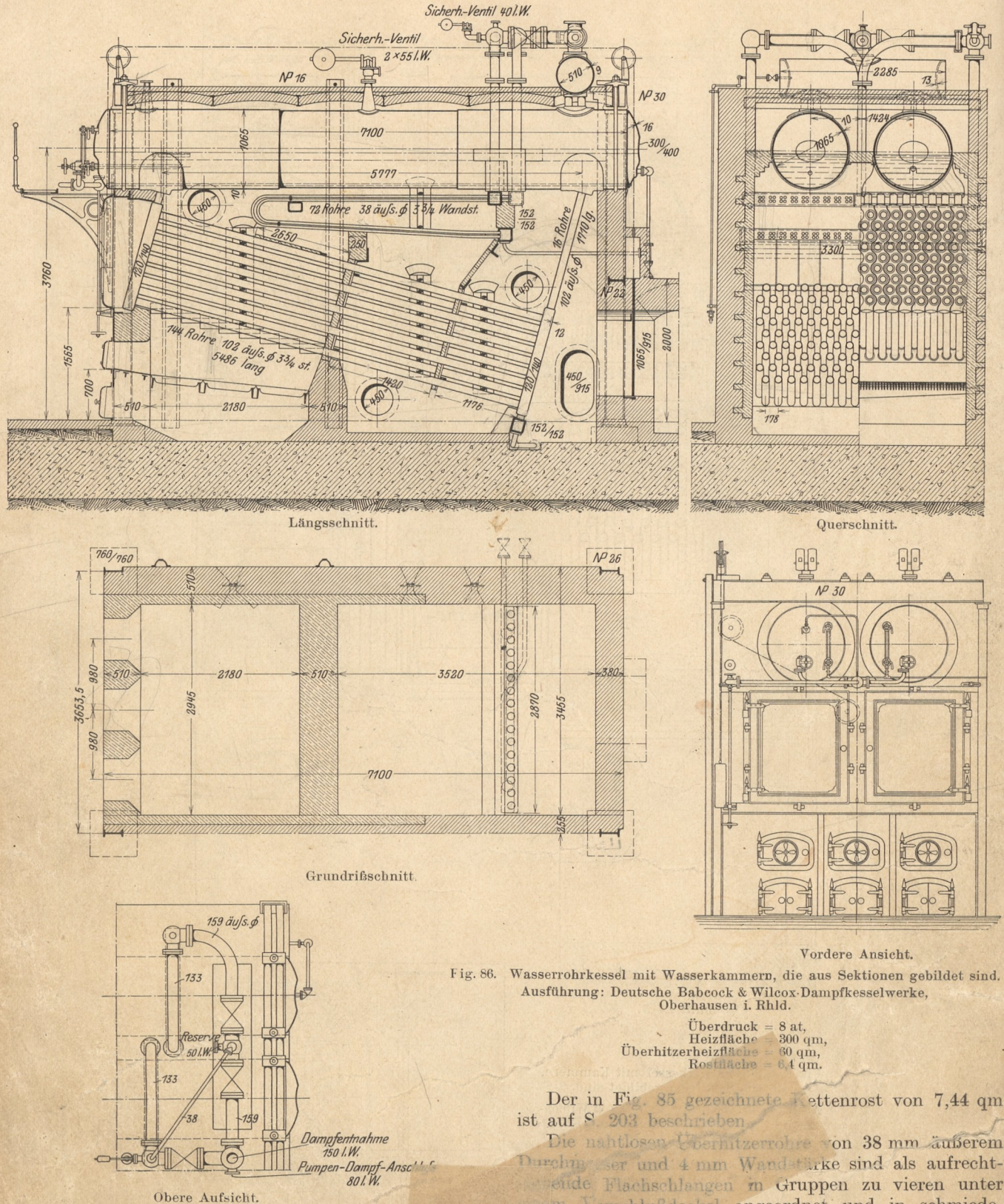


Fig. 86. Wasserrohrkessel mit Wasserkammern, die aus Sektionen gebildet sind. Ausführung: Deutsche Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke, Oberhausen i. Rhld.

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. Der 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 Verschlusseite 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	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										kg norm	kg max	Hand- feuerung %	mechanischer Beschickung %
qm			mm	mm		mm	mm	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 Dampfzugsstutzen 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.



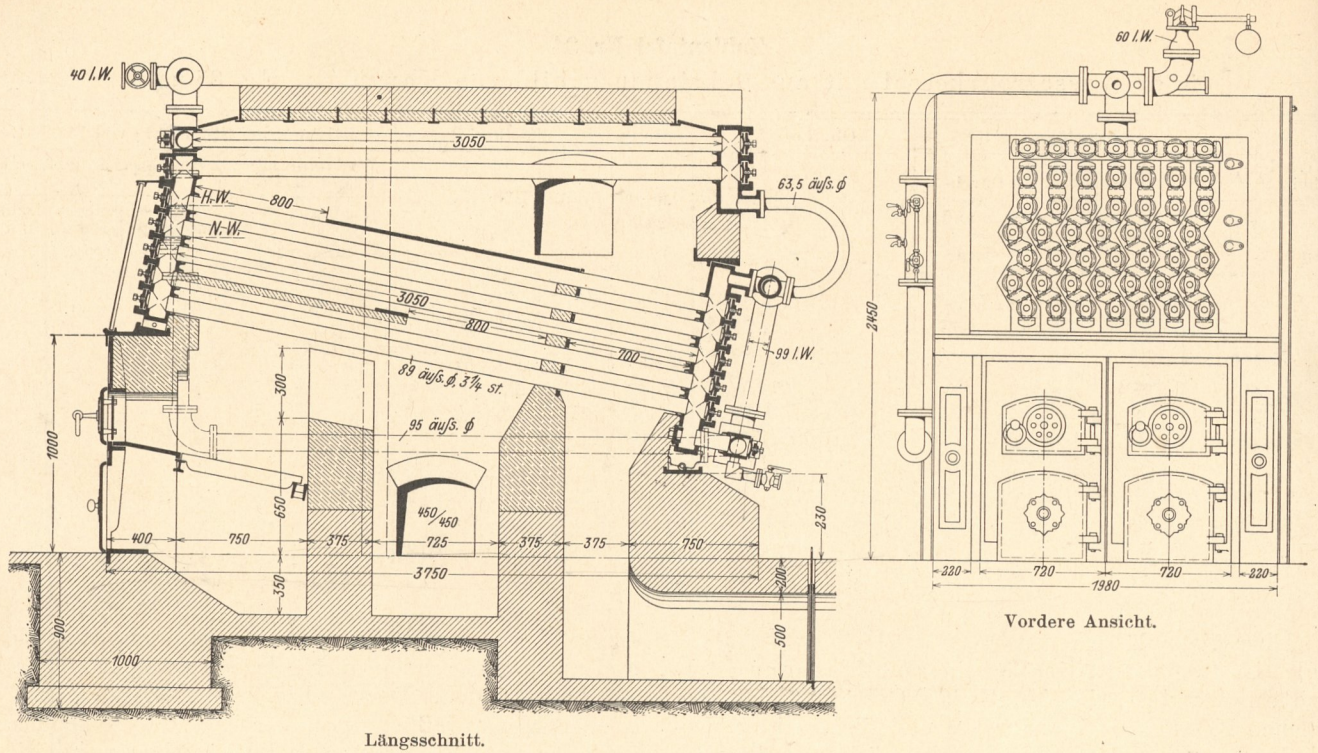


Fig. 87. Glieder-Wasserrohrkessel.  
System Steinmüller.

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, anderseits 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.



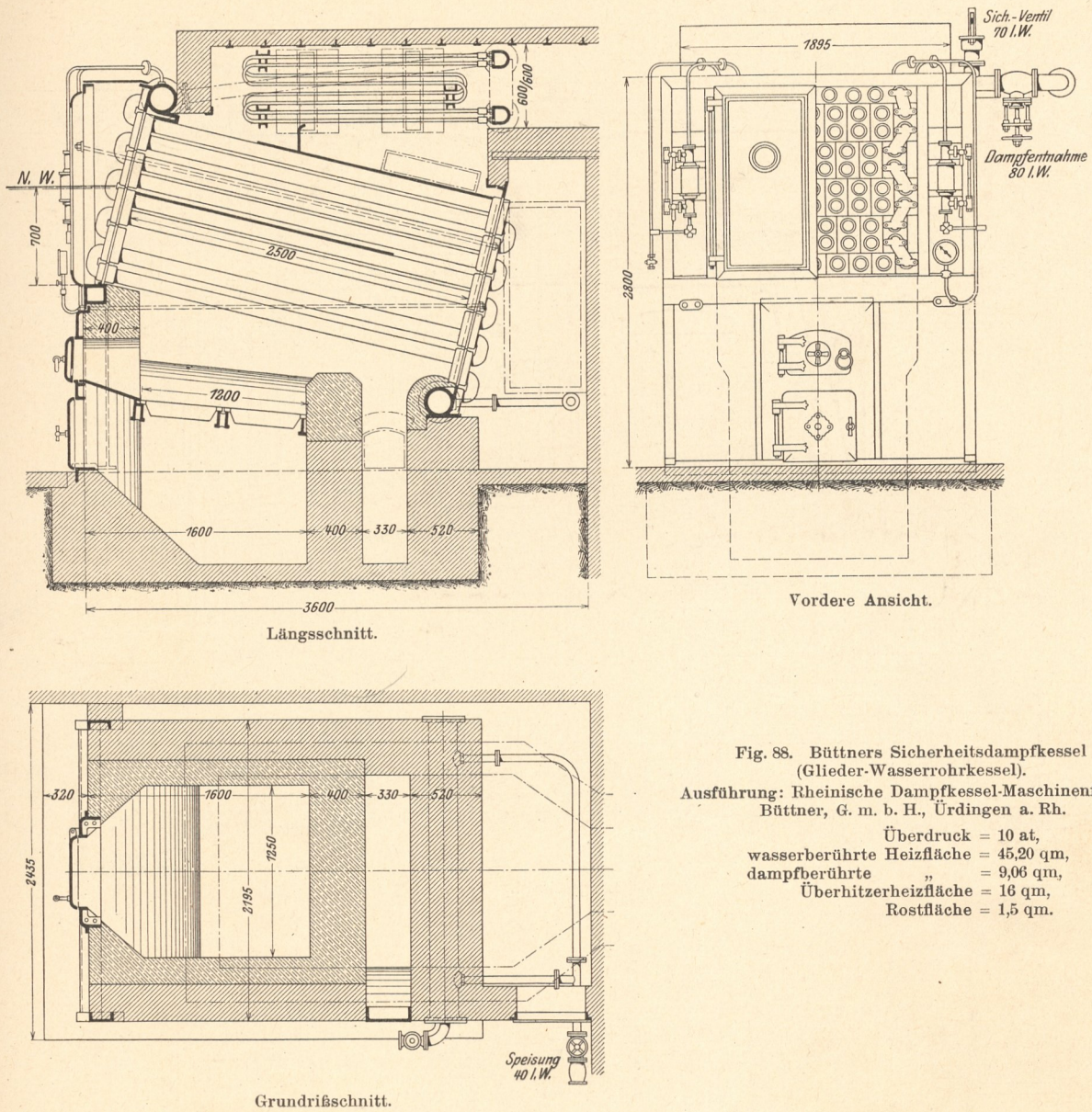
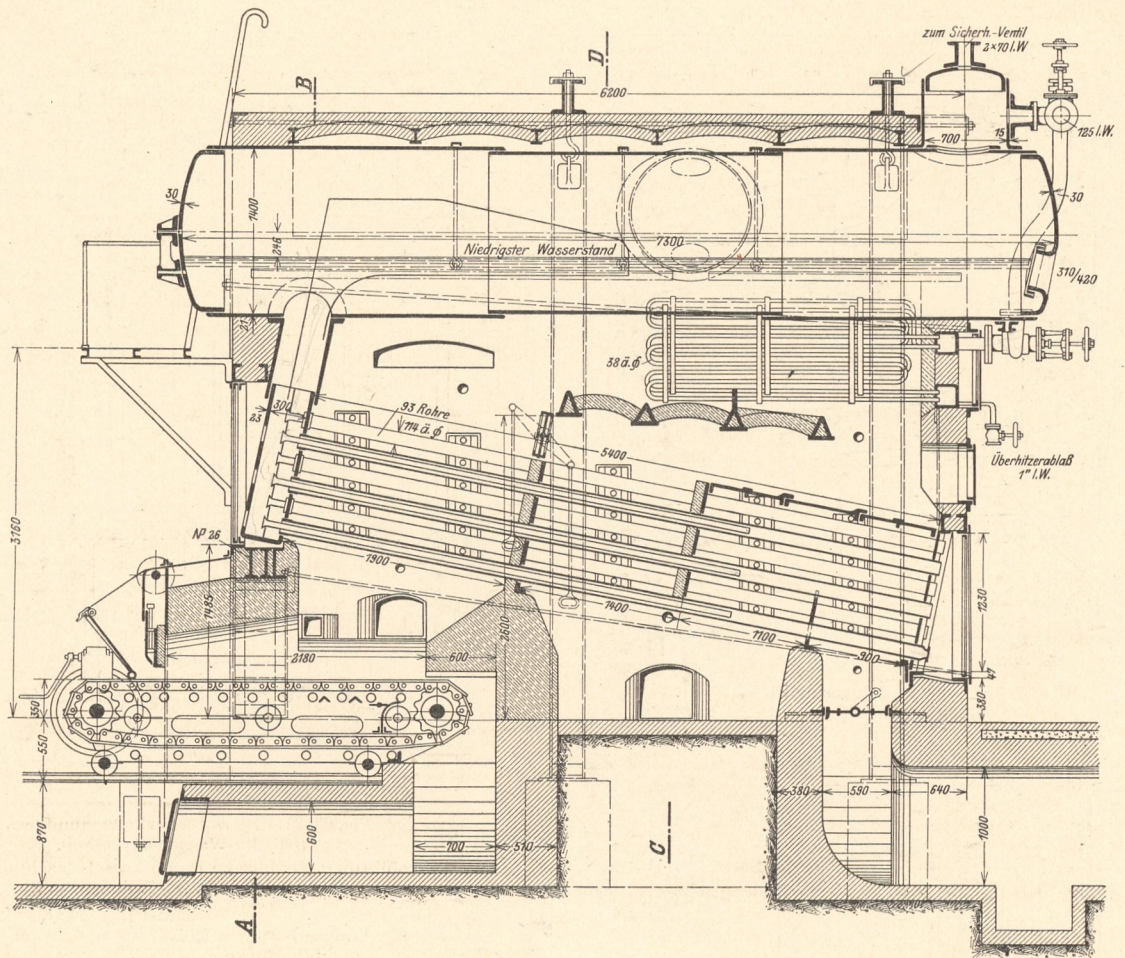


Fig. 88. Büttners Sicherheitsdampfkessel (Glieder-Wasserrohrkessel).  
 Ausführung: Rheinische Dampfkessel-Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Ürdingen a. Rh.  
 Überdruck = 10 at,  
 wasserberührte Heizfläche = 45,20 qm,  
 dampfberührte " = 9,06 qm,  
 Überhitzerheizfläche = 16 qm,  
 Rostfläche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

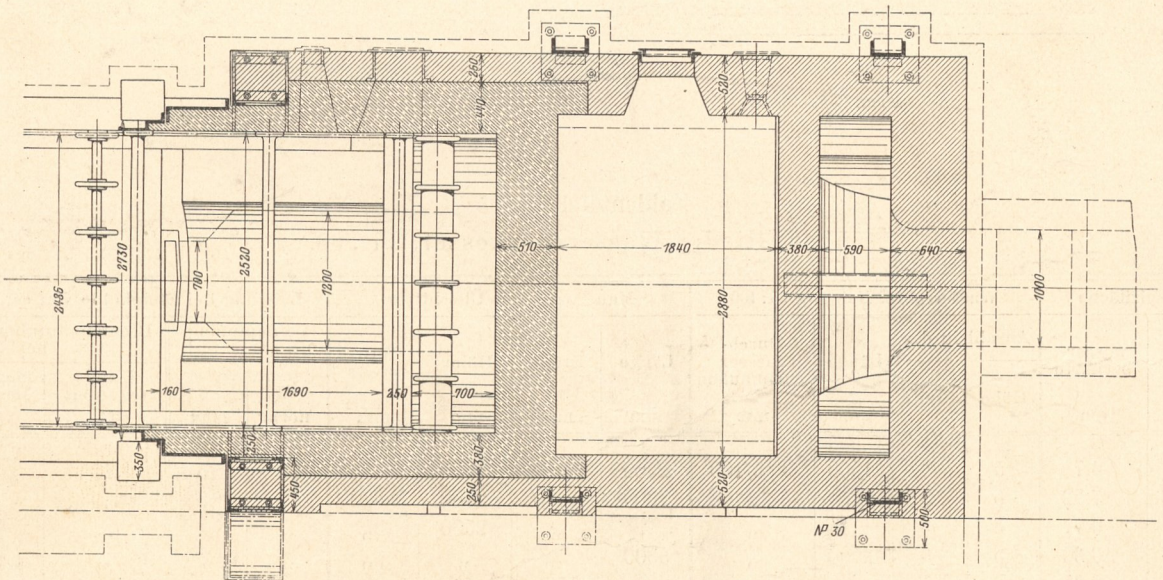
Zahlentafel Nr. 35  
 über Glieder-Wasserrohrkessel, Fig. 88.

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.

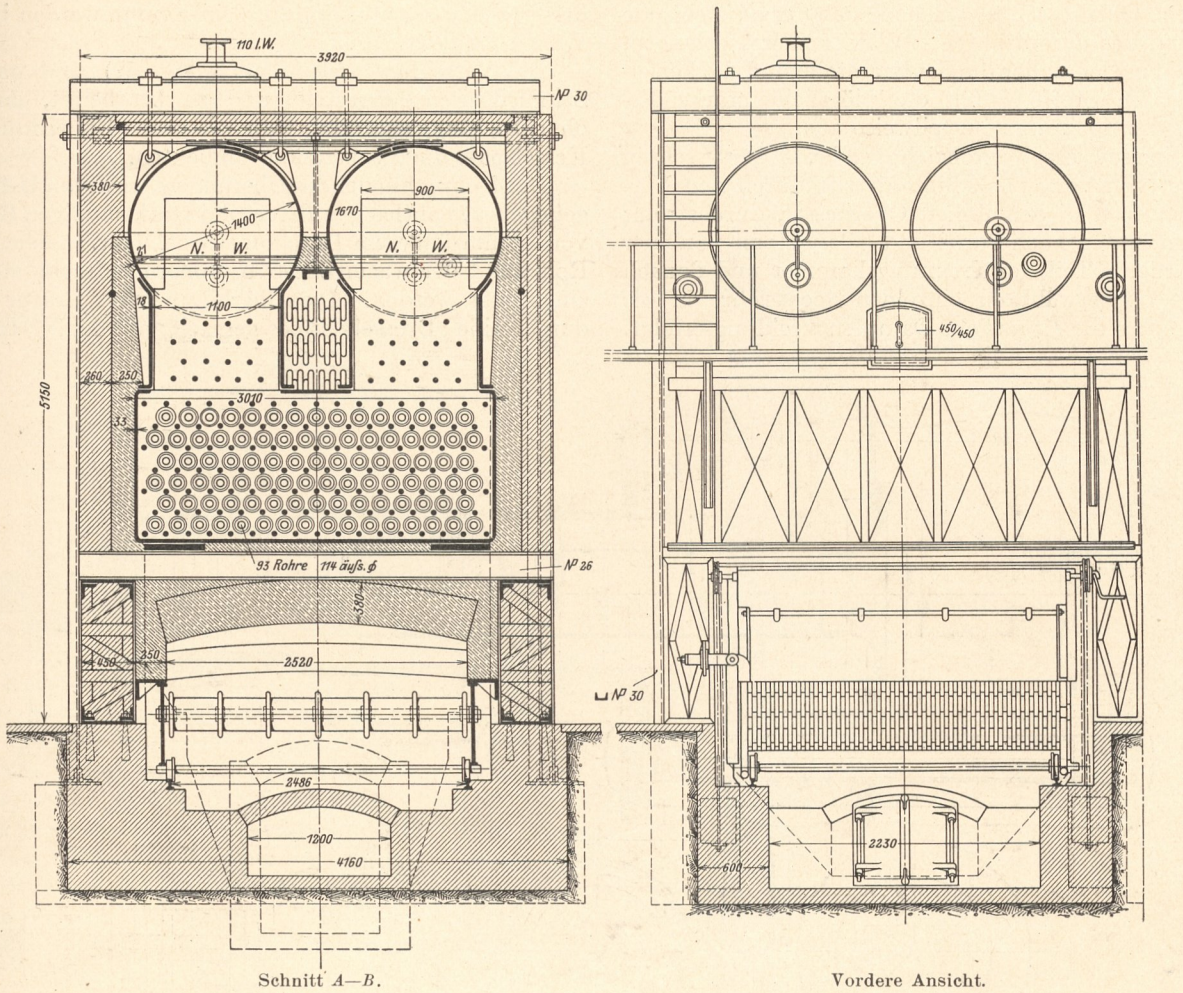


Grundrißschnitt.

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

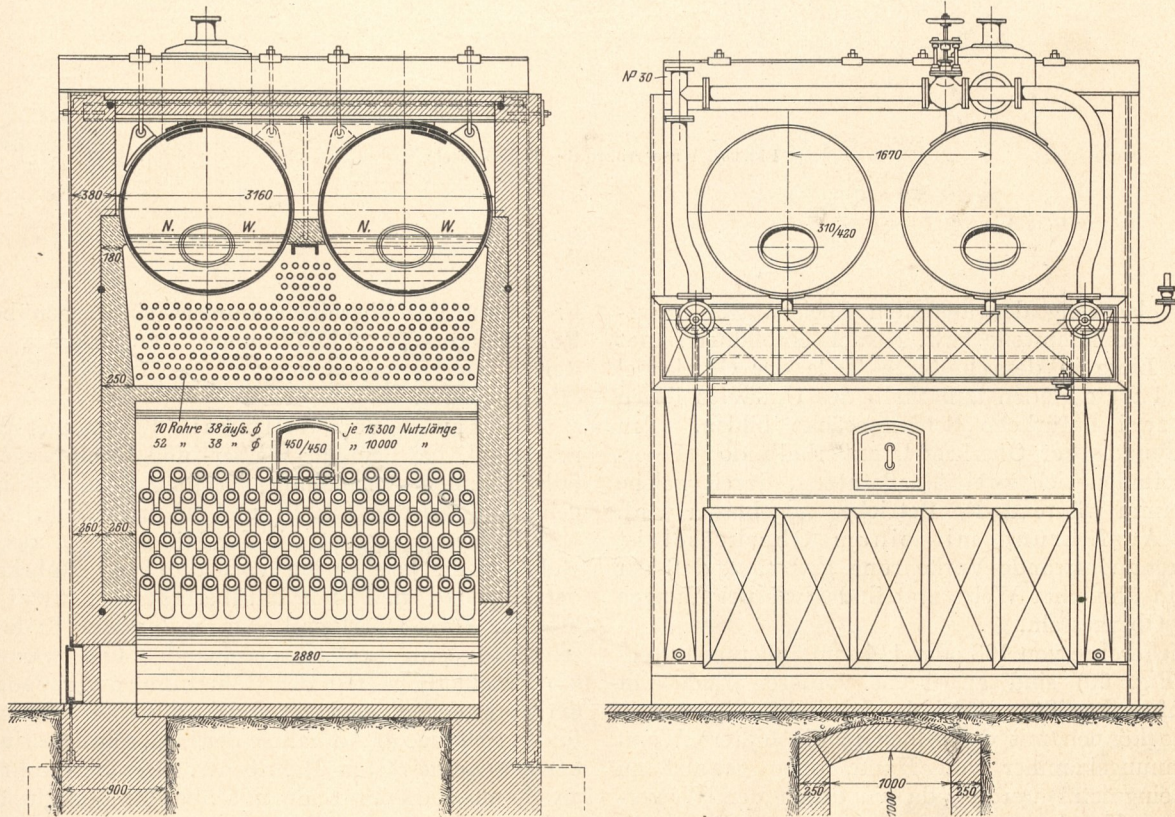
Überdruck = 20 at,  
Heizfläche = 200 qm,  
Überhitzerheizfläche = 80 qm,  
Rostfläche = 5,49 qm.





Schnitt A-B.

Vordere Ansicht.



Schnitt C-D.

Rückansicht.

Fig. 89.



Die Einführung des Speisewassers geschieht vorn in den rechten Oberkessel, in welchen auch der aufsteigende Dampf und das dampfführende Wasser zuerst gelangen. Hier scheiden sich daher die Schlammteile und die kesselsteinbildenden Stoffe durch die plötzliche starke Erwärmung des Speisewassers teilweise aus.

Das Speisewasser durchzieht sodann den rechten Oberkessel von vorn nach hinten, tritt durch den Verbindungsstutzen in den linken Oberkessel, durchströmt diesen von hinten nach vorne und gelangt erst von hier in den vorderen Teil der Trennungskammer und danach durch die obenerwähnten einzelnen Speiserohre in die Siederohre, wo die eigentliche Dampfentwicklung erfolgt.

wie bereits oben erwähnt, ein ungehindertes Ausdehnen der einzelnen Rohre, wodurch ein Krümmwerden infolge Wärmedehnung vermieden wird.

Die Verschlüsse (siehe auch Fig. 57) sind ganz in Schmiedeeisen hergestellt und so bearbeitet, daß sie ohne Dichtungsmaterial, lediglich unter Einwirkung der Kesselspannung, vollständig abdichten.

Das Röhrenbündel des Überhitzers wird von U-förmig gebogenen, nahtlos gewalzten und starkwandigen Rohren von 38 mm äußerem Durchmesser gebildet, welche in die Rohrwand der wagerechten Kammern aufrecht stehend eingewalzt werden. Die Überhitzungstemperatur kann durch eine Drosselklappe geregelt werden. In der

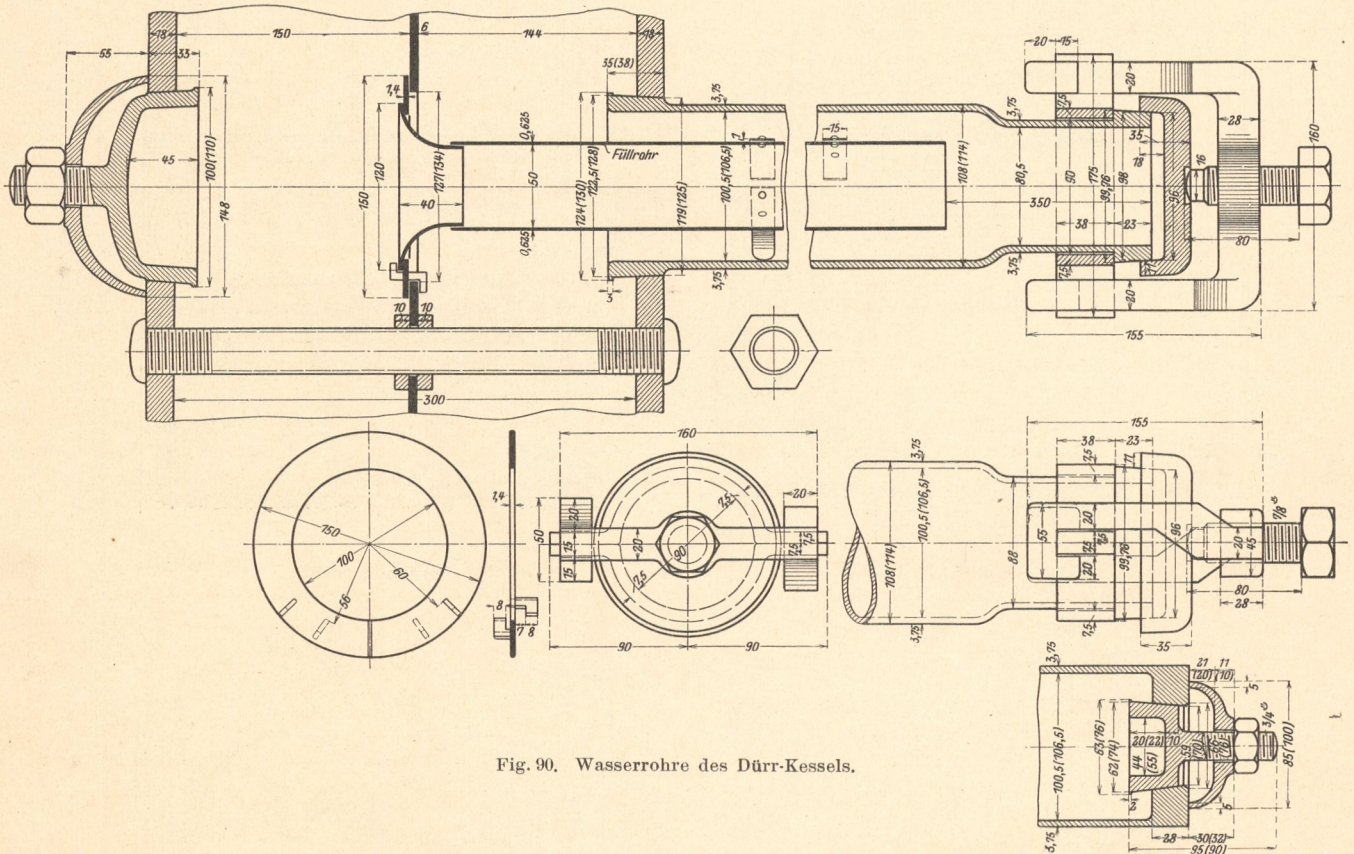


Fig. 90. Wasserrohre des Dürr-Kessels.

Die Ablagerung der aus dem Speisewasser ausgeschiedenen Schlammteile bzw. Kesselsteinbildner findet in erster Linie in dem hinteren Teile der Oberkessel statt, weil diese Enden außerhalb des Umlaufes liegen und so zwei natürliche Schlammsäcke bilden. Am tiefsten Punkte der Oberkessel, außerhalb des Mauerwerks, befinden sich zwei Ablaßstutzen, durch welche der Schlamm während des Betriebes abgeblasen wird. Bei der Ausführung mit einem Oberkessel ist durch Trennungswände Vorkehrung getroffen, daß der Umlauf in ähnlicher Weise stattfindet wie bei Anlagen mit zwei Oberkesseln.

Die Siederohre von 108 oder 114 mm äußerem Durchmesser (Fig. 90) sind an ihrem vorderen Ende mit einem aufgeschweißten, konisch abgedrehten Ring versehen; sie können mit demselben in die hintere Wand der Trennungskammer von Hand, ohne gewalzt zu werden, eingesetzt werden, da sie durch den Wasser- resp. Dampfdruck genügend abdichten. Das vollständige Freiliegen der hinteren Rohrenden ermöglicht,

Frontwand der Überhitzerkammern sind gegenüber den Rohrlöchern Verschlussöffnungen angebracht, durch welche ein Einwalzen und ev. Nachdichten der Rohre erfolgen kann.

Die Bauart des Willmann - Einkammer-Wasserrohrkessel, bei dem die Wasser- und Dampfwege ebenfalls räumlich vollständig getrennt sind, ist im allgemeinen aus den Fig. 91 und 92 ersichtlich.

Der Kessel besteht wie der Dürr-Kessel aus einem Rohrsystem, welches nur vorn durch die Rohrkammer vereinigt ist, und den darüberliegenden zwei Oberkesseln. Diese Oberkessel sind am hinteren Ende durch schmiedeeiserne Stutzen miteinander und vorn durch die Kammerhäse mit der Rohrkammer verbunden. In der dem Feuer zugekehrten Wand dieser Kammer befinden sich die zur Aufnahme der Siederohre bestimmten, konisch ausgefrästen Rohrlöcher. Die Siederohre sind an ihrem vorderen Ende mit abgedrehtem, in die erwähnten Kammeraussparungen genau passendem Konus versehen, vermittels dessen sie in die Rohrkammerwand



fest eingepreßt werden. Zur absoluten Abdichtung wird hierbei ein gewellter Kupferring ohne Lötnaht benutzt. An dem hinteren Ende sind die Siederohre durch schmiedeiserne 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

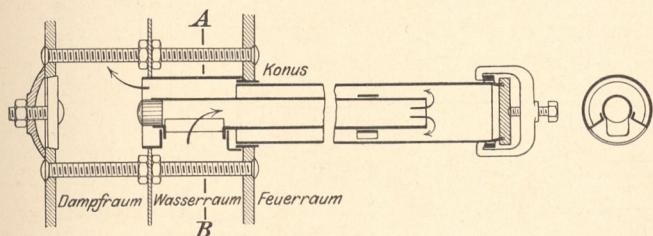


Fig. 91. Wasserrohre des Einkammer-Wasserrohrkessels.  
Ausführung: E. Willmann, Dortmund.

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;

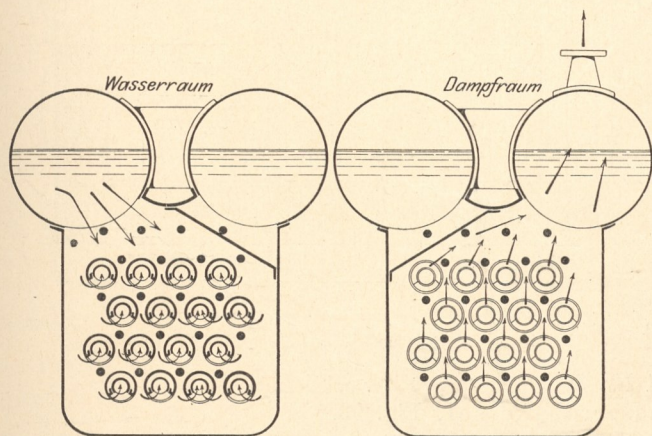


Fig. 92. Wasserkammer zum Einkammer-Wasserrohrkessel.  
Ausführung: E. Willmann, Dortmund.

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.

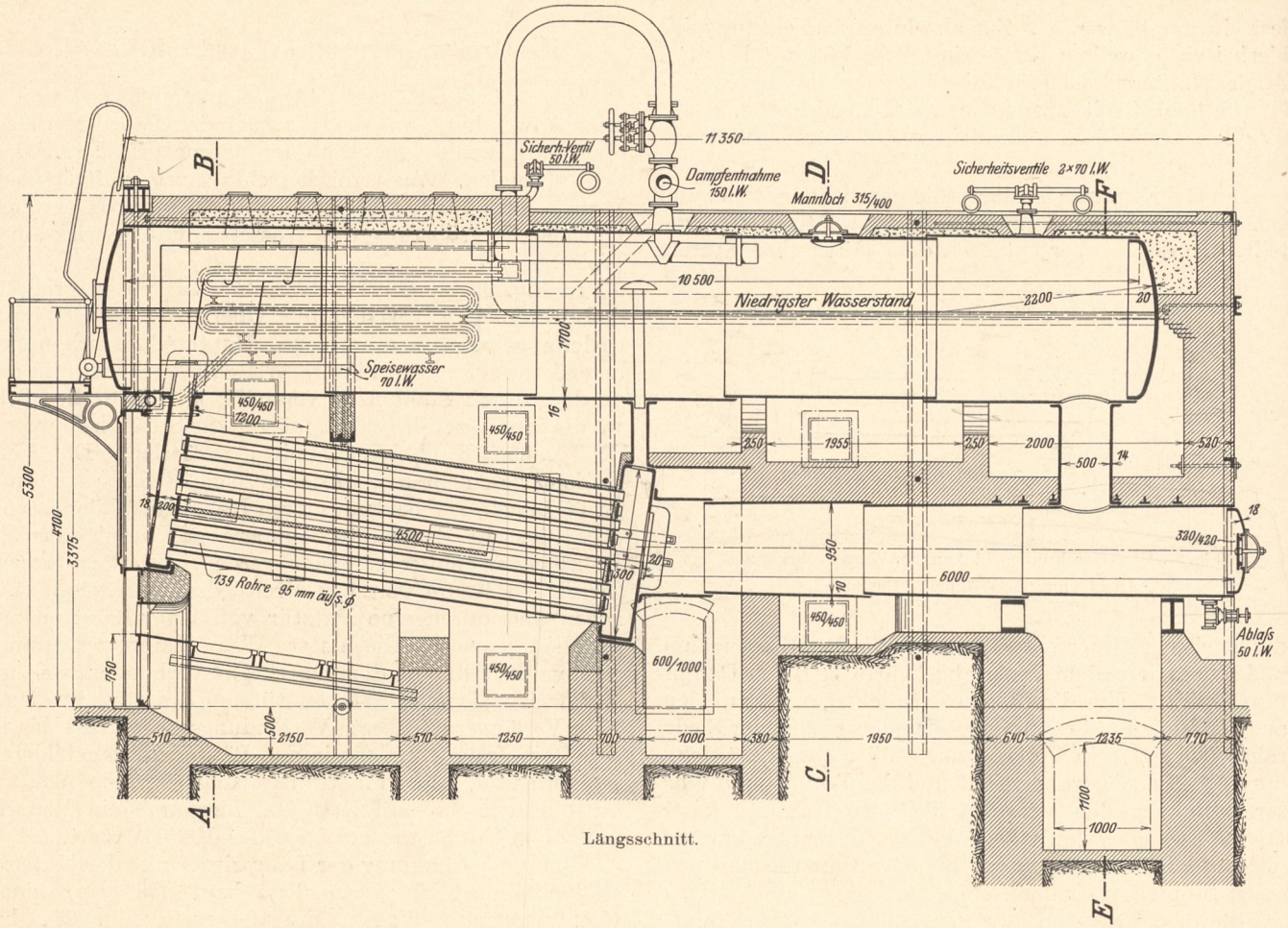
Um die Verbindung der Längssieder mit der hinteren Wasserkammer zu vermeiden, baut Büttner einen Großwasserraum-Wasserrohrkessel nach Fig. 94, bei welchem ein Sieder hinter dem Röhrenbündel derart angeordnet ist, daß das aus der vorderen Kammer aufsteigende Wasser durch eine Rinne nach dem vorderen Stützen 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.





Längsschnitt.

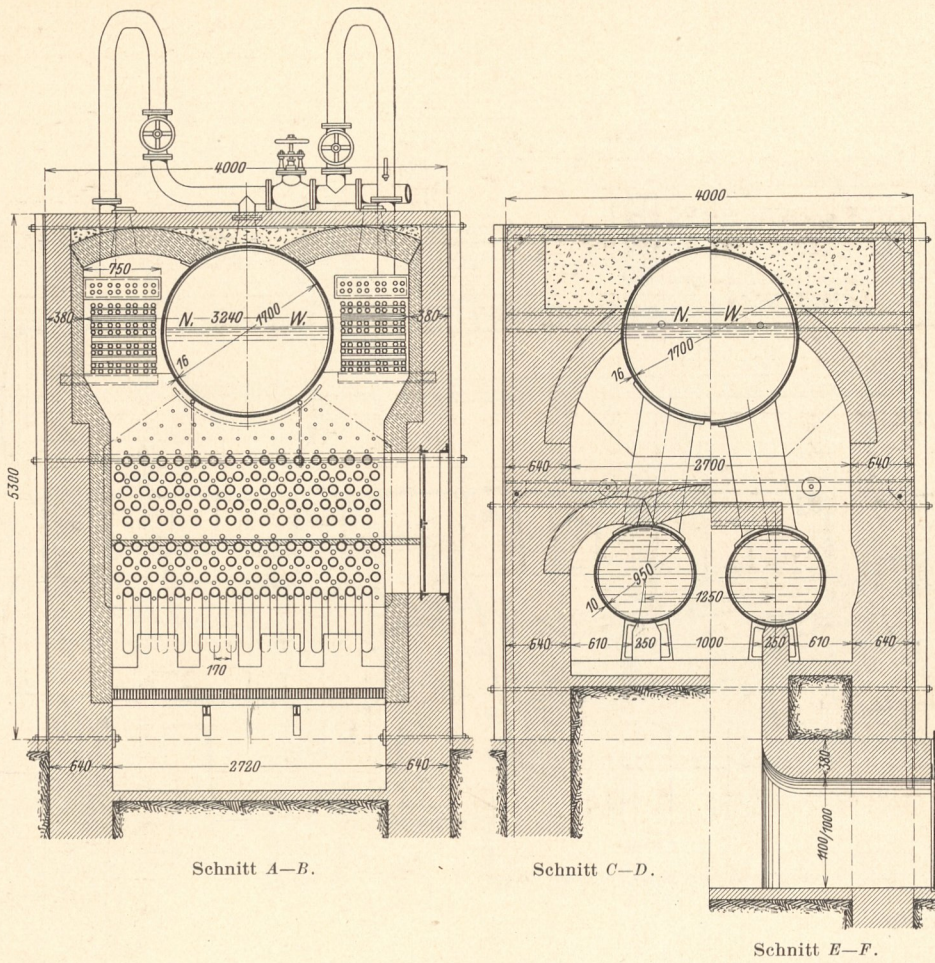
Grundrißschnitt.

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 7300 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.		Brennmaterialausnutzung 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	"	"	"	"

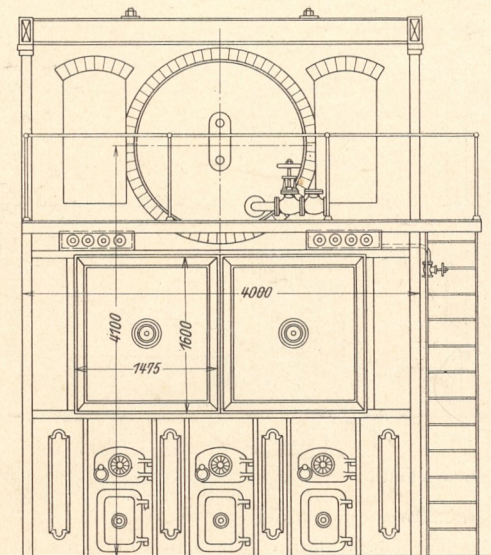




Schnitt A—B.

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.



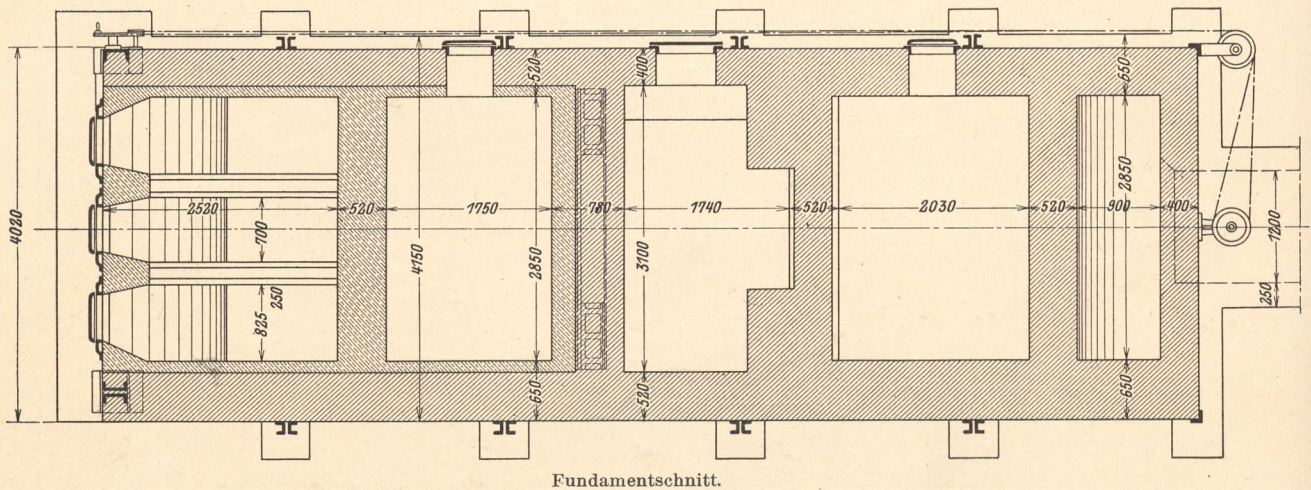
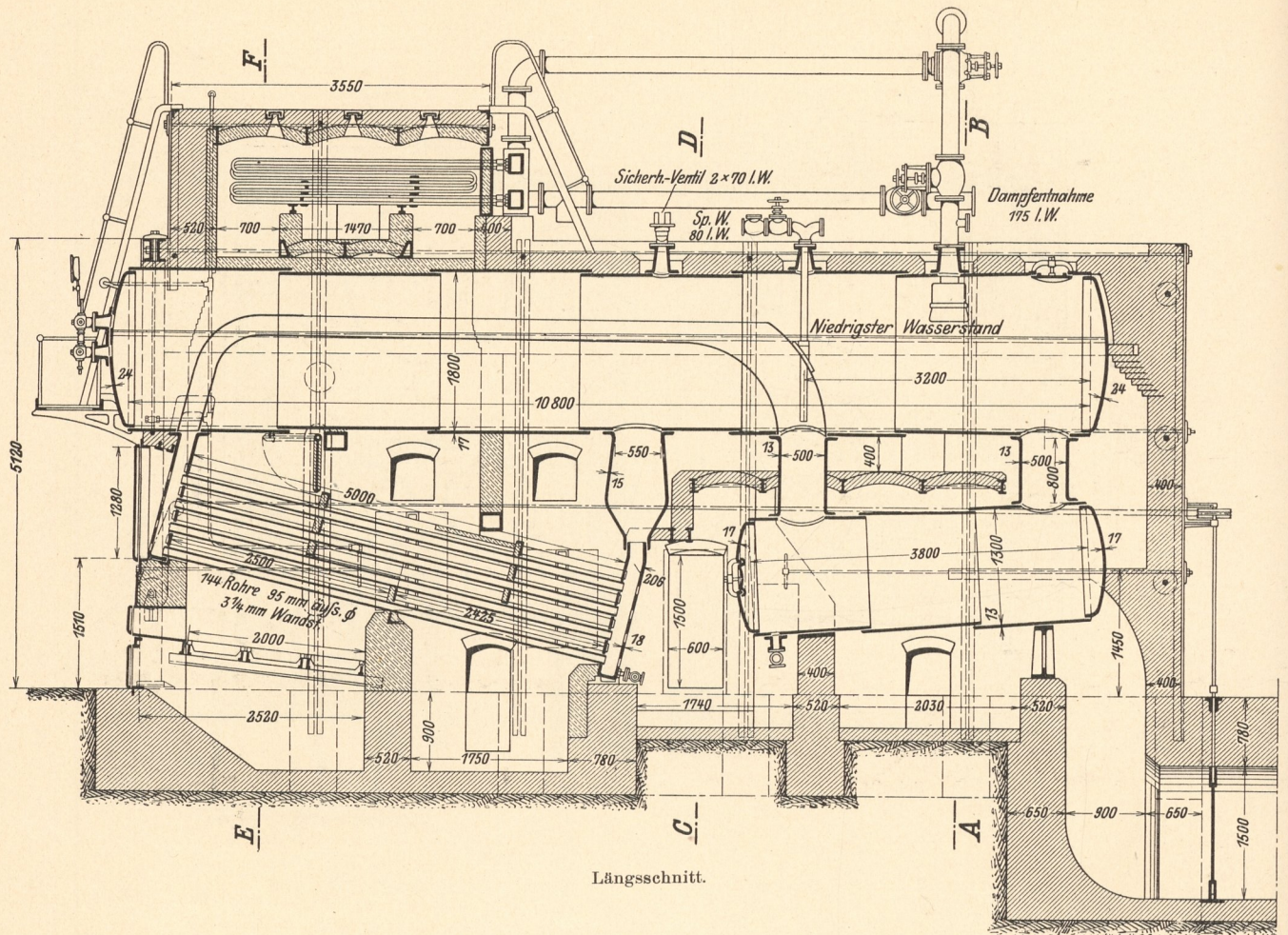
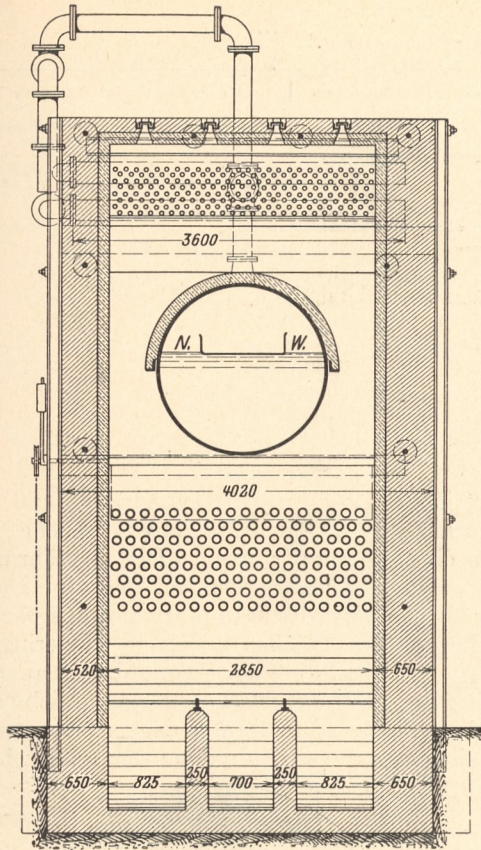


Fig. 94. Großwasserraum-Wasserrohrkessel.

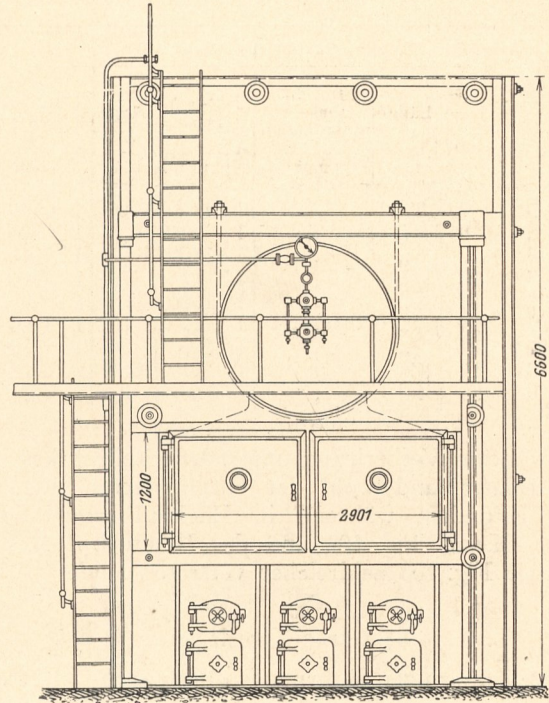
Ausführung: Rheinische Dampfkessel- und Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Ürdingen a. Rh.

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

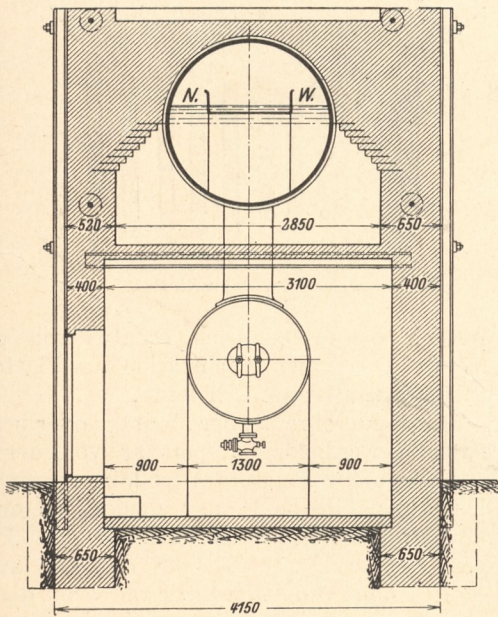




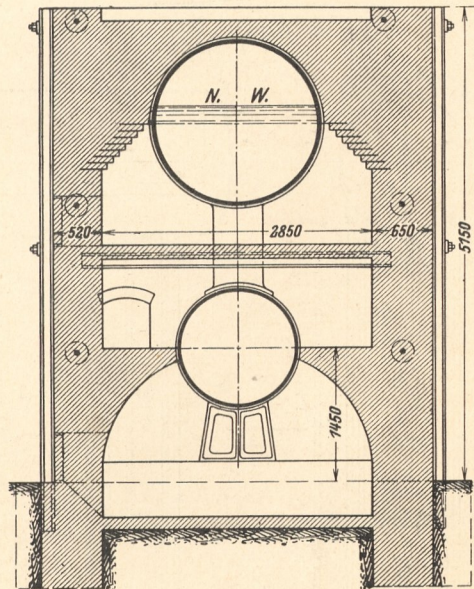
Schnitt E-F.



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 Beschickung %
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 Rohrumfang 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

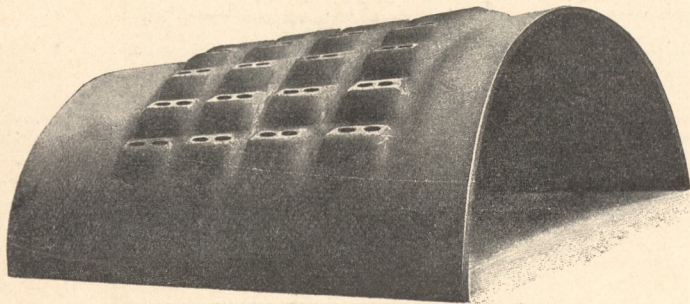


Fig. 95. Garbe-Rohrplatte.

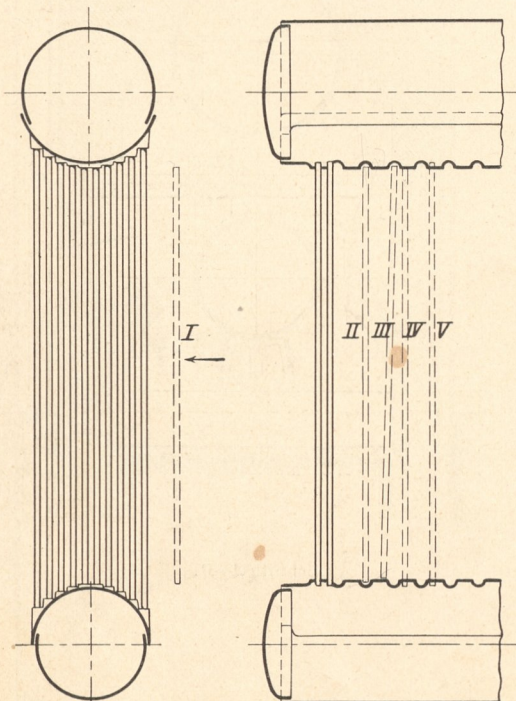


Fig. 96. Einsetzen der Rohre in Garbe-Kessel.

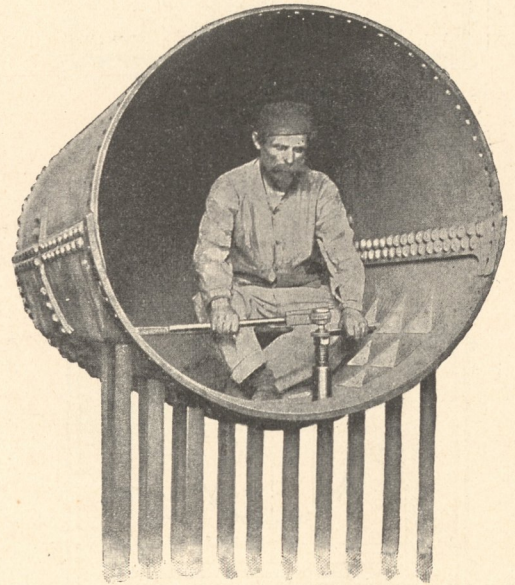


Fig. 97. Einwalzen der Rohre in Garbe-Kessel.

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,



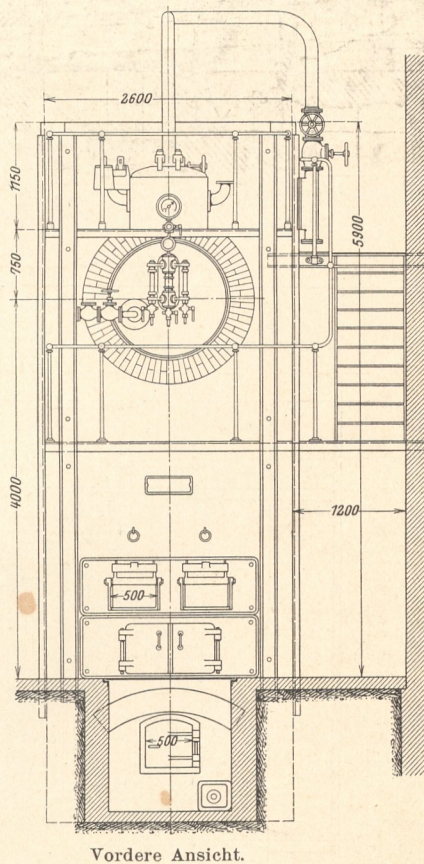
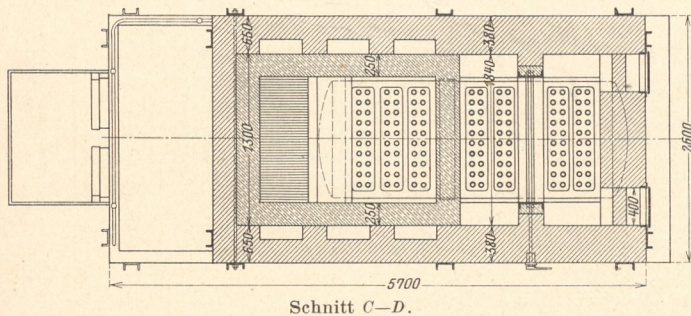
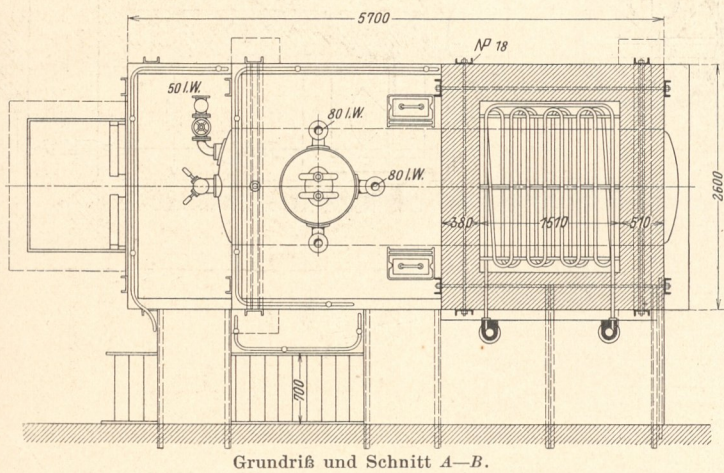
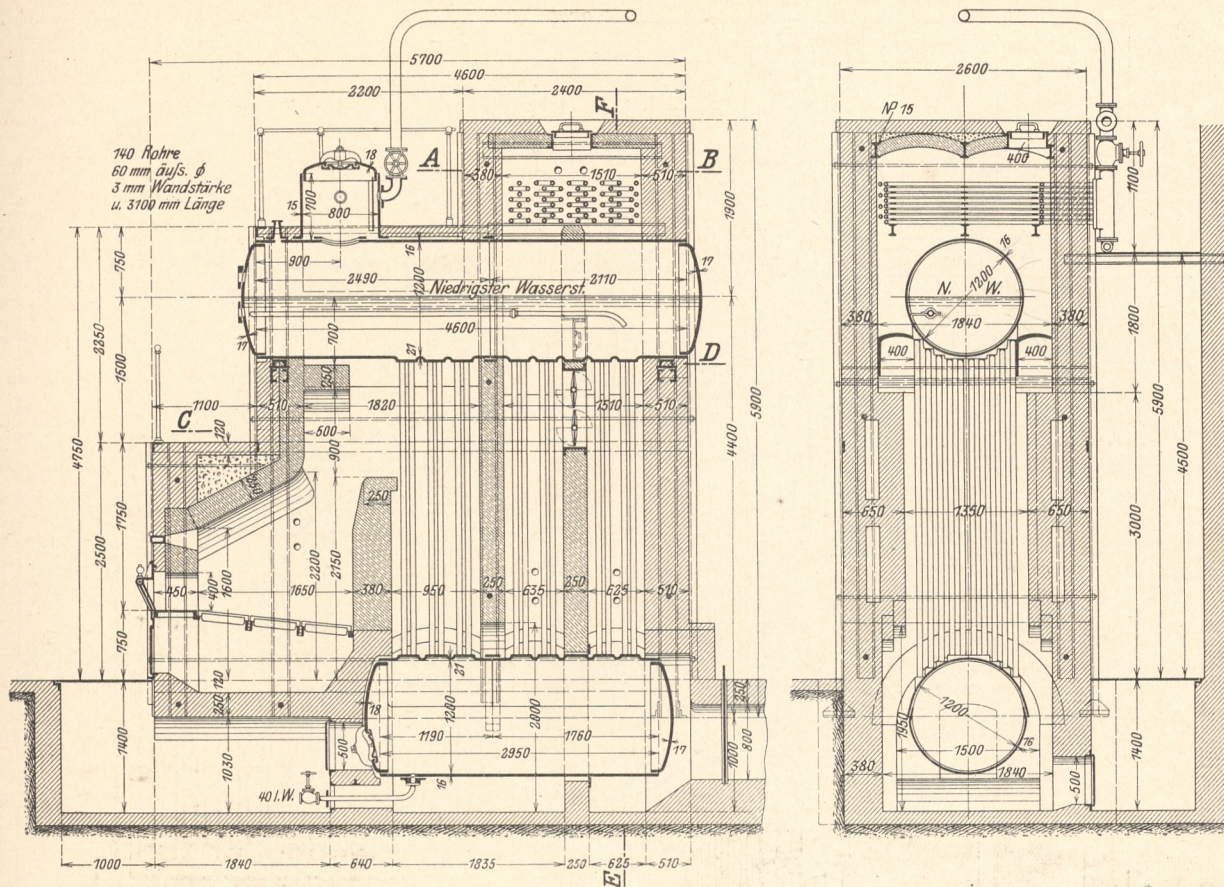


Fig. 98. Garbe-Kessel, D. R. P. (Längssystem).  
Ausführung: Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen i. E.

Überdruck = 12 at,  
Heizfläche = 80 qm,  
Überhitzerheizfläche = 13,6 qm,  
Rostfläche = 2,1 qm.



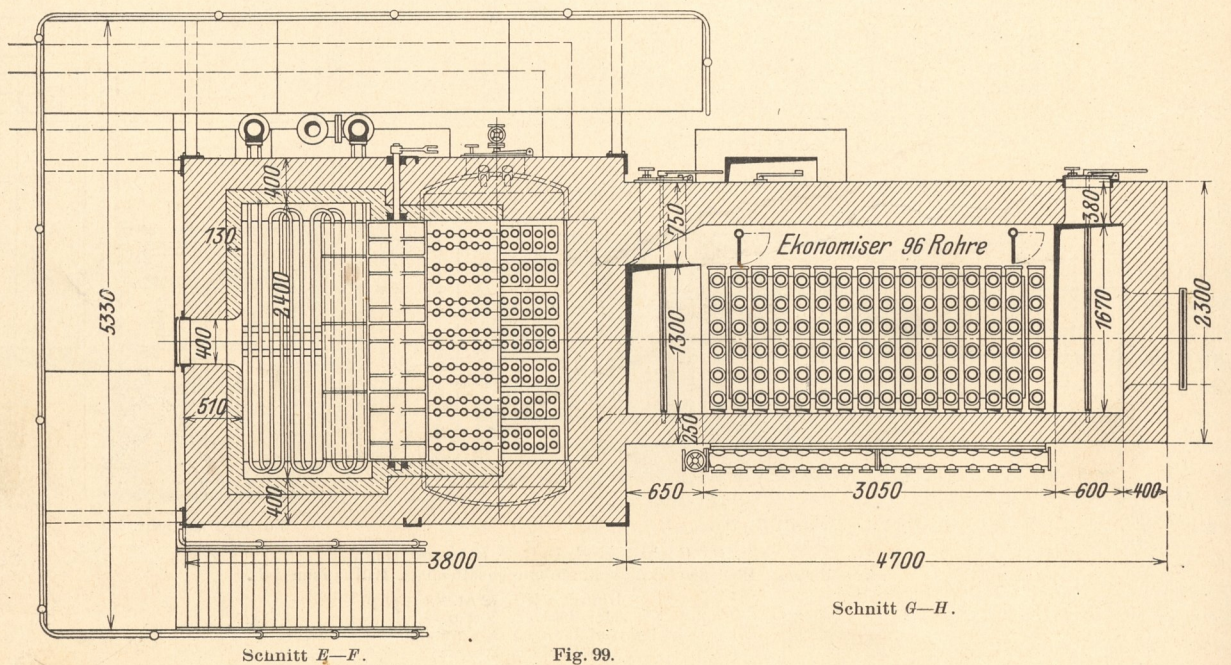
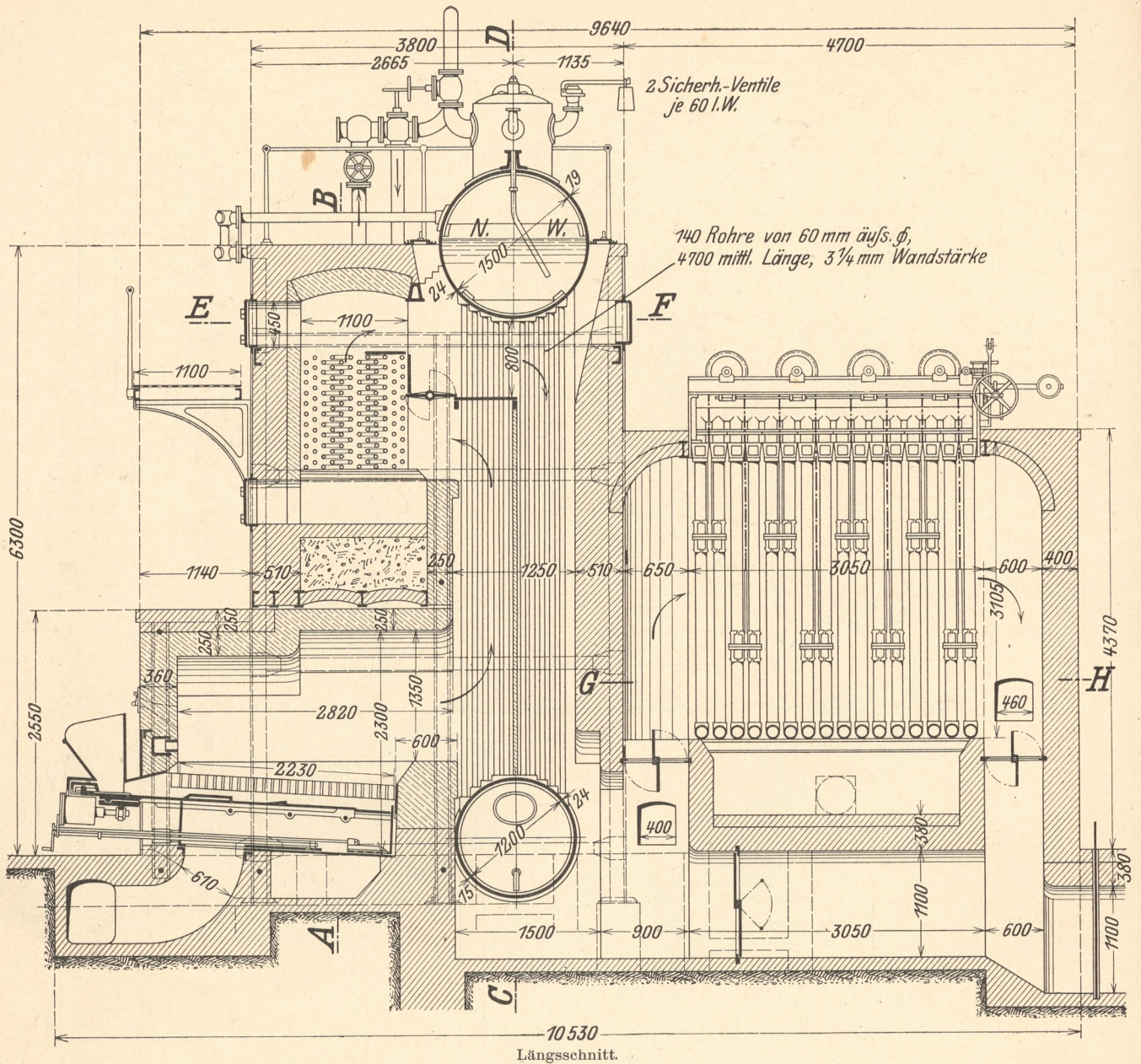
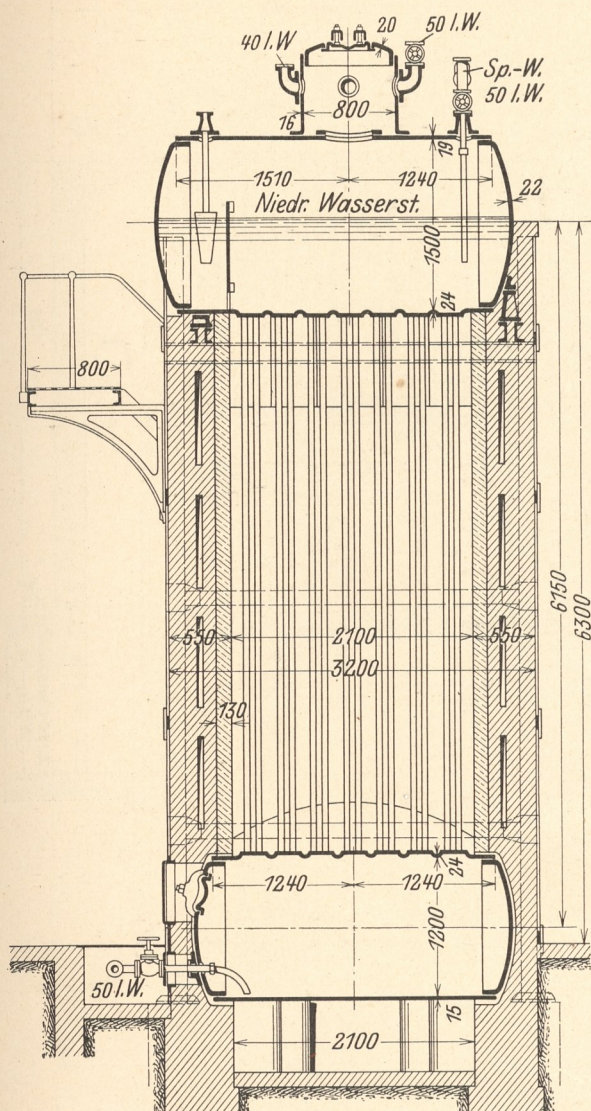
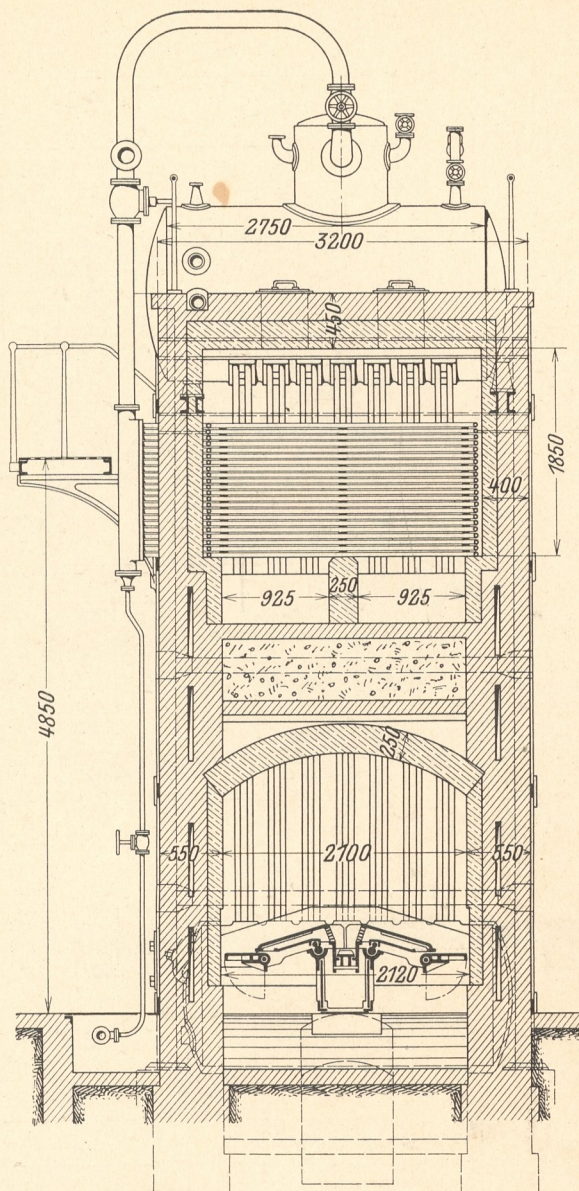


Fig. 99.





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.

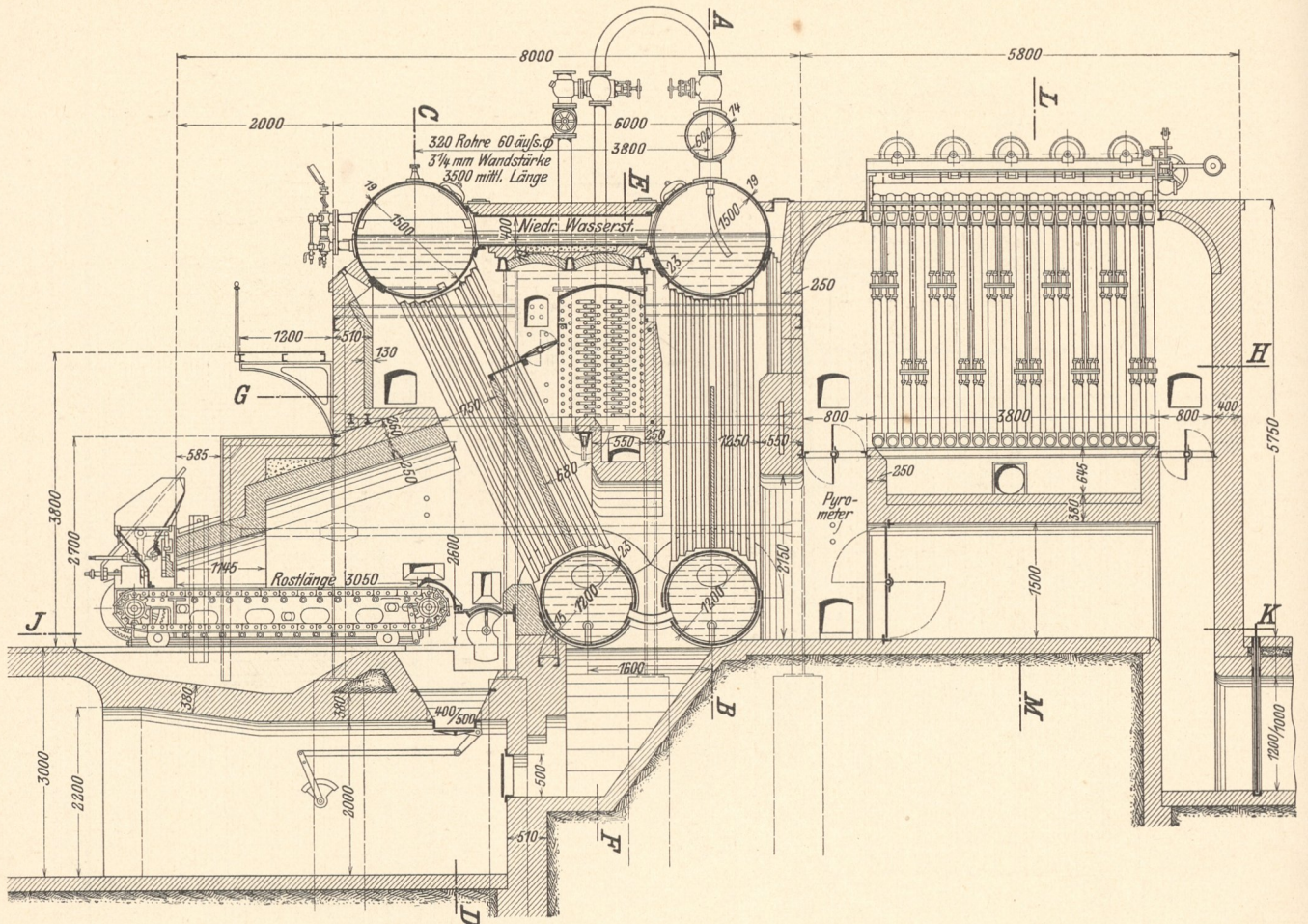
Da die gepreßten Rohrplatten mit dem Ober- und Unterkesselmantel vernietet werden, wird bei Herstellung der Kesselmäntel jede Schweißarbeit vermieden. Die Kessel sind so normalisiert (Zahlentafel Nr. 38), daß man für alle Kesselgrößen mit wenigen verschiedenen Rohrplatten auskommen kann.

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-

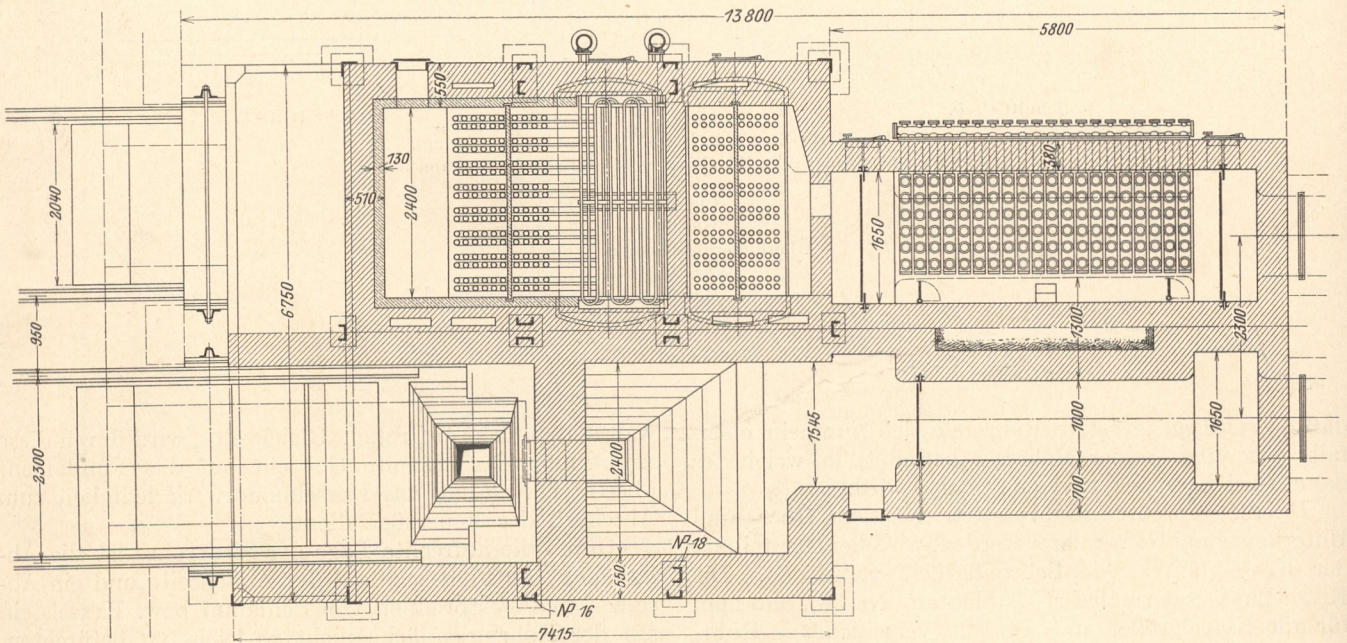
walzstellen nicht auftreten. Gleichzeitig wird durch diese Anordnung das gesamte Gewicht auf das Fundament übertragen, so daß das Kesselmauerwerk lediglich zum Abschluß der Feuerzüge dient.

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.



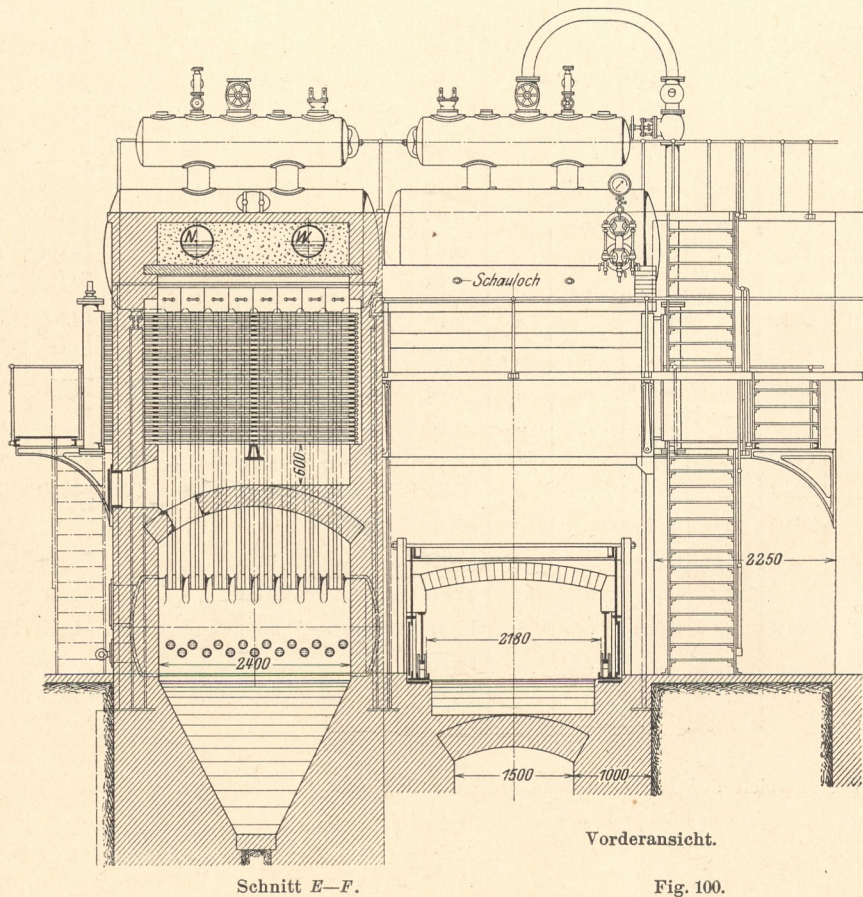
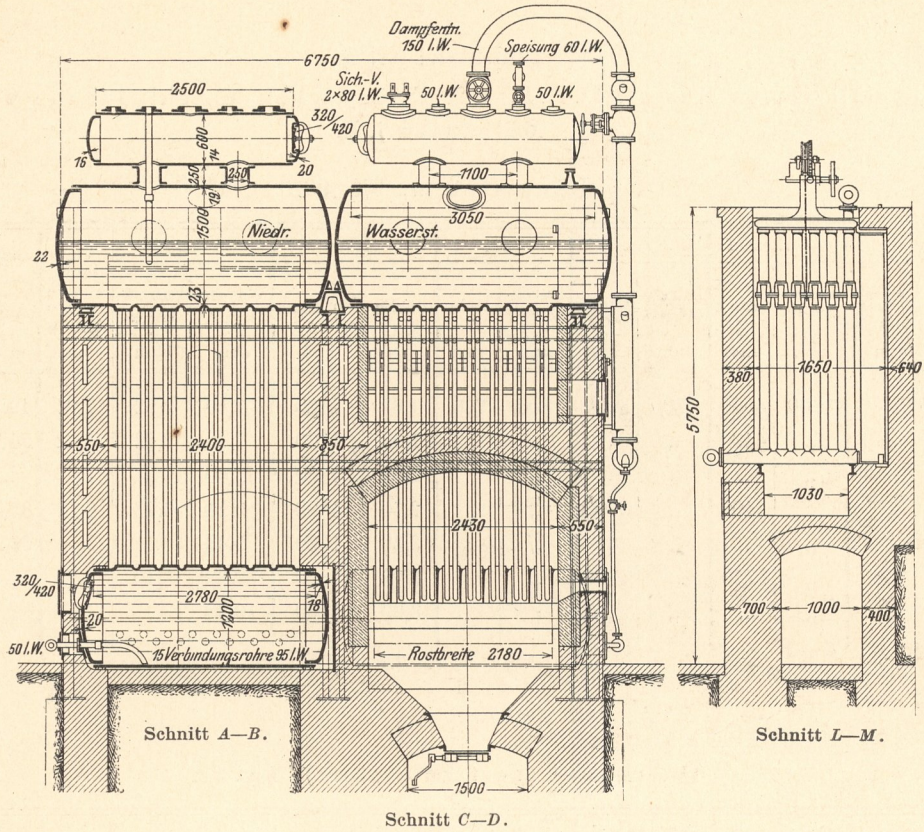


Fig. 100.



## 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		
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	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.



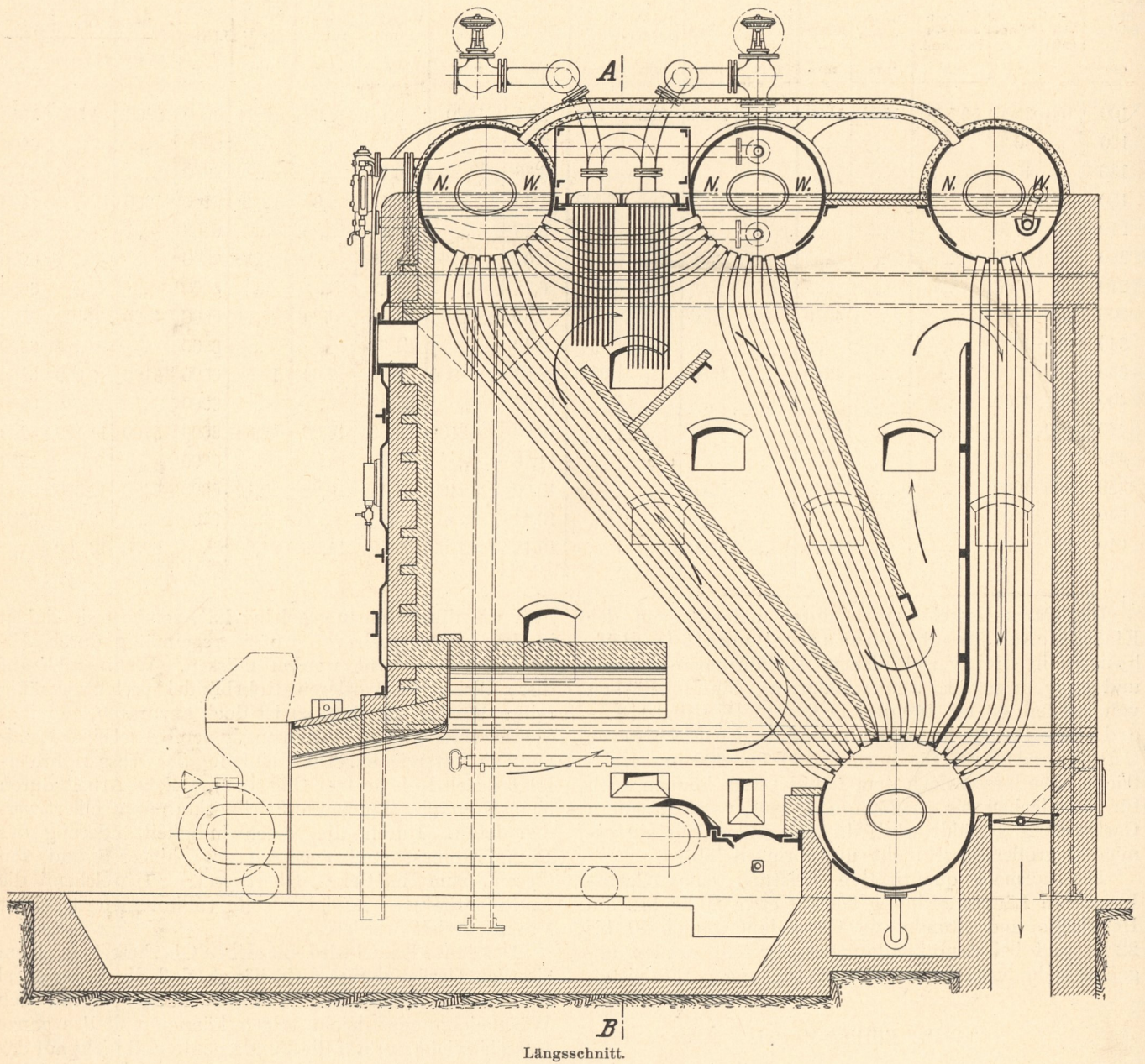
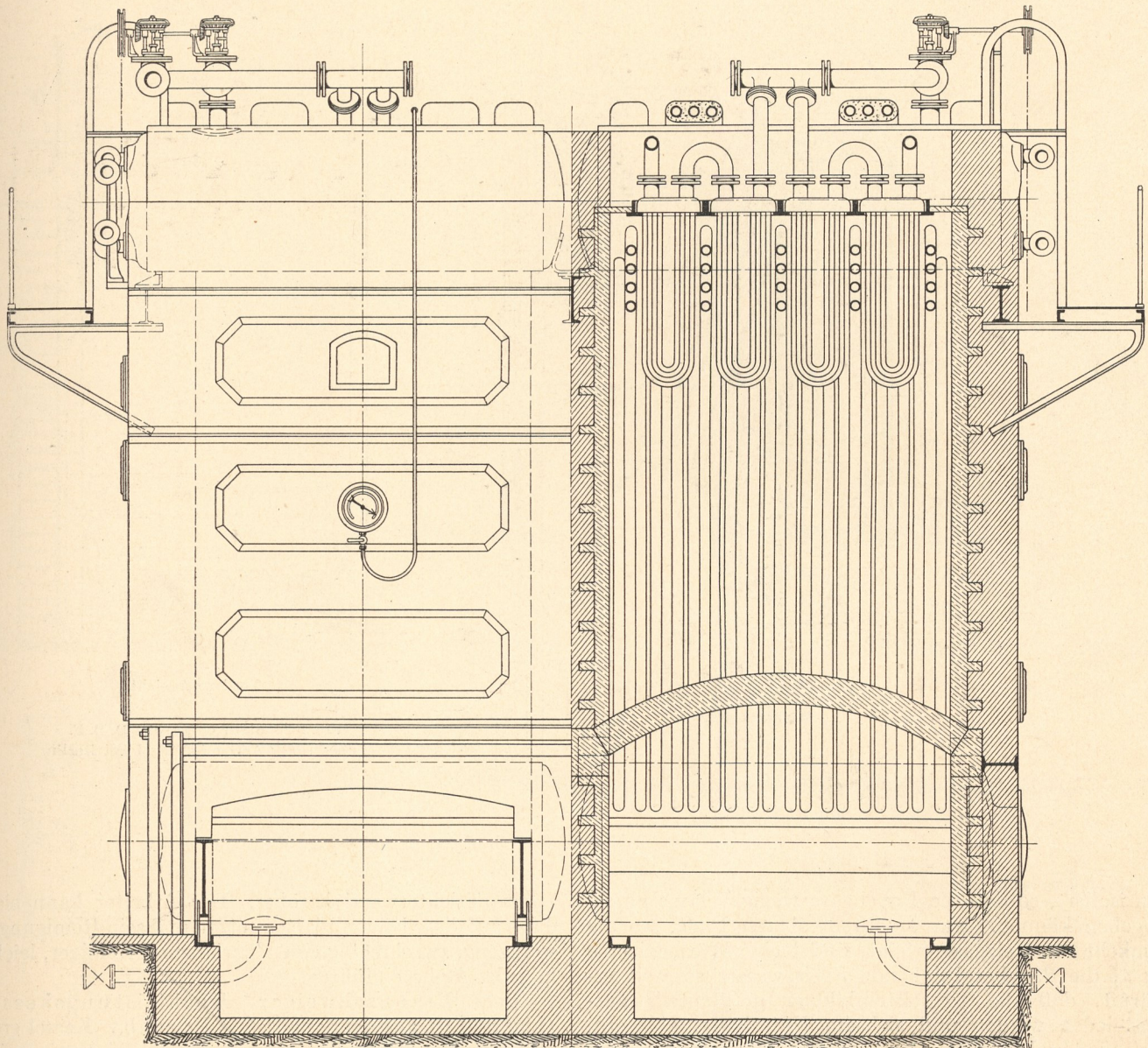


Fig. 101. Stirling-Wasserrohrkessel mit Kettenrost und Prégardien-Überhitzer.  
 Ausführung: Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vorm. Georg Egestorff, Hannover-Linden.





Vorderansicht.

Fig. 101.

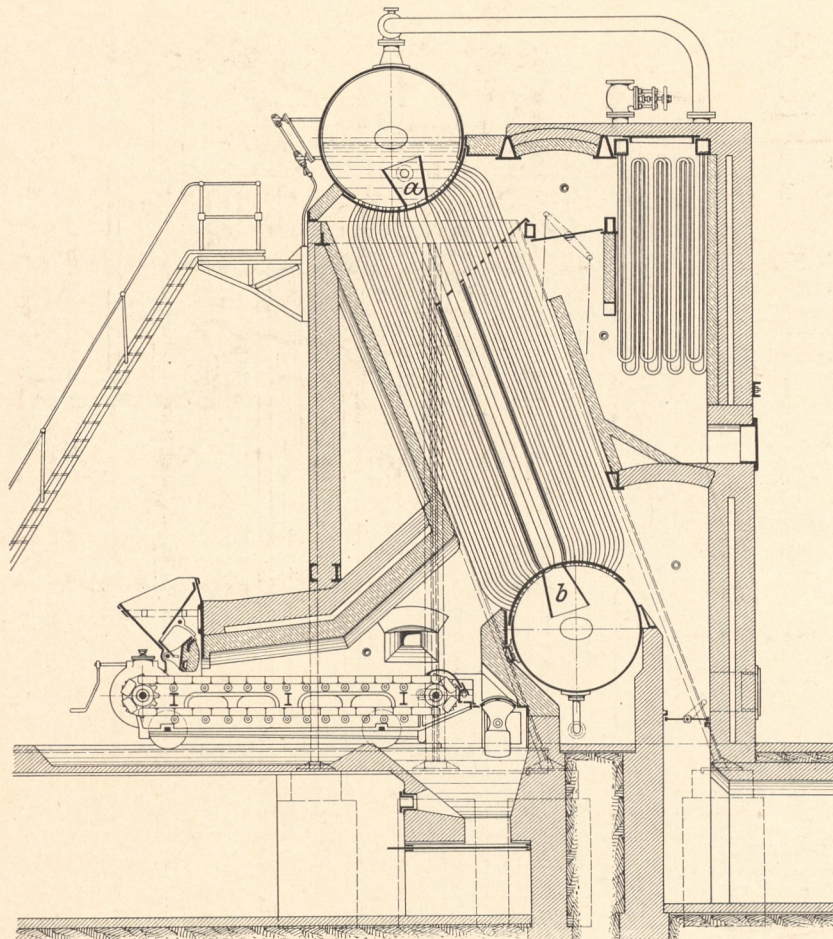
Schnitt A-B.

Zahlentafel Nr. 39

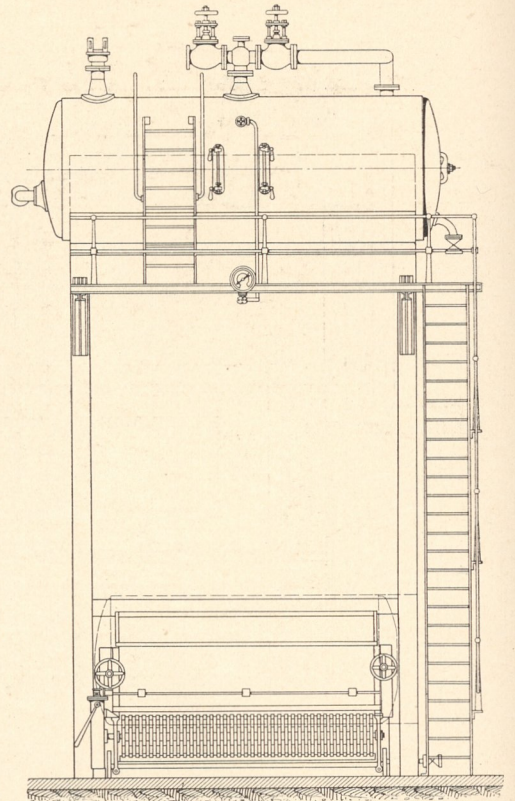
über Stirling-Wasserrohrkessel mit Überhitzer, Fig. 101.

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 Bepflügelung 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

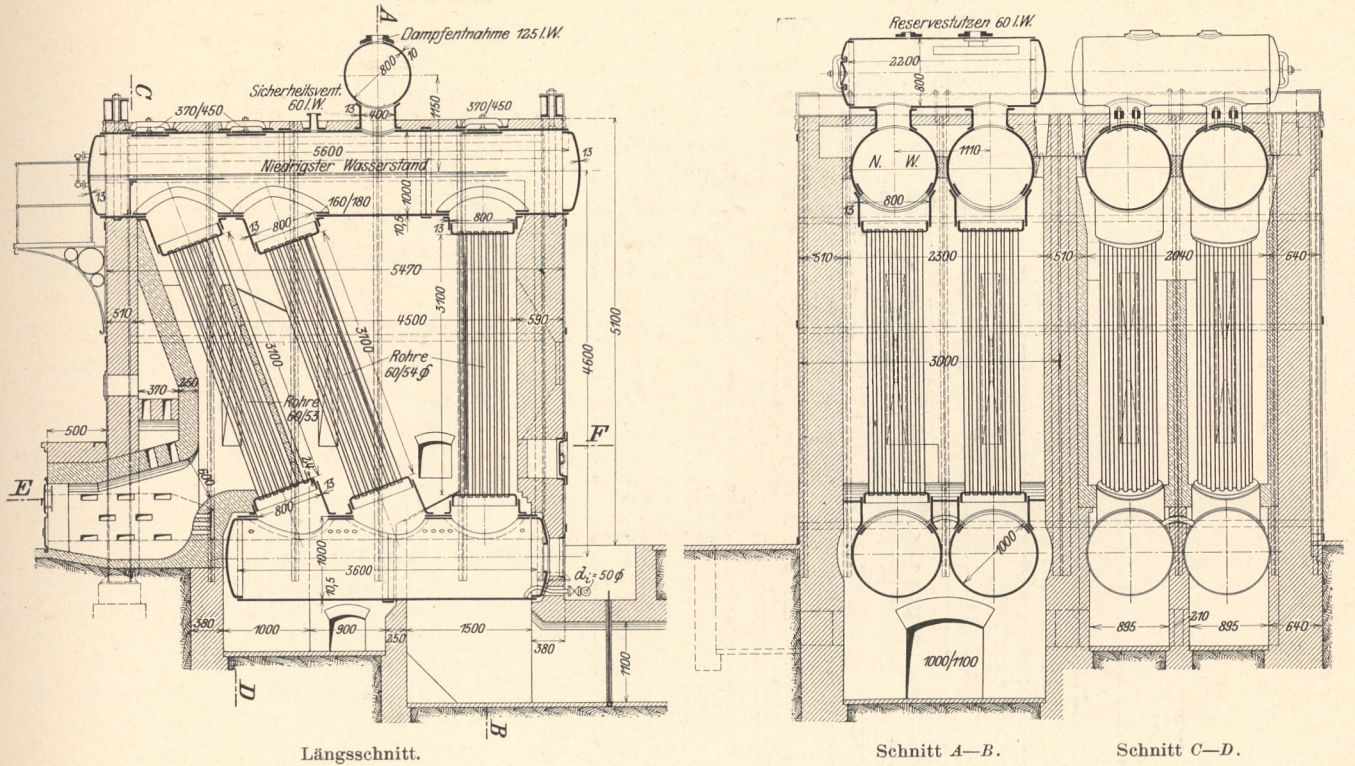
zweite Trichterwand herüber. Der Arbeiter kann sich dann auf diese beiden Platten setzen und sein Reinigungswerkzeug, zweckmäßig einen Turbinenrohrreiniger, leicht in jedes Rohr einführen.

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.

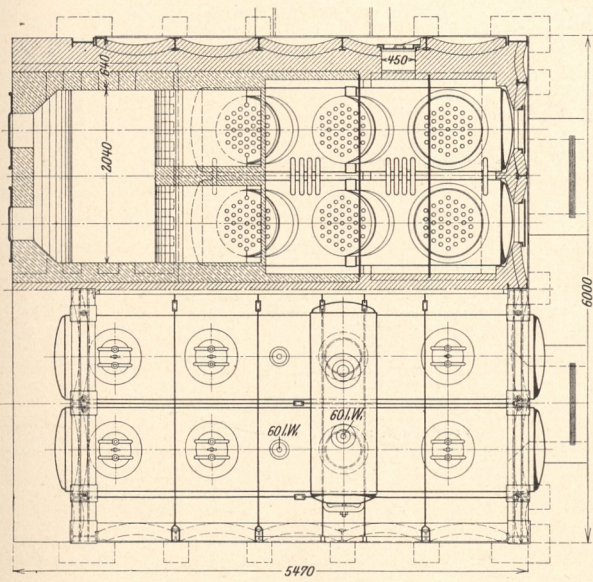




Längsschnitt.

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.