Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91/92 (1928)
Heft: 22

Artikel: Hochdruck-Lokomotive "Winterthur" für 60 at Kesseldruck
Autor: Buchli, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-42510

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

INHALT: Hochdruck-Lokomotive „Winterthur" für 60 at Kesseldruck. — Zur Frage der Erziehung des Architekten an den Techn. Hochschulen. — Der Umbau der Eisenbahnbrücke der S. B. B. über den Rhein bei Ragaz. — Mitteilungen: Chemisches Verfestigungsverfahren für lose Bodenarten. Wasserturm als Wohnhaus. Aenderung der Begriffserklärung für Hochofenzement. Von den Elektrizitätswerken in Frankreich. Verhüttung von Nickelerzen im elektrischen Ofen. Der Schweizerische Acetylen-Verein. Die Sektion der Ostschweiz des Schweizer. Rhone-Rhein-Schiffahrt-Verbandes. — Wettbewerbe: Hospice Ed. Sandoz-David, Lausanne. Städtisches Altersheim in Zürich. — Preisausschreiben: Vorschläge für die Dämpfung des Strassenlärms. — Literatur. — Schweizer. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Mitteilungen der Vereine: Sektion Bern des S. I. A. Gesellschaft Ehemaliger Studierender der E. T. H. S. T. S.

Band 91. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 22

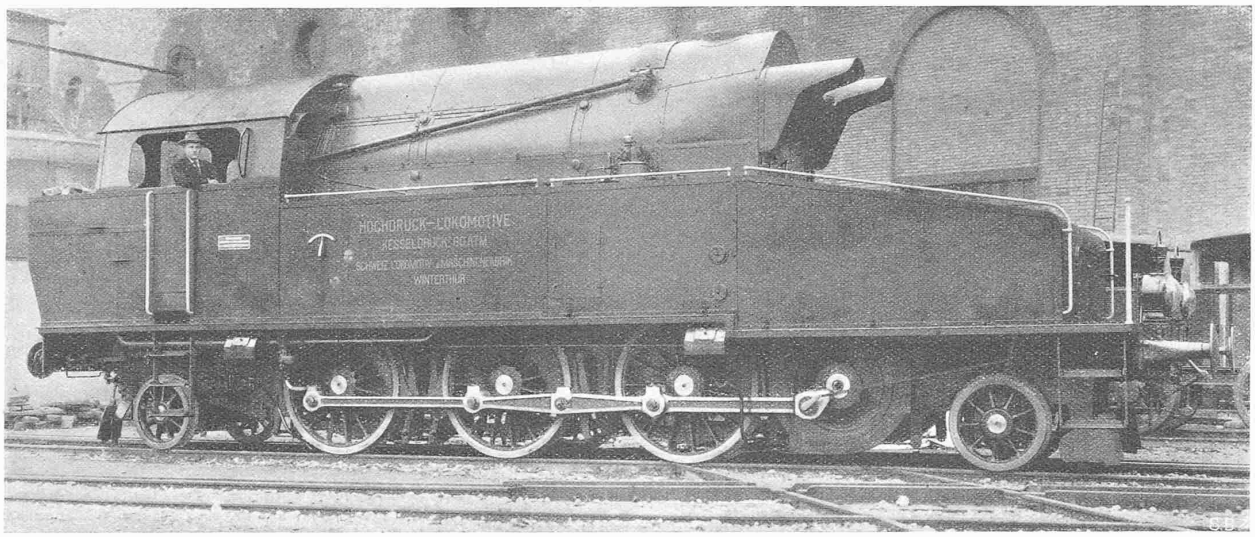


Abb. 1. Hochdruck-Lokomotive „Winterthur" für 60 at Kesseldruck der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

Hochdruck-Lokomotive „Winterthur" für 60 at Kesseldruck.

Von Ingenieur J. BUCHLI, Direktor der S. L. M. Winterthur.

[*Vorbemerkung der Redaktion.* Im Mai 1925 hatte in diesem Blatte (Band 85, Seiten 240 und 275) zwischen Ing. J. Buchli, Direktor der Schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur, und Ing. K. Wiesinger, Prof. an der E. T. H., ein Meinungsaustausch stattgefunden über die Aussichten einer Hochleistungs-Lokomotive für 60 at Dampfdruck. Für seinen bezügl. Entwurf errechnete damals Prof. Wiesinger eine Kohlenersparnis von 50 % gegenüber der besten bestehenden Heissdampflokomotive; Dir. Buchli bestritt die Möglichkeit einer so weitgehenden Ersparnis, die er seinerseits auf rd. 25 % berechnete. Jene theoretische Kontroverse, in der Behauptung gegen Behauptung stand, fand dann, entgegen dem Wunsche Prof. Wiesingers, keine Fortsetzung. Der Redaktion erschien eine überzeugende Abklärung auf diesem Wege aussichtslos, und da uns Prof. Wiesinger *bereits im Dezember 1924* einen eingehenden Bericht über seine Erfindung in Aussicht gestellt hatte, *sobald praktische Versuchsergebnisse vorliegen würden,* zogen wir es unserer Uebung gemäss vor, diese beweiskräftigen Versuche abzuwarten. Dieser Zeitpunkt erschien nicht allzuferne, da bereits 1924 die „Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik" in Düsseldorf die Ausführung einer 2000 PS_i-Versuchs-Lokomotive nach den Patenten und Entwürfen Prof. Wiesingers beschlossen hatte. Leider sah sich dann die Fabrik infolge der deutschen Wirtschaftskrise genötigt, ihre Lokomotiv-Abteilung zu schliessen und den Probebau aufzugeben. In der Folge hat dann Prof. Wiesinger seine Erfindungsgedanken und Entwürfe in Wort und Bild veröffentlicht in „Glasers Annalen" vom 1. März 1927, wodurch sie der Fachwelt allgemein bekannt geworden sind.

Inzwischen hat nun die S. L. M.-Winterthur ihrerseits eine Hochdruck-Dampflokomotive für 60 at entworfen, gebaut und versuchsweise ausprobiert. Im folgenden werden diese Neukonstruktion und die Versuchsergebnisse durch Dir. J. Buchli zur Darstellung gebracht.

Es war natürlich nicht Absicht der Redaktion und würde von ihr bedauert, wenn aus dem vorangegangenen der Eindruck persönlicher Parteinahme oder Begünstigung des einen Partners an der theoretischen Kontroverse von 1925 aufgekommen wäre, und sie hat Herrn Prof. Wiesinger den Vorschlag gemacht, im Anschluss an die Veröffentlichung der S. L. M.-Hochdruck-Lokomotive auch das Wesentliche *seiner* Konstruktion den Lesern der „S. B. Z." in sachlicher Weise in Wort und Bild vorzuführen. Wenn wir damit von unserer Regel abweichen, Neukonstruktionen erst nach ihrer Erprobung eingehend zu beschreiben, so ist dies durch die vorliegenden besondern Umstände begründet, insbesondere durch unsere Absicht, dem fachkundigen Leser anhand des nötigen Tatsachenmaterials das eigene Urteil zu überlassen darüber, ob, wie Prof. Wiesinger glaubt, das von der S. L. M. erreichte praktische Ergebnis auf die von ihm aufgestellten Richtlinien zurückzuführen ist. Wir glauben damit in korrekter Weise und namentlich in einem für den Leser überzeugendern Art den damals eingestellten Meinungsaustausch zum Abschluss zu bringen. Die Redaktion.]

*

Der Dampflokomotive sind in den letzten Jahren zwei Rivalinnen erstanden, die elektrische und die Diesel-Lokomotive. Besonders die elektrische hat sich ein grosses Feld erobert, während die Diesel-Lokomotive noch in ihrem Entwicklungstadium begriffen ist, aber mit der Zeit zweifellos als ernste Konkurrentin zu betrachten sein wird. Andererseits sind während der Kriegszeit neue Lokomotiv-Fabriken entstanden, die den Bedarf an Dampflokomotiven um ein vielfaches zu decken vermögen, wodurch deren Verkaufspreis in den meisten Fällen fast unter die Selbstkosten heruntergedrückt worden ist. Diese Tatsachen haben den Dampflokomotivbauer, der jahrzehntelang den Lokomotivmarkt beherrschte, gezwungen, neue Gebiete zu bearbeiten.

Die schweizerische Lokomotivindustrie leidet unter den geschilderten Verhältnissen in ganz besonderem Masse, weil sie zur Beschaffung von Rohmaterialien auf das Ausland

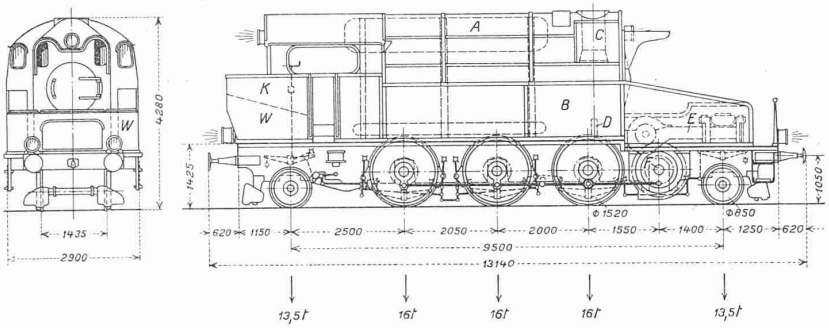


Abb. 3. Typenskizze der Hochdruck-Lokomotive „Winterthur". — Masstab 1 : 150.
A obere Kesseltrommel, B Rauchkammer, C Kamin, D Blasrohr, E Dampfmotor, F Vorgelegewelle, K Kohle, W Wasser.

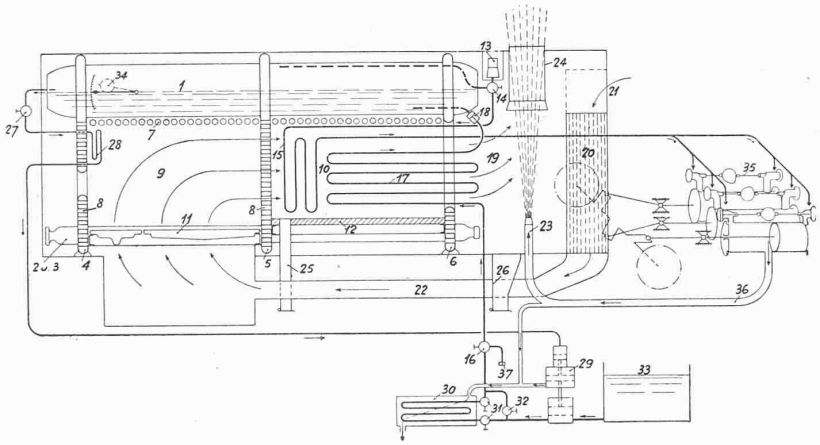


Abb. 4. Schema des Arbeitsprinzips. — Legende: 1 Obere Kesseltrommel, 2/3 Untere Kesseltrommeln, 4 Feuerbüchsrückwand, 5 Feuerbüchsvorderwand, 6 Vorderwand, 7 Röhrenelemente, 8 Stehrohre, 9 Feuerbüchse, 10 Ueberhitzer und Vorwärmerkammer, 11 Rost, 12 Feuerfester Boden, 13 Sicherheitsventil, 14 Regulator, 15 Ueberhitzer, 16 Speisekopf, 17 Rauchgasvorwärmer, 18 Rückschlagventil, 19 Rauchkammer, 20 Luftvorwärmer, 21 Stirnöffnungen zum Luftvorwärmer, 22 Luftschacht, 23 Blasrohr, 24 Kamin, 25/26 Putzschächte, 27 Absperrventil zur Hilfsdampfentnahme, 28 Speisepumpenüberhitzer, 29 Speisepumpe, 30 Abdampfvorwärmer, 31 Absperrventil, normal offen, 32 desgl., normal geschlossen, 33 Wasserkasten, 34 Wasserstand-Schwimmer, 35 Dampfmotor, 36 Abdampfrohr, 37 Füllstutzen.

HOCHDRUCK-LOKOMOTIVE „WINTERTHUR"

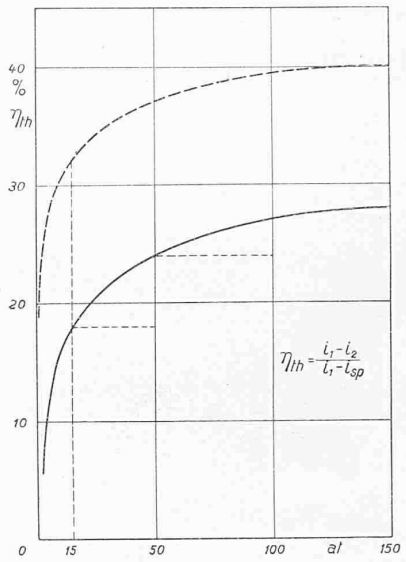


Abb. 2. Thermischer Wirkungsgrad in Funktion des Arbeitsdruckes. — Betrieb mit Auspuff, - - - Betrieb mit Kondensation, i_1 i_2 Wärmeinhalt des Dampfes vor und nach der Expansion, i_{sp} Wärmeinhalt des Speisewassers.

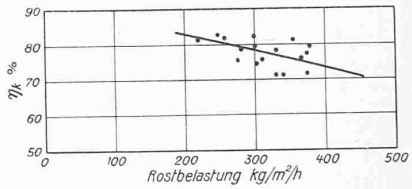


Abb. 5. Wirkungsgrad des Kessels ab Tenderwassertemperatur.

angewiesen ist und hohe Löhne zahlen muss. Sie ist daher gezwungen — um den Export, auf den sie angewiesen ist, zu fördern — neben der Qualitätsarbeit auch die in der Schweiz hochentwickelte wissenschaftliche Technik weitgehend in ihren Dienst zu stellen, um Neuerungen und Verbesserungen zu schaffen, die ihr gestatten, für ihre Produkte bei auskömmlichen Preisen einen Absatz zu erzielen. Eines dieser Ziele verfolgt die Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik durch die Einführung des Hochdruckes bei Dampflokomotiven.

Die Erkenntnis, dass die Erhöhung der Dampfspannung ganz besondere Vorteile für Maschinen mit Auspuffbetrieb bieten, hat die SLM bestimmt, diesem Gebiet ihre volle Aufmerksamkeit zu schenken. Sie hat mit der Ausführung einer Hochdruck-Lokomotive (Abbildung 1) Ergebnisse erzielt, die eine neue Entwicklung des Lokomotivbaues erhoffen lassen, denn das System „Winterthur" hat nicht nur inbezug auf Kohlen- und Wasserersparnis die gehegten Hoffnungen mehr als erfüllt, sondern die Lokomotive ist auch in ihrer Bedienung äusserst einfach und in ihrem Aufbau so gestaltet, dass der Erstellungspreis mit der weitern Entwicklung wahrscheinlich auf den einer normalen Dampflokomotive gebracht werden kann.

Die Hochdruck-Lokomotive „Winterthur", über die hier bereits kurz berichtet wurde[1]), ist die erste, die nur mit Hochdruckdampf arbeitet. Kessel und Maschine sind — losgelöst von den bisherigen Gepflogenheiten — nach neuen Grundsätzen entwickelt.

Abbildung 2 zeigt in den Kurven a und b die Zunahme des thermischen Wirkungsgrades in Abhängigkeit vom Dampfdruck, und zwar für Auspuff- wie auch für Kondensationsbetrieb. Die Dampflokomotive bisheriger Bauart arbeitete mit Kesseldrücken zwischen 12 und 18 kg/cm²; wird der Druck z. B. von 15 auf 50 kg/cm² gesteigert, so erhöht sich der thermische Wirkungsgrad von 18 auf 24 %, während eine Steigerung von 50 auf 100 kg/cm² nur eine weitere Erhöhung auf 27 % ergibt. Der Fabrikant wird sich daher in erster Linie die Frage vorlegen müssen, welche Dampfspannung inbezug auf die technische und kommerzielle Auswirkung für ihn die grössten Vorteile bietet. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass diese bei Spannungen zwischen 50 und 70 kg/cm² liegen dürften. Die obere Kurve zeigt, dass durch Anwendung der Kondensation und bei gutem Vakuum theoretisch ganz bedeutende Verbesserungen gegenüber Auspuffbetrieb zu erzielen sind, aber die Herstellungskosten der Lokomotive und der nicht zu unterschätzende Dampfverbrauch der Neben-Apparate sind für die kommerzielle Verwertung ein schwerwiegendes Hindernis. Gewiss hat die Kondensations-Lokomotive gegenüber allen andern Bauarten den Vorteil, dass das Kesselwasser sich in dauerndem Umlauf befindet, und der Kessel vor Verschmutzung durch Verkalkung besser geschützt ist. Dort aber, wo die Wasserfrage für den Betrieb ausschlaggebend ist, wird später die Diesel-Lokomotive einspringen müssen.

Mit der Erhöhung des Kesseldruckes nehmen die konstruktiven Schwierigkeiten von Kessel und Maschine und die der Erzielung einer guten Dampfüberhitzung zu, denn diese letzte kann für Kolbenmaschinen nicht wohl über eine Temperatur von 400 bis 410° getrieben werden. Bei einem Kesseldruck von 150 kg/cm², zum Beispiel, erreicht die Kesselwasser-Temperatur bereits die ansehnliche Höhe von 370° C, sodass nur ein Wärmegefälle für

[1]) Siehe „S. B. Z.," S. 121 laufenden Bandes (3. März 1928).

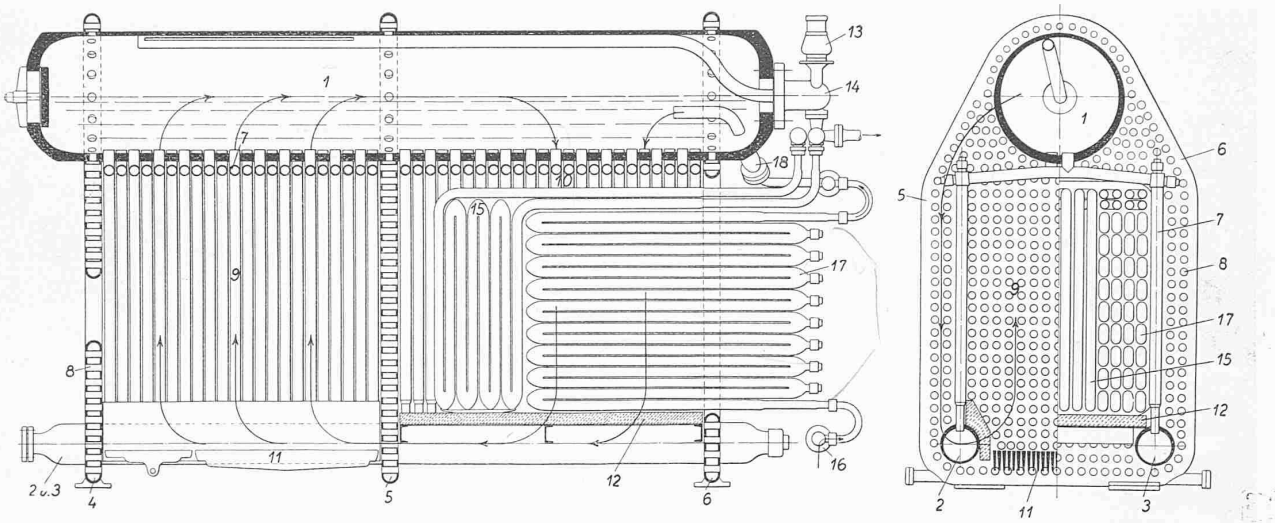
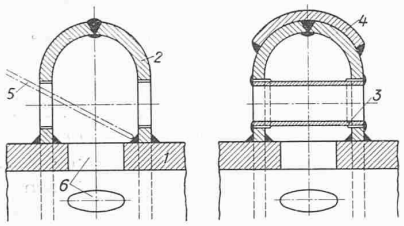


Abb. 6. Hochdruck-Lokomotivkessel für 60 at, Bauart „Winterthur". — Längs- und Querschnitte, Masstab 1 : 40. — Legende: 1 Obere Kesseltrommel, 2/3 Untere Kesseltrommeln, 4 Feuerbüchsrückwand, 5 Feuerbüchsvorderwand, 6 Vorderwand, 7 Röhrenelemente, 8 Stehrohre, 9 Feuerbüchse, 10 Ueberhitzer und Vorwärmerkammer, 11 Rost, 12 Feuerfester Boden, 13 Sicherheitsventil, 14 Regulator, 15 Ueberhitzer, 16 Speisekopf, 17 Rauchgasvorwärmer, 18 Rückschlagventil.



1 Kesseltrommel,
2 Wasserwände,
3 Stehrohre,
4 Höhnsche Laschen,
5 Schweiss-Elektrode,
6 Verbindungslöcher zwischen Trommel und Wänden.
Schwarz eingezeichnet die Schweiss-Stellen.

Abb. 7. Verbindung von Kesseltrommel und -Wänden.

die Ueberhitzung, entsprechend einer Temperaturzunahme von 30 bis 40°, verwertet werden kann. Für die Hochdruck-Lokomotive „Winterthur" ist ein maximaler Betriebsdruck von 60 kg/cm² gewählt worden.

Die Anordnung von Kessel und Maschine gegenüber dem Triebwerk und dem Gestell der Lokomotive geht aus Abbildung 3 hervor. Der neuartige Kessel ist kurz und hoch, sodass vor ihm Platz für die raschlaufende Dampfmaschine übrig bleibt, die damit von allen Seiten bequem zugänglich angeordnet werden kann. Sie treibt über ein Zahnradvorgelege und über Kuppelstangen die drei Triebachsen der Lokomotive an. Die an die Blindwelle angelenkte Stange greift die, die beiden ersten Triebachsen verbindenden Kuppelstangen in der Mitte an und muss mit Spiel den Kuppelzapfen der ersten Triebachse umfassen. Durch diese Anordnung erhält sie eine grosse Länge, sodass das Federspiel auf den ruhigen Gang des Triebwerkes praktisch ohne Einfluss ist.

Die maximale Drehzahl der Maschine beträgt 700 in der Minute, was einer Kolbengeschwindigkeit von 8 m/sek entspricht, bei der die Lokomotive mit 80 km/h fährt. Es muss hervorgehoben werden, dass bei dieser Geschwindigkeit der Gang der Maschine noch ein auffallend ruhiger ist. Durch die Wahl der Zahnradübersetzung kann ein und die selbe Maschine für verschiedene Betriebsbedingungen Verwendung finden. Sie kann auch losgelöst vom Lokomotivgestell hergestellt und als fertiger Apparat stationär ausprobiert werden.

Abbildung 4 gibt Aufschluss über das ganze Arbeitsprinzip der Anlage. Als Hauptmerkmal sei zum vornherein auf die Vorwärmer 30 und 17 hingewiesen. Zum ersten Mal wird hier bei Lokomotivbetrieb das Speisewasser, bevor es dem eigentlichen Kessel zugeführt wird, auf nahezu Kesselwassertemperatur erwärmt. Der Vorwärmer 30 wird von einem Teil des Abdampfes umspült, wobei das Speisewasser eine Temperatur von 80 bis 90° annimmt; im Rauchgasvorwärmer 17 steigt sie weiter auf etwa 250°. Das so vorgewärmte Wasser mischt sich dann mit dem 270-grädigen Kesselwasser. Durch dieses Verfahren wurde beabsichtigt, die Ausscheidung aller festen Bestandteile des Speisewassers in den Vorwärmern zu erzwingen, was tatsächlich auch durch die Betriebserfahrungen glänzend bestätigt wurde. Bei allen stationären und Fahrversuchen hat sich im eigentlichen Kessel nur ein leichter weicher Schlamm in kleinen Mengen abgelagert, der leicht und restlos weggespült werden kann, sodass nach 400 Betriebstunden nicht einmal Spuren von festgebranntem Kalkstein festgestellt werden konnten. Da es möglich ist, die Vorwärmer, wie später näher erläutert wird, allseitig mechanisch zu reinigen, hat die Einrichtung gerade in Gegenden mit harten Wassern ganz besondere Vorteile.

Die neue Kesselbauart ist ebenfalls für niedrigere und für Drücke bis zu 100 kg/cm² geeignet. Von Wichtigkeit ist auch der Umstand, dass die Abgase, bevor sie den Kessel verlassen, die kalten Teile des Vorwärmers 17 bestreichen müssen und somit auf möglichst niedrige Temperatur gebracht werden können, um schliesslich noch einen Restbetrag an Wärme an die Vorwärmung der Verbrennungsluft abzugeben. Damit ist die Ausnutzung der Rauchgase so weit als möglich getrieben; die Anordnung hat denn auch den in Abbildung 5 dargestellten Kesselwirkungsgrad ergeben.

Der Ueberhitzer ist zwischen Vorwärmer 17 und der mittlern Wasserwand eingesetzt, also an einer Stelle, die gestattet, mit dem kleinsten Gewicht auszukommen, und wo seine Ausnützung am wirksamsten ist. Um eine Erhöhung der Temperatur des Dampfes von 270 auf 400 bis 410° zu erzielen, sind bei einer mittlern Rauchgastemperatur von rund 800° nur 20 m² notwendig. Der Unterdruck in der Rauchkammer wird in bekannter Weise durch ein Blasrohr 23 mit Hilfe des Abdampfes direkt erzeugt.

Die Funktionen der Nebenapparate sind aus Abbildung 4 ohne weiteres erkenntlich; sie bedürfen somit keiner weitern Erklärung. Zwei Hochdruck-Speisepumpen fördern das Druckwasser in den Kessel. Injektoren gewöhnlicher Bauart sind bei Drücken über 35 at nicht mehr verwendbar. Die Druckluftpumpen und die Heizung arbeiten mit Niederdruckdampf. Ein besonders konstruiertes Reduzierventil erniedrigt die Hochdruckspannung auf die Niederdruckstufe (12 at).

Der Kessel. Bevor an die eigentliche Ausführung des Kessels geschritten wurde, sind die Elemente und speziell alle Verbindungen in Einzelausführungen erstellt und nach allen Richtungen monatelangen gründlichen Proben und so lange Aenderungen unterworfen worden, bis sie den strengsten Bedingungen absolut genügten. Der Kessel hat

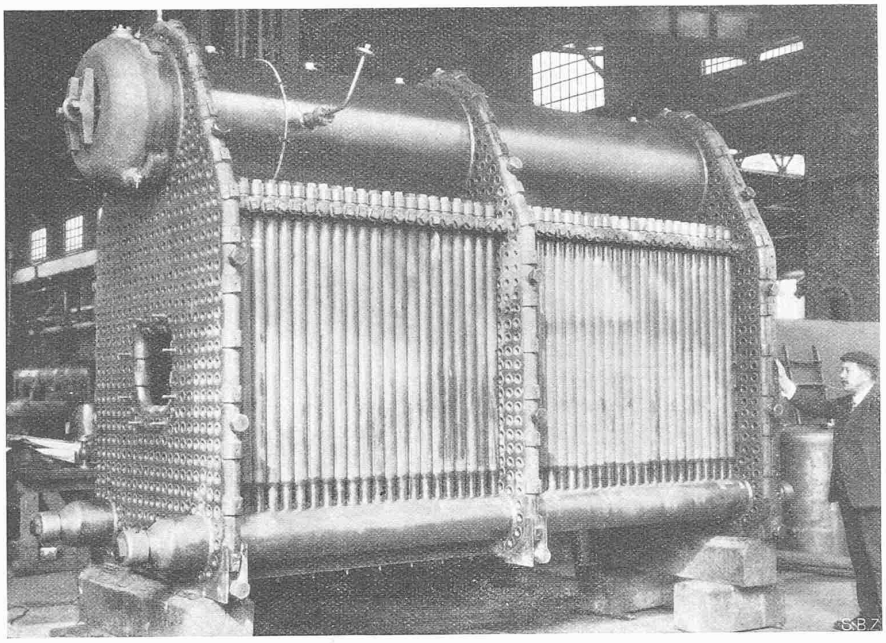


Abb. 9. Seiten- und Rückansicht des 60 at-Hochdruck-Lokomotivkessels Bauart „Winterthur".

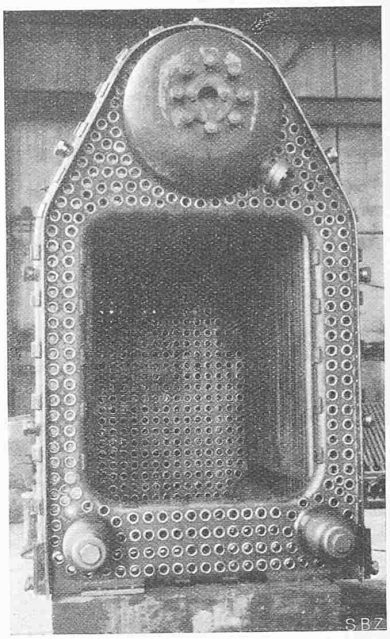


Abb. 10. Vorderansicht des Kessels.

dann auch bei seinen ersten Proben auf 100 kg/cm² Wasserdruck nicht die geringsten Undichtheiten gezeigt.

Grundsätzlich stellen wir an den Kessel die Anforderung, dass alle Elemente so zu gestalten sind, dass sie entsprechend den hohen Temperaturen des Kesselwassers ohne Erzeugung von Materialspannung frei und zwanglos den Ausdehnungsbedingungen folgen können — eine Eigenschaft, die der normale Lokomotivkessel leider nicht besitzt, weshalb er für Hochdruckbetrieb nicht mehr in Frage kommen kann. Die SLM hat daher von der üblichen Bauart Abschied genommen und ist in der Entwicklung für Hochdruckbetrieb absolut neue Wege gegangen.

Die Hauptelemente des neuen Kessels (Abbildung 6) bilden die grosse Trommel 1, die zwei Untertrommeln 2 und 3, die Wasserwände 4, 5 und 6 und die Verdampferrohre 7. Die Trommeln sind aus SM-Stahl aus einem Stück geschmiedet und im Interesse der Gewichtsersparnis exzentrisch überdreht; nur an der Stelle, wo die Verdampferrohre eingewalzt sind, ist die volle Wandstärke von 46, bezw. 26 mm, beibehalten. Die Enden der Trommeln sind eingezogen und verstärkt. Die Obertrommel besitzt eine Lichtweite von 700 mm, sodass ein Mann liegend darin arbeiten kann. Die Wasserwände umfassen die Trommeln und sind mit ihnen innen und aussen elektrisch verschweisst. Stehröhrchen verbinden die beiden Wände jeder Kammer; ein Teil davon ist um die Trommeln herum angeordnet, was ermöglicht, auch eine innere Schweissnaht anzubringen und die Schweissnähte selbst durch die Versteifungsröhrchen zu entlasten und vor deren Einsetzen die Schweissnähte von innen zu kontrollieren (Abbildung 7).

Die beiden 11 mm Bleche der Wasserwände sind am Umfang eingezogen und miteinander innen und aussen verschweisst und mit sogen. Höhn'schen Laschen verstärkt. Es sind dies die einzigen Schweisstellen des Kessels, die Zugbeanspruchungen ausgesetzt sind; bei allen übrigen Verbindungen wurde die Schweissung nur zur Dichtung herangezogen. Verschiedene, nach dem geschilderten Verfahren hergestellte Probelemente, die vor der definitiven Herstellung der Wasserkammern ausprobiert worden sind, haben gezeigt, dass die Schweissnähte Drücke bis zu 500 kg/cm² aushalten können, ohne dass Risse oder Undichtheiten auftreten. Die Elemente sind auch vorsichtshalber unter 200 kg/cm² Dampfdruck gestellt und mit kaltem Wasser plötzlich abgekühlt worden. Auch nach dieser radikalen Prozedur sind keine schadhaften Stellen entstanden. Zu bemerken ist ferner, dass die erwähnten, unter Zug stehenden Schweisstellen weder von der Feuerbestrahlung berührt, noch von den Rauchgasen bestrichen werden, sodass absolut keine Befürchtung gegen die Zuverlässigkeit besteht. Die Teilung der Stehröhren im übrigen Teil der Wasserwände ist dem Kesseldruck entsprechend zu wählen. Die Röhrchen sind mit Gewinde in den Wänden befestigt, verwalzt und nach besonderem Schweissverfahren gegen Leckwasser abgedichtet. Den seitlichen Abschluss der Feuerbüchse und des Ueberhitzerraumes bilden die sogen. Verdampferrohre; sie haben die Form eines umgekehrten U und sind unten zum Zwecke eines bequemen allfälligen Ersatzes auf eine Länge von 250 mm eingezogen. Die Endstücke (Abbildung 8) sind aus dem Vollen herausgearbeitet, besitzen Revisionsmuttern und sind mit den Röhren durch Gewinde verbunden und durch Schweissung abgedichtet. Die Muttern selbst sind mit Spezialdichtungen armiert, die sich bewährt haben. Der Raum zwischen den Verdampferröhren beträgt 5 mm und ist mit einer Masse aus Wasserglas und Asbest ausgefüllt.

Die in Abbildung 6 durch Pfeil angedeutete natürliche Wasserzirkulation ist, wie aus den Ergebnissen deutlich zu erkennen war, eine äusserst lebhafte und entspricht vollständig den Vorversuchen, die an einem verkleinerten Glasmodell prinzipiell gleicher Bauart ausgeführt wurden.

Die Abbildung 9 zeigt den fertigen nackten Kessel; man erkennt seine kräftige Bauart, ferner die an den Wasserwänden angebrachten Revisions- und Entleerungsmuttern, sowie in der hintern Wand die Feuertüröffnung. Aus Abbildung 10 ist die Ausbildung der vordern Wand ersichtlich; sie besitzt eine grosse Oeffnung, durch die der Ueberhitzer und der Rauchgasvorwärmer eingeführt werden. Sie trägt ferner am äussern Rande eine Flacheisenarmierung, an der die Verbindung der aus starkem Blech erstellten Rauchkammer mit dem Kessel erfolgt. Rauchkammer und vordere Wasserwand sind mit dem Rahmen der Lokomotive starr verbunden, während die hintere Wand auf Walzen ruht, sodass sich der Kessel nach hinten zwangslos ausdehnen kann.

In den Abbildungen 11 und 12 sind Ueberhitzer und Rauchgasvorwärmer dargestellt; die Röhren sind aus SM-Stahl gezogen und haben 5 bezw. 4 mm Wandstärke. Die hintern Enden der Vorwärmerröhren tragen Abschlussmuttern, die zur mechanischen Reinigung der Röhren

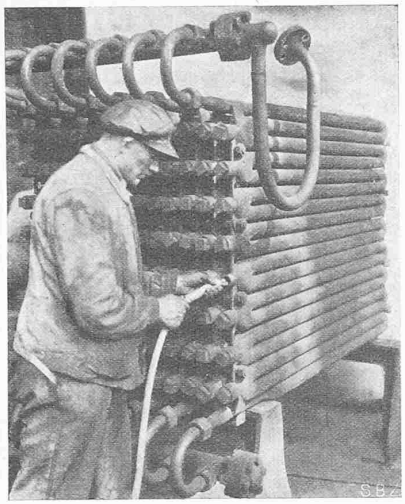


Abb. 12. Reinigung des Rauchgas-Vorwärmers.

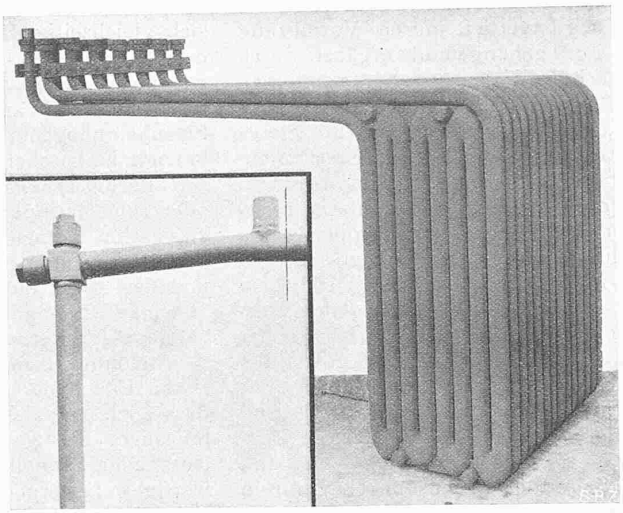


Abb. 8. Teilstück eines Rohrelements. Abb. 11. Ueberhitzer.

bequem abgenommen werden können. Die Abdichtung erfolgt hier ebenfalls durch Spezialdichtungen, die ohne Veränderung auch eine mehrmalige Entfernung der Muttern ertragen können. Ein kleiner Fräser, der mit Luft oder Dampf betrieben werden kann, dient zur mechanischen Reinigung gerader und gekrümmter Röhren, sodass der Betrieb in der Lage ist, jede Spur von festen Kesselsteinansätzen rasch und sicher zu entfernen. Das gewöhnliche Auswaschen des Vorwärmers geschieht durch Einführung des Druckwassers in das Rohrsystem nach Wegnahme der obern Rohrbogen des Vorwärmers. (Schluss folgt)

Zur Frage der Erziehung des Architekten an den Techn. Hochschulen.

Von Prof. Dr. L. KARNER, Ingenieur, Zürich.

Der Aufsatz Peter Meyers „Wert und Unwert der Historie für den Architekten" in der Nr. 12 dieses Blattes (vom 24. März 1928), der sich mit kritischen Betrachtungen über die Erziehung des jungen Architekten an den Technischen Hochschulen ganz allgemein beschäftigt, ist mir Veranlassung, über die Forderungen zu sprechen, die an den Architekten in der Praxis gestellt werden müssen, wenn er, entwerfend oder beratend, beim Bau von Ingenieur-Bauwerken mitzuwirken hat.

Unser technisch eingestelltes Zeitalter bringt Bauten der Ingenieurkunst von allergrössten Ausmassen, die durch die Mannigfaltigkeit der zum Teil technisch bedingten Formen und durch die Mannigfaltigkeit der Zwecke architektonische Aufgaben von bisher unbekannter und ungeahnter Art stellen. Ganze Stadtteile und Landschaften erhalten durch moderne Ingenieuranlagen ihr Gepräge, Anlagen, die in ihren Ausmassen und ihrer künstlerischen Wirkung mit den grössten Bauwerken aller Zeiten in Wettbewerb treten. Für Architekten, die an solchen modernen Ingenieurbauten mitzuarbeiten haben, sind historische Studien sicher nicht notwendig, ja sogar gefährlich, wenn die historischen Baustile nur als Fundgrube für Formen und als Anregung zum Kopieren aufgefasst werden; dagegen im höchsten Grade notwendig, um durch das Studium der Kunstformen und Bauten früherer Zeiten die richtige Distanz zu gewinnen, um die Formforderungen der modernen Bauwerke aus dem Charakter, aus den technischen Notwendigkeiten und dem technischen Geist unserer Zeit ableiten zu können. Ich will meine Betrachtungen auf das Arbeitsgebiet der Zusammenarbeit des Ingenieurs mit dem Architekten beschränken, um auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, die sich gerade hierbei häufig ergeben. In meiner langjährigen Praxis hatte ich oft Gelegenheit, diese Zusammenarbeit bei verschiedensten Ingenieurbauten zu studieren, und mit wenigen Ausnahmen haben sich schwer überbrückbare Gegensätze, nicht nur in der allgemeinen Auffassung über das Bauwerk, sondern auch bei der bautechnischen Durcharbeitung gezeigt. Nur wenige Architekten, die sich an die Gestaltung von Ingenieur-Bauwerken heranwagen, sind wirkliche „Ingenieur-Architekten".

Der Unterschied zwischen dem Architekten und dem Ingenieur, den wir also zunächst feststellen, wird allgemein als etwas Selbstverständliches betrachtet und er wird durch die heutige Ausbildung an den Hochschulen leider auch viel zu sehr vertieft; er ist letzten Endes die Ursache vieler bautechnischen Ungereimtheiten unserer Zeit. Worin besteht nun eigentlich dieser Unterschied? Vom Ingenieur wird verlangt, dass er technisch denke, den Aufbau, die Gliederung seiner Schöpfungen beherrsche, das Spiel der auftretenden Kräfte verfolge, die Abmessungen der Bauten richtig ermittle und wirtschaftlich bauen könne, mit einem Wort, dass er eben „Ingenieur" sei. Der Architekt dagegen beurteilt sein Bauwerk mehr in der Wirkung als Ganzes und in seiner ästhetischen Wechselwirkung zur Umgebung, also zum übergeordneten Ganzen des Stadt- oder Landschaftbildes, mit andern Worten: der Architekt ist „Künstler". Die Tätigkeit des Ingenieurs erscheint durch statische Kenntnisse, rechnerische Ueberlegungen und viele Vorschriften stark gebunden und unfrei; die Arbeit des Architekten dagegen lässt der schöpferischen Phantasie, sowie der organisatorischen Gestaltungskraft mehr Spielraum und Freiheit.

Welches nun sind die Ursachen dieser tiefgründigen Unterschiede, Unterschiede, die gewiss nicht zur Vervollkommnung und Förderung modernen Bauens beitragen? Liegen sie darin, dass die Bauten des Architekten, das Wohnhaus, das Geschäftshaus, das Hochhaus oder öffentliche Bauten aller Art andern bautechnischen Regeln und andern Gesetzen von Formenschönheit und Aesthetik unterworfen sind als die Bauten des Ingenieurs, also die Brücken, Fabrikanlagen, Silos, Hochöfen oder Kraftwerke? Blicken wir nur wenig zurück und studieren wir die Lebensgeschichte der grössten Architekten und grössten Ingenieure früherer Zeiten, so finden wir, dass sie noch nicht „Spezialisten" waren, sondern vielmehr alle Fähigkeiten in einer Person vereinigten und dabei womöglich noch auf andern Gebieten Hervorragendes leisteten. Heute ist ein solches Universalgenie nicht mehr möglich, weil die Masse des Wissens viel zu gross geworden ist, sodass Erziehung, Studium und Praxis immer mehr auf die Schaffung von Spezialkenntnissen hin arbeiten müssen, wobei wenig Zeit für einen noch so bescheidenen Ueberblick über andere Fachrichtungen übrig bleibt.

Ein Bauwerk, und selbst das bescheidenste, kann nicht aus einseitigen Erwägungen, etwa seiner statischen, technologischen, wirtschaftlichen Verhältnisse, vollkommen geschaffen werden; es ist ein selbständiger Organismus, der zweckentsprechend gegliedert und geformt wird, und zu dessen Aufbau das dem Kräftespiel geeignetste Baumaterial verwendet werden muss, um den uns befriedigenden Eindruck technischer Schönheit zu erwecken. Dieses Erziehungsziel am jungen Ingenieur wird an der Hochschule durch Vorlesungen über alle grundlegenden Lehren