

# Neuere Kessel-Bauarten der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur

Autor(en): **Nyffenegger, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **76 (1958)**

Heft 49

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-64089>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Neuere Kessel-Bauarten der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur

Von H. Nyffenegger, Oberingenieur der SLM Winterthur

DK 621.181.5

Die hier schon früher <sup>1)</sup> beschriebenen stationären Dampfkessel der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) haben seither eine Weiterentwicklung erfahren, über die an dieser Stelle berichtet werden soll.

### 1. Dreizug-Siederrohrkessel mit Wasserrohr-Vorkessel

Der Dreizug-Flammrohrkessel, der sog. Hollandkessel, erfreut sich wachsender Beliebtheit. Er ist einfach im Aufbau, billig in der Herstellung und ergibt dank weitgehender Abkühlung der Heizgase im Kessel selbst einen guten Wirkungsgrad. Nachteilig ist hingegen, dass Leistungsfähigkeit und Arbeitsdruck des Kessels durch die Festigkeitseigenschaften des Flammrohres stark eingeschränkt werden. Dieser Nachteil macht sich noch stärker geltend, wenn die Umstellmöglichkeit von Oel- auf Kohlefeuerung gefordert wird. Das für die Leistungsfähigkeit des Kessels massgebende Verhältnis zwischen Strahlungs- und Berührungsoberfläche lässt sich in entscheidender Weise dadurch verbessern, dass man den Flammrohrteil des Hollandkessels durch einen SLM-Wasserrohr-Vorkessel ersetzt. Der Vorkessel mit seinem weiten Feuerraum und seiner grossen Strahlungsoberfläche erlaubt den Einbau leistungsfähiger Oel-, Kohle- oder Abfallholzfeuerungen.

1) SBZ 1949, Heft 19, Seite 262.

Die Bilder 1 bis 3 zeigen Schnitte und Ansichten eines Dreizugkessels mit Vorkessel, wie er in der Schweizerischen Bindfadenfabrik Flurlingen für eine Maximalleistung von  $5.10^6$  kcal/h aufgestellt worden ist. Der Vorkessel besteht aus eng aneinander gestellten, den Feuerraum seitlich und oben abschliessenden Gabelementen 1 (Bild 1), die von zwei untern Wassersammlern 2 aufsteigen und oben gruppenweise in den einen oder den andern der beiden Dampf-Wassersammler 3 münden. Untere und obere Sammler des Vorkessels stehen mit dem Dreizugkessel in freier Verbindung, so dass sich im Vorkessel selbsttätig eine ganz besonders intensive Wasserzirkulation einstellt. Die Eckstücke der Gabelemente sind mit Kappen 4 verschlossen, so dass sowohl die horizontalen als auch die vertikalen Aeste des Elementes zu Kontroll- und Reinigungszwecken zugänglich sind.

Wie der Vorkessel, ist auch der Siederrohrkessel vollständig geschweisst. Die Rohrwände sind durch eingeschweisste Lamellen 5 mit dem Kesselmantel verankert. Entsprechend der sich allmählich vermindernenden Heizgastemperatur besitzen die drei hintereinander geschalteten Gaszüge I, II, III abnehmende Strömungsquerschnitte. Ein üblicher Dom mit Mannlochverschluss dient der Dampfentnahme. Die erste Umkehrung der Heizgase vollzieht sich in einer am hintern Kesselende angeschlossenen und feuerfest ausgekleideten Rauchkammer 6

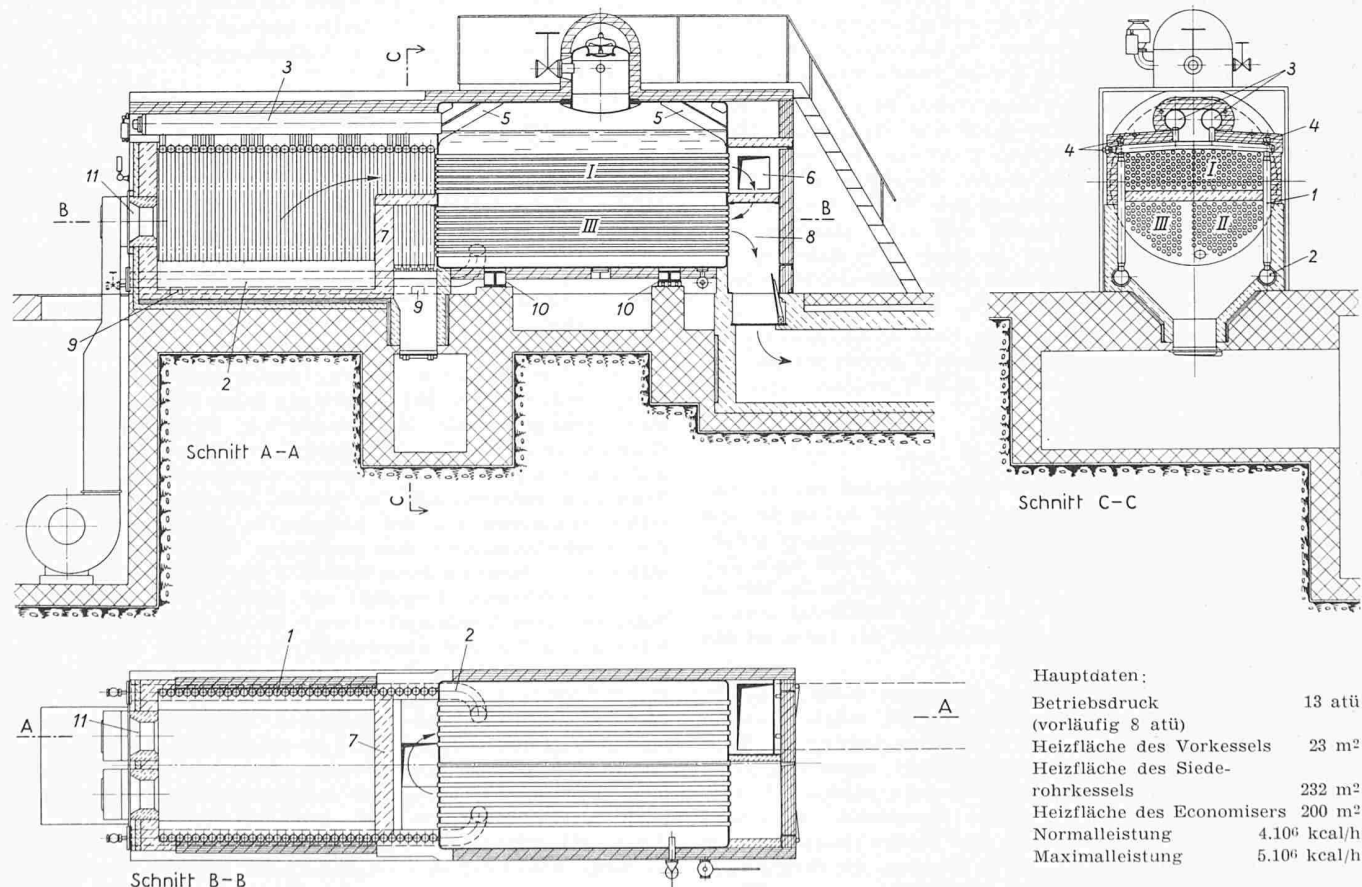


Bild 1. Dreizug-Siederrohrkessel mit Wasserrohr-Vorkessel, Bauart SLM, 1:100

I, II, III Rauchgaszüge des Siederrohrkessels	3 obere Dampf-Wassersammler	7 Mauer zur vorderen Rauchkammer
1 Gabelement des Vorkessels	4 Verschlusskappen zu 1	8 Abteil zu 6 für die abziehenden Rauchgase
2 unteres Wassersammlerrohr	6 hintere Rauchkammer	

#### Hauptdaten:

Betriebsdruck	13 atü
(vorläufig 8 atü)	
Heizfläche des Vorkessels	23 m <sup>2</sup>
Heizfläche des Siederrohrkessels	232 m <sup>2</sup>
Heizfläche des Economisers	200 m <sup>2</sup>
Normalleistung	4.10 <sup>6</sup> kcal/h
Maximalleistung	5.10 <sup>6</sup> kcal/h

9 Tragsättel des Vorkessels
10 Tragsättel des Siederrohrkessels
11 Schwerölbröner

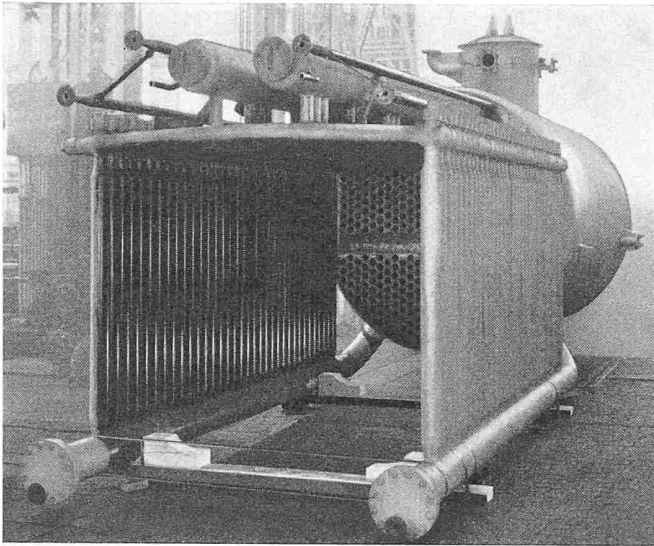


Bild 2. Werkaufnahme eines Dreizug-Siederrohrkessels mit Wasserrohr-Vorkessel

aus Blech, während die zweite Umkehrung durch ein einfaches Mauerwerk 7 am hintern Ende des Vorkessels gebildet wird. Die Heizgase treten durch ein Abteil 8 der bereits genannten Rauchkammer aus dem Kessel aus. Vorkessel und Rundkessel ruhen in je zwei Tragsätteln 9 bzw. 10 auf dem Fundament, wobei jeweils die äusseren Abstützungen beweglich sind. Beide Kesselteile sind unter Blechverschalungen mit reichlich bemessenem Wärmeschutz versehen. Treppe und Laufsteg vermitteln den Zugang zu den Abschliessungen am Dampfdom. Zwei Schwerölbrenner 11 sind nebeneinander und ausschwenkbar in die gemauerte Vorderwand des Vorkessels eingesetzt. Alle Massnahmen sind getroffen, um gegebenenfalls innert kürzester Zeit die Oelfeuerung durch einen Handrost zu ersetzen. Zwei Feuertüren ermöglichen es, den grossen Rost auch mit minderwertigen Kohlen zu beschicken.

Die im Kessel erzeugte Dampfwärme wird in einer Kaskade an eine entsprechend vergrösserte Menge von Netz-Umlaufwasser übertragen. Der Rücklauf aus dem Netz durchströmt einen Rippenrohr-Economiser, worauf er in die Kaskade eintritt. Obwohl die Abgase den Kessel bereits weitgehend abgekühlt verlassen, ergibt sich damit eine noch verbesserte Wärmeausnutzung der Heizgase. Ein Rauchgasventilator saugt die Gase aus dem getrennt aufgestellten Economiser ab und befördert sie ins Kamin.

Es möge noch erwähnt werden, dass schon früher einer der in der Bindfadenfabrik vorhandenen Flammrohrkessel zur Leistungssteigerung mit einem SLM-Vorkessel versehen wurde.

## 2. Wasserrohr-Strahlungskessel

Der niedrig gebaute SLM-Wasserrohrkessel, der im eingangs erwähnten Heft beschrieben worden ist, hat im In- und Ausland eine Anzahl bemerkenswerter Anwendungen gefunden, und zwar für Dampfleistungen bis zu 10 000 kg/h, Betriebsdrücke bis zu 36 atü und Dampftemperaturen bis zu 425 °C. Diese Kessel werden in der Werkstätte fertig zusammengeschweisst und können als Ganzes mit der Bahn an den Bestimmungsort verbracht werden.

Obwohl noch etwas grössere Einheiten dieser mehr in die Länge sich erstreckenden Kessel-Bauart möglich wären, hat die Lokomotivfabrik für noch grössere Leistungen einen neuen, mehr in die Höhe gebauten Kessel entwickelt, ohne dass aber, wie bei üblichen Steilrohrkesseln, schwere Gerüstkonstruktionen und umfangreiches Mauerwerk notwendig wären. Diese neue Bauart erlaubt eine freiere Gestaltung des ganzen Kessels. Insbesondere ist es möglich, die Strahlungsheizfläche gegenüber der Berührungsheizfläche wesentlich zu steigern und somit bei mässigen Maximalbelastungen im Feuerraum hohe mittlere Heizflächenbelastungen (spezifische Dampferzeugung über 50 kg/m<sup>2</sup>·h) zu erreichen. Die Berührungsheizfläche befindet sich beidseitig des Feuerraumes. In die Gaswege eingesetzte Leit- und Staubleche sorgen für eine

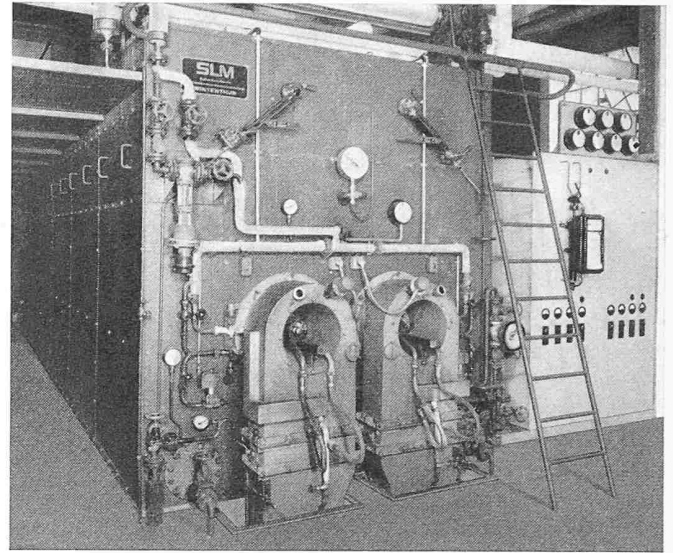


Bild 3. Ansicht des Dreizug-Siederrohrkessels mit Wasserrohr-Vorkessel in der Schweiz. Bindfadenfabrik Flurlingen

gute Wärmeübertragung im Konvektionsteil bei gleichzeitiger Wahrung guter Zugänglichkeit zu den einzelnen Heizflächenpartien. Die Heizgase verlassen die Verdampfungsheizfläche mit verhältnismässig niedriger Temperatur, und es kann die restliche Heizgaswärme auch bei höheren Speisewassertemperaturen, wie sie bei Wasseraufbereitungsanlagen mit Druckentgasung auftreten, in einem Rippenrohr-Economiser aufgenommen werden, ohne dass zur Erreichung eines guten Kesselwirkungsgrades ein Luftvorwärmer aufgestellt werden müsste. Selbstverständlich ist es wegen des Bahn-Lichttraum-profiles nicht mehr möglich, solche Kessel in der Werkstätte fertigzustellen, weshalb auf einen einfachen Aufbau mit vorgefertigten Verdampferelementen und auf einwandfrei durchführbare Schweissungen am Aufstellungsort besonders geachtet worden ist.

Der Aufbau des neuen Kessels und die Heizgasführung sind aus dem Bild 4 und aus dem aufgeschnittenen Kesselmodell (Bild 6) zu erkennen. Die Ausdampf-Obertrommel 1 und die parallel liegenden kleinen Untertrommeln 2 sind in symmetrischer Stellung seitlich längs über dem Wanderrost angeordnet. Der Kessel ruht mit beiden Untertrommeln auf vier, in das Sockelmauerwerk gestellten Profileisen-Säulen. Der zylindrische Mantel der Ausdampftrommel besteht aus einer oberen, dünneren und aus einer unteren, gelochten, dickeren Schale.

Von den beiden Untertrommeln 2 steigen je zwei fluchtende Reihen 3 und 4 von eng aneinander gestellten Verdampferrohren, zunächst senkrecht, dann gegen die Kesselmitte geneigt, in die Obertrommel auf, zwei schmale, hohe Gaskammern bildend. Die Verdampferrohre sind an den Enden auf einen kleineren Durchmesser eingezogen und mit den Trommeln verschweisst. Die beiden äusseren Rohrreihen 4 bilden zusammen mit der aufgelegten Plattenisolation und der Blechverschalung den gasdichten seitlichen Abschluss, während die beiden inneren Reihen 3 den grossen Strahlungsraum umschliessen. Ungefähr auf halber Höhe sind zusätzliche, gebogene Verdampferrohre 5 an den Rohren der beiden inneren Rohrfluchten abgezweigt, die getrennt in die Obertrommel münden und die beiden parallelgeschalteten ersten Rauchgaszüge I gegen den Feuerraum abgrenzen. Um die Gaseintritte in die Züge freizuhalten, sind am hinteren Ende des Kessels keine Zusatzrohre 5 vorgesehen. Die Heizgase durchströmen diese beiden ersten Züge, die gegebenenfalls einen zweiteiligen Ueberhitzer aufnehmen können, von hinten nach vorn, und verlassen sie seitwärts durch Schlitze, die durch die auf einen kleineren Durchmesser eingezogenen vorderen Rohre der inneren Rohrflucht gebildet werden, um anschliessend von oben in die bereits erwähnten beiden hohen und schmalen Heizgaskammern einzutreten. Aus zunderbeständigem Material bestehende vertikale Bleche leiten die Gase zunächst nach unten, von wo sie dann in die auf beiden Seiten zwischen den Rohrwänden 3 und 4 befindlichen Züge II, III und IV gelangen, um schliesslich zu den in der hinteren

Abschlusswand befindlichen Gasaustrittsöffnungen 6 und zum Gegenstrom-Rippenrohr-Economiser 7 geführt werden. Die genannten Züge werden durch je zwei horizontale, übereinanderliegende Bleche gebildet. Die in die Gaswege eingesetzten Staubleche 8 sind nur im Querschnitt C-C (Bild 4) eingezeichnet. Ueber dem hinteren Rostende sind einige von den beiden Untertrommeln ausgehende und in der Kessel-Mittelebene aufsteigende Verdampferrohre 9 eingesetzt, auf welche zur Abschirmung des Rostauslaufes Chamotteplatten aufgelegt sind. Die Untertrommeln sind an den Enden durch horizontale Wasserrohre 10 gegeneinander verankert. Die hintere, gemauerte Abschlusswand des Kessels wird durch ein Wasserrohrgitter 11 gekühlt, während die vordere Kesselstirnwand zur Ermöglichung des späteren Einbaus von Oelbrennern ungekühlt bleibt.

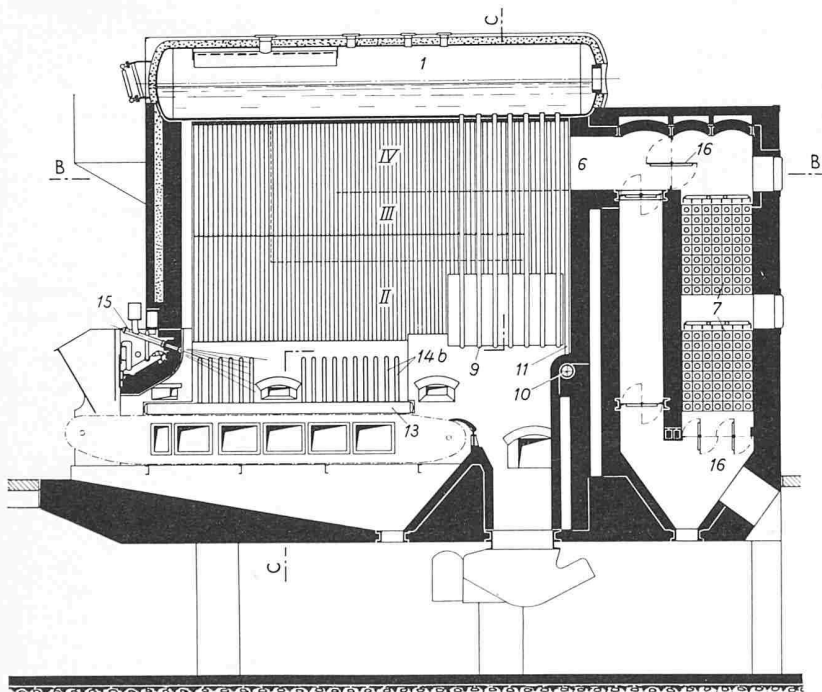
Der Kessel arbeitet mit selbsttätigem Wasserumlauf und zwar so, dass auf beiden Längsseiten, ganz ausserhalb der Gasströme, mehrere reichlich bemessene Fallrohre 12 zwischen der Ausdampftrommel und den Untertrommeln vorgesehen sind und alle beheizten Verdampferrohre eindeutig als Steigrohre dienen können. Eine intensive Wasserzirkulation ist damit sichergestellt.

Zwei Kühlbalken 13, die durch Fallrohre 14a mit der Ausdampftrommel 1 und durch kurze Steigrohre 14b mit den

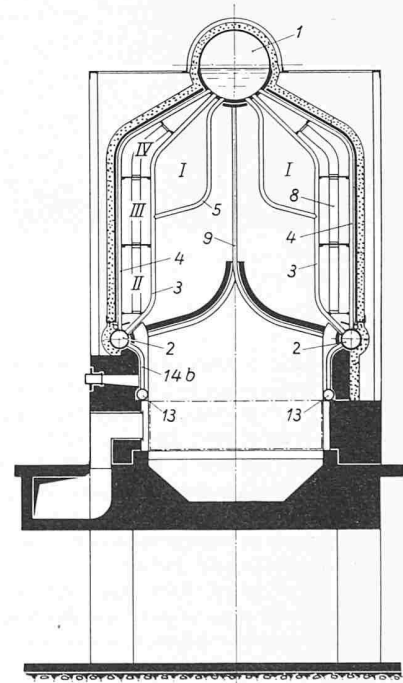
wenig darüber liegenden Untertrommeln verbunden sind, sorgen für die Kühlung der seitlich über dem Wanderrost liegenden Mauerwerkteile und verhindern das Ansetzen von Schlacken. Zwischen den kurzen Steigrohren 14b sind die für die Beobachtung der Wanderrostfeuerung notwendigen Oeffnungen im Mauerwerksockel frei gelassen. Beim Verbrennen minderwertiger, feuchter Kohle können die kurzen Steigrohre zur Erhöhung der Verbrennungstemperatur gegebenenfalls mit Mauerwerk abgedeckt werden.

Der Kessel ist mit einem Zonen-Wanderrost ausgerüstet. Schichthöhe, Rostgeschwindigkeit und Unterwind-Zonendrucke werden in üblicher Weise von Hand geregelt. Ueber dem aufgehängten Zündgewölbe sind die schräg nach unten blasenden Düsen 15 der Zweitluftzuführung angebracht.

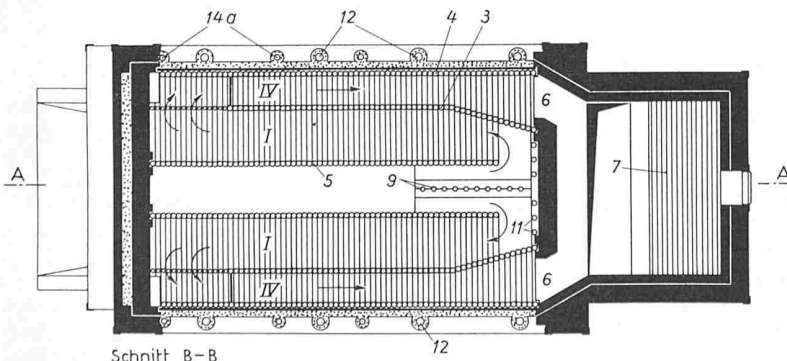
Für die gassetige Reinigung des Kessels und des Economisers sind Russbläser eingebaut, die während des Betriebes bedient werden können. Im übrigen ist durch Blindsäcke auf dem Rauchgasweg für das Ausscheiden von Flugasche reichlich gesorgt. Der Economiser 7 ist mittels Drehklappen 16 aus dem Rauchgasstrom ausschaltbar. Unterwindventilator, Zweitluftgebläse sowie der mit einem Zweistufenmotor und überdies mit Klappen regulierbare Saugzugventilator sind im Keller aufgestellt. Ein Nass-Entschlacker mit Brechwalzen sorgt für die staubfreie Austragung der Schlacken.



Schnitt A-A



Schnitt C-C



Schnitt B-B

Hauptdaten:

Konstruktionsdruck	20 atü
Vorläufiger Betriebsdruck	12 atü
Heizfläche des Kessels	245 m <sup>2</sup>
Heizfläche des Economisers	297 m <sup>2</sup>
Rostfläche	11,4 m <sup>2</sup>
Normale Dampfmenge	10 000 kg/h
Maximale Dampfmenge	12 000 kg/h
Speisewasser-Temperatur	100° C (80° C)

Bild 4. Wasserrohr-Strahlungskessel der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur, 1:100

- |                               |                                    |  |                                |
|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|
| I bis IV Rauchgaszüge         | 5 Zusätzliche Verdampferrohrreihe  | 8 Staubleche in den Rauchgaszügen II, III und IV | 12 Fallrohre von 1 nach 2      |
| 1 Obertrommel                 | 6 Rauchgasaustrittsöffnungen       | 9 mittlere Verdampferrohre                       | 13 Wasserrohre zur Rostkühlung |
| 2 Untertrommeln               | 7 Gegenstrom-Rippenrohr-Economiser | 10 Wasserrohre zur Verbindung der Untertrommeln  | 14a Fallrohre von 1 nach 13    |
| 3 innere Verdampferrohrreihe  |                                    | 11 hinteres Wasserrohrgitter                     | 14b Steigrohre von 13 nach 2   |
| 4 äussere Verdampferrohrreihe |                                    |  | 15 Zweitluftdüsen              |
|                               |                                    |  | 16 Rauchgasklappen zu 7        |

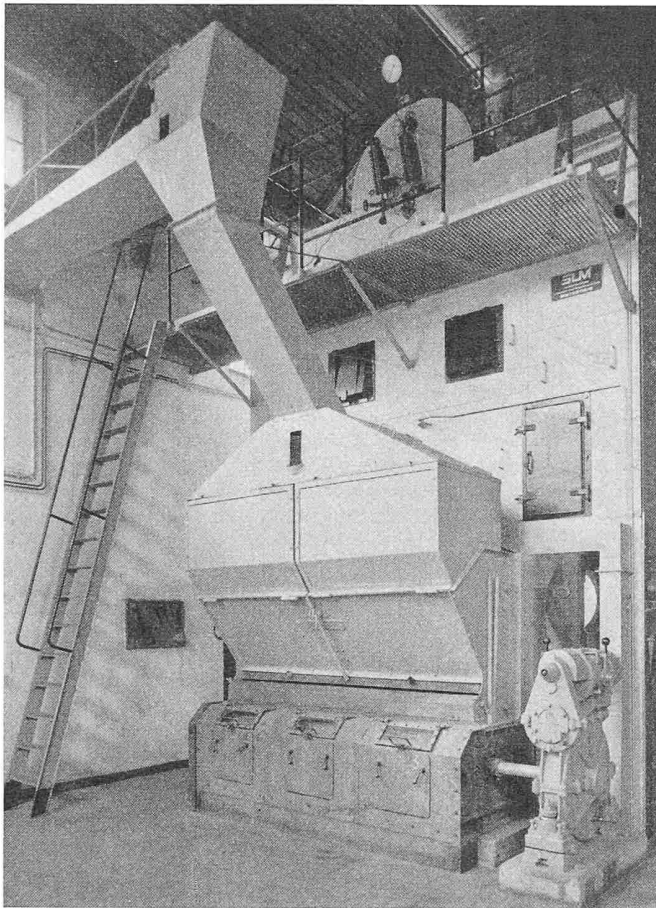


Bild 5. SLM-Wasserrohr-Strahlungskessel in einem Fabrikationsbetrieb des Bundes

Die Speisung erfolgt mit den vorschrittmässigen Pumpen über eine automatische Wasserstandsregelung. Die Messinstrumente für Wasser, Dampf, Rauchgase und Luft sowie die Bedienungsschalter für die Hilfsbetriebe sind in einem Mess- und Schaltschrank übersichtlich zusammengefasst.

Der erste Kessel dieser Bauart ist in einem Fabrikationsbetrieb des Bundes aufgestellt und zwar in einer Anlage mit bisher insgesamt sieben Flammrohrkesseln. Der neue Dampferzeuger konnte ohne Erhöhung des Kesselhausdaches an Stelle von zwei alten Einheiten untergebracht werden, was ganz wesentliche Ersparnisse an Baukosten ermöglichte. Die Hauptdaten dieses Strahlungskessels sind auf Bild 4 angegeben.

Von der Bestellerin wurde die Möglichkeit des nachträglichen Einbaus eines Ueberhitzers für Dampfturbinenbetrieb mit 20 atü und einer Oelfeuerung verlangt. Auch musste zur unmittelbaren Rückspeisung von zeitweise anfallendem Kaskadenwasser von sehr hoher Temperatur ein zweiter Speisekopf vorgesehen werden. Durch eine von der Betriebsleitung vorgenommene nachträgliche Aenderung in der Schaltung von Wärmeverbrauchern konnten diese unmittelbare Rückspeisung und die damit verbundenen Heizgas-Wärmeverluste im Economiser vermieden werden.

In Tabelle 1 sind die auch im Geschäftsbericht Nr. 89 (1957) des Schweizerischen Vereins von Dampfkessel-Besitzern veröffentlichten Versuchsergebnisse aufgeführt.

Für eine maximale Dauerlast von 13 500 kg/h, entsprechend einer Heizflächenbelastung von 55 kg/m<sup>2</sup> · h, wurde gegenüber Normallast ein nur wenig abfallender Kesselwirkungsgrad von rund 84 % ermittelt. Der neue Kessel ist imstande, die sieben Flammrohrkessel annähernd zu ersetzen. Die Messungen haben gezeigt, dass es wegen der besonderen Gasführung möglich ist, bei mässigen Strömungswiderständen den jetzt schon guten Kessel-Wirkungsgrad noch etwas zu steigern. Ein zweiter gleicher Strahlungskessel für die selbe Anlage befindet sich in Fabrikation. Als Economiser wird der den sieben Flammrohrkesseln bisher dienende verwendet und neu aufgestellt.

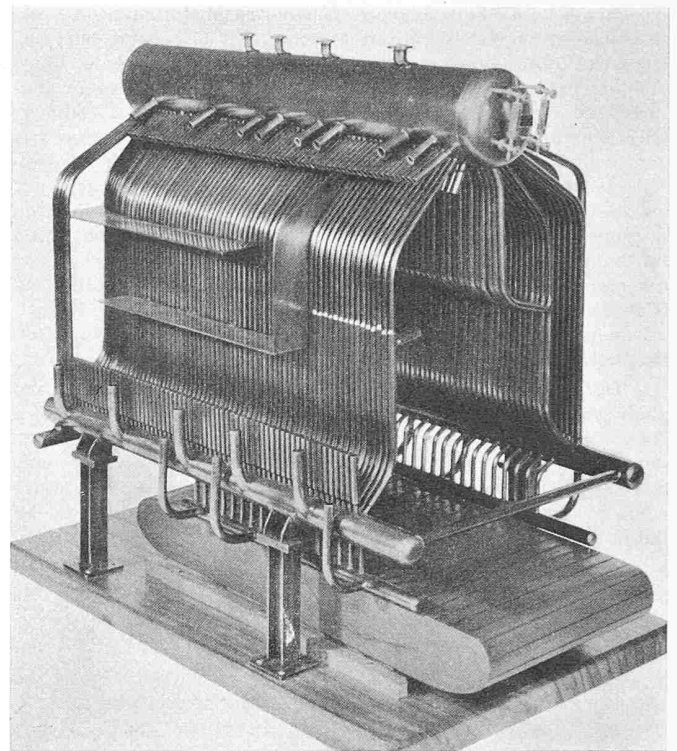


Bild 6. Ansicht des Modells eines Wasserrohr-Strahlungskessels

Tabelle 1. Ergebnisse der offiziellen Abnahmeversuche

Dauer des Versuches	h	8 ¼
Kesselbelastung		normal
Brennstoff		USA-Flammkohle
Körnung	mm	5/15
Gehalt an Feuchtigkeit	Gew. %	5,4
Gehalt an Asche	Gew. %	5,6
Gehalt an flüchtigen Bestandteilen	Gew. %	34,6
Unterer Heizwert	kcal/kg	7245
Stündlich verfeuerte Kohlenmenge	kg/h	979,8
<i>Rauchgase und Verbrennung</i>		
Temperatur der Verbrennungsluft	° C	26
Rauchgastemperatur vor Economiser	° C	382
Rauchgastemperatur nach Economiser	° C	204
CO <sub>2</sub> -Gehalt nach Kessel	Vol. %	12,3
CO <sub>2</sub> -Gehalt nach Economiser	Vol. %	12,1
CO-Gehalt nach Economiser	Vol. %	0,35
Zugstärke Brennkammer	mm WS	1,4
Zugstärke nach Kessel	mm WS	31
Zugstärke nach Economiser	mm WS	41
<i>Speisewasser und Dampf</i>		
Speisewassertemperatur vor Eco	° C	99,6
Speisewassertemperatur nach Eco	° C	166,8
Sattdampfdruck im Kessel	atü	9,9
Stündliche Dampfleistung	kg/h	10 774
Dampfleistung p. m <sup>2</sup> Kesselheizfläche	kg/m <sup>2</sup> h	44
<i>Wirkungsgrade</i>		
Wirkungsgradanteil des Economisers	%	10,4
Wirkungsgradanteil des Kessels	%	75,2
Gesamtwirkungsgrad der Anlage	%	85,6
<i>Verluste durch</i>		
fühlbare Wärme der Abgase	%	9,9
unverbrannte Gase	%	1,7
Brennbares in Schlacke, Asche	%	0,6
Abstrahlung und Wärmeleitung	%	2,2