

reich angewandte Einsetzung der Heizröhren mit zwei kegeligen Zuspitzungen, Fig. 1122 b, hat sich nicht so bewährt, wie von Vielen erwartet wurde, indem es bei älter werdenden Kesseln schwierig ist, beide Enden zugleich dicht zu schlagen, und indem auch Erschütterungen den Verschluss zu lösen vermögen.

§. 362.

Gegenwärtiger allgemeiner Stand des Dampfkesselbaues.

Die Erörterungen der vorstehenden §§. mussten auf wenige bauliche Einzelheiten beschränkt werden, da eine weitergehende Behandlung die Sache besonderer Fachschriften ist. Nur noch einige allgemeine Betrachtungen über die jetzt üblichen Bauarten der Dampfkessel und über die Leistungen derselben im Grossen und Ganzen seien hier angeschlossen.

Gegenüber den in den vorausgehenden §§. und in dem Kapitel von den Nietungen hervorgehobenen Fortschritten in der Technik des Kesselbaues steht die bemerkenswerthe Thatsache, dass die Bauart der Dampfkessel im Ganzen seit 20 bis 30 Jahren so zu sagen keine Fortschritte gemacht hat, obwohl die Ueberzeugung verbreitet ist, dass noch wesentliche Verbesserungen, namentlich bezüglich der Brennstoffverwerthung, darin möglich seien. Nach meiner Ansicht sind es vier Punkte in der Bauart, welche eine verschärfte Beachtung verdienen, und in welchen die Bestrebungen nach Verbesserung auch Erfolge versprechen, während an anderen Stellen die aufgewandte Kraft verschwendet zu sein scheint.

1) Materialaufwand. Wie in §. 359 gezeigt (S. 1080), ist der Materialaufwand bei unseren üblichen Kesselformen beträchtlich grösser als er sein könnte, wenn sich die Kugelform mehr verwenden liesse. Es ist fraglich, ob man praktisch in dieser Richtung viel zu thun vermag; indessen ist die Möglichkeit doch nicht ausgeschlossen, wenigstens für einzelne Kesselarten nicht, z. B. diejenigen für reine Heizzwecke. Man braucht sich nur der Vakuumpfannen zu erinnern (vergl. den folgenden §.), um sich zu vergegenwärtigen, dass diese älteste Halterform (Newcomen) nicht ganz ausser Gebrauch gekommen ist; auch wäre darauf hinzuweisen, dass die Kumpel- und die Kremppresse mehr

und mehr Anwendung finden, mit anderen Worten, dass man der Herstellung grosser Mulden aus Schmiedeisen und Stahl mehr und mehr Herr geworden ist.

Eine zweite Seite der Materialfrage bilden die Nietungen. Es ist doch in der That stark, dass wir bei den Nietungen für die Dampfkessel eine so beträchtliche Schwächung der Wand hinnehmen. Bei der einfachen Nietung beträgt sie, wenn man von den Nieten selbst absieht, da man sie aus allerbestem Eisen herstellen kann *), im Mittel 40 Prozent, bei der doppelten 25 Prozent. Diese Verminderungen sind unwichtig bezüglich der Quernäthe cylindrischer Kessel, aber überaus beachtenswerth bei den Längsnäthen und kommen im weitaus schwersten Theil der Kessel, dem Mantel, zu einer nicht vernachlässigbaren Geltung. Daher denn auch die Bestrebungen, die Längsnäthe des Kessels zu schweissen. Wie gering aber der Erfolg dieser letzteren Verfahrungsweise, welche sich für die Rohre mit äusserem Druck sehr gut eignet, für die Kesselmäntel mit innerem Druck ist, hat das Beispiel S. 1078. gezeigt, wo die geschweissten Näthe der Sicherheit halber mit Laschen übenietet und dadurch wieder auf die Festigkeit ungeschweisster Näthe herabgesetzt sind. In der That ist die Schweissung ein zu unsicheres Verfahren, wie die Versuche mit Schweissverbindungen klar gezeigt haben, als dass man die damit verbundenen Bleche für voll annehmen dürfte, wenn sie auf Zug beansprucht sind.

Hiernach muss das Augenmerk der Kesseltechnik sich darauf richten, Kesselmäntel zu erhalten, welche keinerlei Längsnäthe, weder genietete, noch geschweisste, aufweisen. Die Heizröhren leisten hierin schon das Ihrige für Röhren mit äusserer Pressung; das mehrerwähnte Mannesmann'sche Verfahren ist geeignet, solche Rohre auch für Kesseltheile mit innerer Pressung zu liefern und zwar in einer Güte der Bleche, welche die der bisher gebrauchten weit übertrifft, wie alle bisherigen Versuche dargethan haben. Kann dieses Verfahren in den Kesselbau eingeführt werden, so wird damit eine Materialersparniss verbunden sein, die sich durchschnittlich auf nahe $\frac{1}{3}$ zu beziffern verspricht.

*) Wollte man die Nieten im Material als nicht besser als das Blech ansehen, so käme die Schwächung bei der einfachen Nietung im Mittel auf 53 Prozent, bei der doppelten auf 41 Prozent zu stehen. Von den dreifachen Nietungen, wie die in Fig. 158, S. 168 dargestellte, muss wegen ihrer Schwierigkeiten im allgemeinen abgesehen werden.

2) Feuerung. Von noch einschneidenderer Bedeutung als der Materialaufwand ist die Einwirkungsweise der Feuerung. Wie die obigen schematischen Darstellungen der üblichen Kesselfeuerungen zeigen, herrscht beinahe ganz allgemein das Verfahren, Kesseltheile unmittelbar der Feuerflamme auszusetzen, mit anderen Worten, das Feuer überwiegend durch Leitung, Wärmeleitung, wirken zu lassen. Dies gilt selbst zum grössten Theil auch da, wo sogenannte Vorfeuerung angewandt wird. Schon längere Zeit sind in die Zweckmässigkeit dieses Verfahrens Zweifel gesetzt worden. Unmöglich kann es für die Verbrennung der Gase günstig sein, sie alsbald nach der Erzeugung der Flamme gegen Flächen zu treiben, welche eine um 800 bis 1000° geringere Temperatur haben, als die Flamme. Rauch und Russ, d. i. unverbrannte Antheile des Brennstoffes, müssen sich ausscheiden und verursachen grosse Belästigungen und Verluste. Der Kampf mit diesen ist allgemein und hat zahlreiche, fast zahllose Rostbauarten und Beschickungsweisen entstehen lassen. Erst Friedrich Siemens (Dresden) scheint die wirkliche Lösung der Aufgabe gefunden zu haben und ist seit einigen Jahren unablässig bemüht, den Wärmetechnikern die, an Reife stets zunehmenden Früchte seiner praktischen Studien bekannt zu machen *). Dieser ausgezeichnete Wärmefachmann huldigte früher **), wie Andere, dem Grundsatz, die Flamme mit dem zu erheizenden Körper in Berührung zu bringen, ging aber von 1879 an mehr und mehr dazu über, in Glasöfen, Heerdöfen für Stahl, Schmelzöfen u. s. w. in hohen Ueberwölbungen des Heerdes bloss die strahlende Wärme der Flamme auf den Werkstoff wirken zu lassen, die Hitze des

*) Siehe folgende Quellen: Friedrich Siemens, Heizverfahren mit freier Flammenentfaltung, Berlin, Springer, 1882; Siemens' Regenerativöfen, Dresden, Ramming, 1854; Vortrag von Friedrich Siemens über Ofenbetrieb mit ausschliesslicher Benutzung der strahlenden Wärme der Flamme, Gesundheitsingenieur 1884; Vortrag von demselben über ein neues Verbrennungs- und Heizsystem, Busch, Journ. f. Gasbeleuchtung etc. 1885; Vortrag von demselben in der Ges. Isis in Dresden über die Dissociation der Verbrennungsprodukte, Dresden, Blochmann, 1886; Vortrag von demselben im Sächs. Ing.- u. Arch.-Verein über die Verhütung des Schornsteinrauches, Civ.-Ing. Bd. 32 (1886), Heft 5; Vortrag von demselben im Bez.-Ver. D. Ing. in Leipzig am 8. Dez. 1886 über den Verbrennungsprozess, 2. Aufl., Berlin, Springer, 1887; Vortrag von demselben, gehalten in Hamburg im Ver. D. Gas- und Wasserfachmänner über Regenerativ-Gasbrenner etc., Dresden, Ramming, 1887; Ueber die Vortheile der Anwendung hochoerhitzter Luft für die Verbrennung etc., 2. Aufl., Berlin, Springer, 1887.

***) Siehe den angeführten Vortrag in der „Isis“.

nicht mehr flammenden Gases aber im Regenerativofen aufzuspeichern. Es lassen sich dabei Wärmegewinne bis zu 80 und 90 Proz. erzielen. Er trennte dann später noch schärfer die zwei Hauptperioden der Verbrennung, die hierbei auseinandergehalten sind, und wandte den Grundsatz bald auch auf die Dampfkesselheizung an, wo er zwar nicht einen so hohen Gewinn, immerhin aber gegen 25 Proz. Ersparniss als sicher erreichbar bezeichnet. Ausgeführte Kessel haben dies vollständig bestätigt*). Er empfiehlt nun dringend, das Verfahren anzunehmen, und zwar, die wirkliche Flamme der Feuerung nicht mit den Kesselwänden in Berührung kommen, sie vielmehr einzig und allein durch Strahlung wirken zu lassen, darauf den nicht mehr flammenden, aber immer noch sehr heissen Verbrennungsgasen die Wärme durch Leitung thunlichst zu entziehen, was beides auf verschiedene Weise geschehen kann**). Da die Ausführungen dieses Grundsatzes dessen Richtigkeit immer nur bestätigt haben, kann eine Anwendung nur anempfohlen werden. Die letztere ist bei Landdampfkesseln nicht wesentlich schwierig, bei Schiffs- und Lokomotivkesseln allerdings schon mehr. Indessen wird sich auch hier vieles erreichen lassen. Schiffskessel betreffend hat man ja neuerdings in den Vereinigten Staaten mit dem alten Satz gebrochen, dass der Schiffskessel keinen gemauerten Ofen haben solle, wie denn der neue Aviso Chicago und seine Schwestern sehr zweckmässig gebaute Kessel mit Raughemäuer haben; für Lokomotiven zeigten die gelungenen

*) U. a. bezeugen K. H. Kühne & Co. in Dresden Löbtau unterm 16. Febr. 1884 eine Ersparniss von 26 Proz. an einem mit S.'scher Feuerung an Stelle der älteren, gewöhnlichen versehenen Dampfkessel bei völliger Rauchfreiheit und stetiger Reinheit der Feuerkanäle.

***) Fr. Siemens beschreibt zwei von ihm angewandte Methoden, beidemal unter Voraussetzung von Flammrohrkesseln. Bei der ersten findet die Verbrennung des Heizstoffes auf dem Rost im Flammrohr statt; dieses ist aber über dem Rost und noch um eine halbe Rostlänge dahinter mit einer Schamottsicht verblendet; auch sind noch zwei weitere ringförmige Blenden aus Schamotte weiterhin in das Flammrohr gesetzt, welche stets die Flamme nach der Achse des Rohres hin drängen. Die Gase verglühen bei diesem Verfahren im Flammrohr und wirken daselbst nur durch Strahlung. Bei der Rückkehr umspülen sie den Kesselmantel unmittelbar und geben die mitgeführte Wärme durch Leitung ab; nach dieser starken Abkühlung bestreichen sie noch die unbenetzten Theile der Heizfläche, um darauf zum Kamin zu ziehen. Bei der zweiten Methode wird der Brennstoff auf einem vom Raughemäuer des Kessels getrennten Rost bloss vergast, dann vor dem Flammrohr mit (vorgewärmter) Luft vermischt und entflammt, worauf die Flamme das wie vorhin mit Verblendungen ausgerüstete Flammrohr unter blosser Strahlung durchzieht u. s. w.

praktischen Proben von Verderber in Budapest, dass die Verblendung der Feuerbüchse mit Schamotte ausführbar ist (s. auch unten). Die Verderber'schen Versuche schliessen sich im Grundsatz geradezu an die Theorie von Fr. Siemens bestätigend an. Ueberhaupt ist schon verschiedentlich der Versuch gemacht worden, auch das Flammrohr mit feuerfestem Mantel über dem Rost zu verblenden. Wenn damit keine auffallenden Ergebnisse erzielt worden sind, war es wohl, weil jenseits des Rostes die Behandlung der Flamme die alte war. — Nach Vorstehendem ist wohl in Aussicht zu nehmen, dass man bald allgemein dazu übergehen wird, die Strahlfeuerung, wie man wohl die Siemens'sche Feuerung nennen kann, da in ihr die Strahlung zu besonderer Wirkung gebracht ist, an die Stelle der blossen Leitungsfeuerung des Dampfkessels zu setzen, womit aller Voraussicht nach eine Brennstoffersparniss von rund einem Viertel erzielt werden wird.

3) Heizfläche. Der dritte Punkt betrifft nicht sowohl eine Mangelhaftigkeit unserer Bauweise, als eine Unsicherheit der Grundlagen derselben, welcher zufolge viele Ausführungen den Absichten weit weniger entsprechen, als man allgemein annimmt. Er betrifft die Heizfläche. Neuere Versuche scheinen unwiderleglich darzuthun, dass das Axiom von der Heizfläche als einer Grösse, welcher die Leistung des Kessels proportional wäre, nicht in dem bisherigen Umfang bestehen bleiben kann. Einleuchtend ist ja, dass zwischen den nahe beim Rost liegenden Theilen der Heizfläche und fern davon liegenden Theilen ein beträchtlicher Unterschied bezüglich der Dampferzeugung bestehen muss. Sehr hohe Temperatur der Feuergase im Anfang, ganz niedrige gegen Ende, also starke Dampfentwicklung dicht beim Feuer, schwache fern von demselben. Es zeigt sich aber ausserdem, dass die Heizfläche bei einem und demselben Dampfkessel unter Umständen auf die Hälfte vermindert werden kann, ohne dass die Dampferzeugung abnimmt. Unser allgemein übliches Verfahren, in allen denkbaren Formen auf Grösse der Heizfläche binzuarbeiten, was zu immer neuen Bauformen der Kessel geführt hat, erscheint hiernach als einseitig und oftmals verfehlt, jedenfalls einer gründlichen Prüfung bedürftig. Eine bahnbrechende Untersuchung dieser wichtigen Frage verdanken wir dem Oberdirektor der schwedischen Eisenbahnen, Ingenieur F. Almgren, welcher in mehrjährigen Versuchen die bezüglichen Verhältnisse bis zu einem hohen Grade aufgeklärt und alsdann

von dem Gefundenen bedeutende praktische Anwendungen gemacht hat. Die Veröffentlichung seiner Arbeiten steht in nächster Zeit bevor. Mehrere der Hauptergebnisse hat er mir freundlichst gestattet, hier vorläufig vorzulegen. Ich entnehme das Folgende Almgren's eigenen brieflichen Mittheilungen.

Praktische Untersuchungen an Lokomotivkesseln mit engen Heizröhren, von F. Almgren. — „Aus den Versuchen von Geoffroy, mitgetheilt durch Couche*), gehen die Dampfmen gen hervor, welche jede, ungefähr 0,9 m lange Abtheilung des zu den Versuchen dienenden Heizröhrensystems von 3,6 m Länge, bei wechselnden Mengen der stündlich durchgeleiteten Feuergase, lieferte. Ich fand, dass diese Dampfmen gen sich durch nachstehenden allgemeinen Ausdruck für die sekundliche Wärmeabgabe iL in W. E. als Funktion der veränderlichen Rohrlänge l bei der Röhrenzahl i darstellen lassen:

$$\frac{a}{iL} = 1 + \frac{b}{l} \quad \dots \dots \dots (398)$$

wobei a und b Konstanten sind, welche von der mittleren Temperatur T_e der einströmenden Gase, der Wassertemperatur δ und dem Gewicht iG der sekundlich durch das Röhrensystem streichenden Feuergase abhängen. Durch eine Reihe eigener Versuche bestimmte ich nun diese Konstanten und fand:

$$\left. \begin{aligned} a &= 0,357 \ iG (T_e - \delta) \\ b &= 7,15 \ G^{0,217} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (399)$$

wobei G das Gewicht der im Mittel durch eine der Heizröhren gehenden Feuergas- oder Rauchmenge ist. Ich erhielt mithin für die Wärmeabgabe L einer Heizröhre des Rohrsystems den Ausdruck:

$$L = \frac{0,357 \ G (T_e - \delta)}{1 + \frac{7,15}{l} \ G^{0,217}} \quad \dots \dots \dots (400)$$

Zur Prüfung der Brauchbarkeit dieser meiner Formel dienten weitere 21 Versuche mit einem Lokomotivkessel, dessen Feuerbüchsenwände durch Vermauerung unleitend gemacht waren.

Das günstige Ergebniss dieser Proben zeigt die folgende Tabelle.

In dieser Tabelle bedeutet:

i die Anzahl der benutzten Heizröhren,

G das Gewicht in kg des sekundlich durch je ein Rohr gehenden Rauches,

$T_r - \delta$ den gemessenen Unterschied der Temperaturen von Rauch und

Wasser, dicht bei der Ausströmung in die Rauchkammer,

$T_e - \delta$ den Temperaturunterschied bei der Einströmung = $(T_r - \delta)$

$$+ \frac{L}{0,24 \ G},$$

L_e den durch den Versuch ermittelten Werth von L ,

L_b den aus Formel (400) berechneten Werth von L .

*) Voie, matériel et exploitation des Chemins de fer, Tome III.

Tabelle I.

Lokomotivkessel: 4 at Ueberdruck, 2,934 m Länge und 42 mm Weite der Heizröhren; diese bestanden aus Messing und waren etwas belegt mit Kesselstein.

Nr. des Versuchs	<i>i</i>	<i>G</i>	$T_r - \delta$	$T_e - \delta$	<i>L_e</i>	<i>L_b</i>
1	110	0,00713	210 ⁰ C.	901 ⁰ C.	1,184	1,248
2		0,00601	185 "	916 "	1,035	1,090
3		0,00733	222 "	969 "	1,304	1,370
4		0,00827	230 "	1009 "	1,531	1,570
5		0,00900	235 "	1000 "	1,648	1,700
6	55	0,01795	275 "	1067 "	3,360	3,330
7		0,01871	285 "	1091 "	3,600	3,520
8		0,01832	278 "	1115 "	3,660	3,530
9		0,01479	290 "	1421 "(?)	4,000(?)	3,750
10		0,01514	240 "	1221 "	3,510	3,290
11		0,01303	255 "	1312 "	3,300	3,080
12		0,01091	235 "	1328 "	2,860	2,700
13	88	0,00466	90 "	682 "	0,650	0,646
14		0,00448	95 "	724 "	0,670	0,660
15		0,00405	95 "	781 "	0,660	0,652
16		0,00360	95 "	709 "	0,530	0,530
17	110	0,00586	75 "	462 "	0,542	0,534
18		0,00529	70 "	368 "	0,376	0,388
19		0,00640	83 "	466 "	0,591	0,586
20		0,00715	95 "	522 "	0,734	0,721
21		0,00668	90 "	529 "	0,695	0,686

Bemerkungen. Zwischen den Versuchsreihen wurde der Kessel ausgeblasen und er, wie die Röhren, gereinigt. Die 110 Röhren der vierten Reihe sind nur theilweise dieselben, wie die der ersten Reihe. Beim neunten Versuch, zweite Reihe, schmolzen einige der Köpfe der gusseisernen Pfropfen, mit welchen die nicht gebrauchten Röhren verschlossen waren.

Die Uebereinstimmung zwischen den zusammengehörigen Werthen von L_e und L_b ist schlagend. Eine für die gewöhnlichen praktischen Fälle verwendbare Formel war also gefunden; dieselbe gilt, wie aus der Tabelle hervorgeht, für beliebige Rohrzahlen, ohne dass die etwaigen Verschiedenheiten von G und T_e , welche für die einzelnen vorhanden sein möchten, auf das Hauptergebniss merkbar einwirken.

Die Gleichung (400) lehrt, dass bei einer gegebenen Rohrlänge l die Dampfabgabe dem Gewichte des durchströmenden Rauches beinahe genau proportional ist, und mit der verfügbaren Wärmemenge $0,24 G (T_e - \delta)$ nahezu in geradem Verhältniss wächst. Dies bedeutet, dass bei konstanter Blasrohrmündung beinahe gerade so viel Dampf durch das Rohrsystem gewonnen wird, als die Maschine durch das Blasrohr entsendet, also verbraucht. Bedenkt man dann noch, dass bei Vermehrung des Zuges auch die Verbrennungstemperatur steigt, so erkennt man, dass das Rohrsystem eines Lokomotivkessels in Verbindung mit dem Blasrohr eine fast ideale Einrichtung darstellt, sobald von einem Kessel grosse und häufige Wechsel in der stündlichen Dampferzeugung verlangt werden.

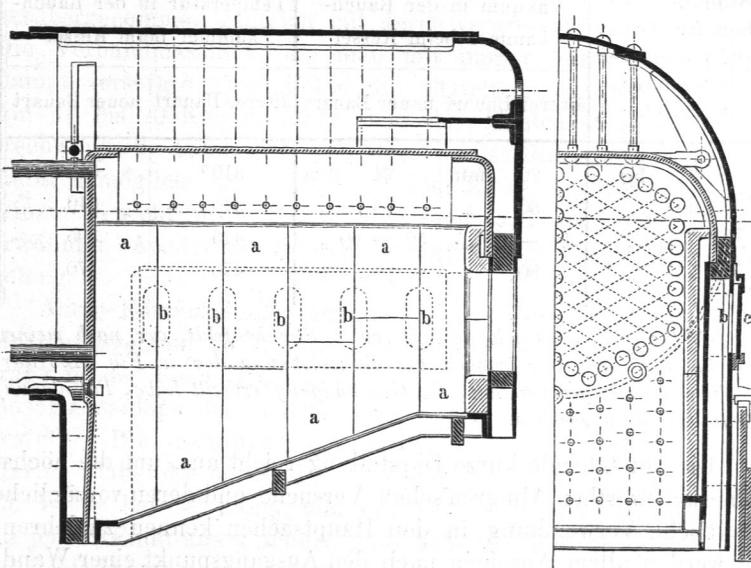
Nun zeigen die eingangs erwähnten Versuche von Geoffroy, dass die Wände der Feuerbüchse in dieser Beziehung viel weniger günstig wirken. Bei ihnen steigt die Dampfabgabe viel langsamer als die Steigerung des Zuges. Je grösser die Feuerbüchse, desto unvollkommener wird in dieser Hinsicht ihre Wirkung und desto nothwendiger das, stets unzuverlässige, verstellbare Blasrohr. Dem gegenüber lehrt Gleichung (400), dass, da bei einer gegebenen Rohrlänge die Dampfabgabe jeder einzelnen Heizröhre mit der Zugsteigerung wächst, die Anzahl der Röhren und damit das Gewicht des Kessels auf ein bestimmtes Minimum herabgezogen werden kann, welches mit Rücksicht auf die zulässige Blasrohrspannung und die Grösse des Rostes bestimmbar ist. Ausserdem lehrt die Formel, dass bei starkem Zuge und hoher Einströmungstemperatur die Dampfabgabe selbst der letzten Stücke sehr langer Röhren noch höchst beachtenswerth ist.

Da nun 1 qm Röhrenfläche bedeutend leichter und billiger ist, als 1 qm Feuerbüchsenfläche, da ferner bei Verkleinerung der letzteren der Rauch an ihren Wänden weniger abgekühlt wird, also mit höherer Temperatur in die Heizröhren eintritt, so lässt sich leicht übersehen, dass durch Wegnahme derjenigen Theile der Feuerbüchsenwände, welche für die Verwerthung der strahlenden Wärme nicht beachtenswerth sind, also der senkrechten Wände, und durch entsprechende Vergrösserung der Rohrlänge ein bestimmter Gewinn erzielt werden kann. So wird z. B. bei einem Zug-Vakuum von 40 mm Wassersäule in einem Kessel von 125 Röhren von 3 m Länge und 45 mm Lichtweite eine Verminderung der Wandfläche der Feuerbüchse um 7 qm vollständig ersetzt durch eine Verlängerung des Rohrsystems, welche 14 qm Heizfläche entspricht. Der hierbei erzielte Gewinn an Gewicht und Baukosten durch Verwandlung der schweren verankerten Feuerbüchsenwände in Röhrenfläche und in durch Thon geschützte unbenetzte Feuerkistenwände beträgt dabei ungefähr 700 kg bzw. 1500 Mark .

Nach den hier erläuterten Grundsätzen sind die neuesten Kessel der schwedischen Staatsbahnen gebaut, vgl. Fig. 1123, worin a die feuerfeste Auskleidung oder Verblendung der Feuerbüchse, b Luftöffnungen, durch Schieber c verstellbar. Die Kessel sind seit mehr als Jahresfrist im Betrieb

und wirken ausgezeichnet, wie durch die folgende Tabelle bestätigt wird. Aus derselben ist auch ersichtlich, dass der neue Kessel bei fast ganz glei-

Fig. 1123.



chen Vakuumhöhen und Temperaturen in der Rauchkammer dieselbe Dampf-
erzeugung auf den qm aufweist, wie ein sehr gut arbeitender, nach den
bisherigen Anschauungen gebauter Kessel.

(Die Feuerbüchse hat eine äussere Länge von 1,485 m und eine innere
Weite von 1 m. Der Kesselmantel ist 1,103 m weit. Die Anzahl der Heiz-
röhren, welche 45 mm im Lichten haben, beträgt 144, die ganze Dicke des
Backsteinfutters 74 mm.)

Tabelle II.

A. Abmessungen.

Kessel	Heizröhren			Innere Heizfläche		
	Länge	Weite	Anzahl	der Röhren	der Feuerbüchse	Verhältniss
älterer Bauart	3,112 m	46 mm	184	77,28 qm	7,82 qm	9,9
der neuen Bauart	3,305 „	46 „	102	50,83 „	2,19 „	23,1

B. Betrieb.

Stündlich verdampftes Wasser auf den qm der gesammten Heizfläche	Vakuum in der Rauchkammer beim Kessel		Temperatur in der Rauchkammer beim Kessel	
	älterer Bauart	neuer Bauart	älterer Bauart	neuer Bauart
24 kg	20 mm	24 mm	310°	315°
30 "	30 "	35 "	340	340
37 — 45 "	40 — 50 "	50 — 60 "	410	395
55 "	80 "	90 "	470	470

Ich bemerke, dass ich dem Herrn v. Storckenfeldt, der nach meinen Berechnungen und Anweisungen die Bauzeichnung des in Fig. 1123 dargestellten Kessels gemacht hat, die Genehmigung erteilt habe, Patente auf die Bauart nachzusuchen.

Die vorstehende kurze Darstellung reicht aus, um die höchst bemerkenswerthen Almgren'schen Versuche und deren vorzügliche praktische Verwerthung in den Hauptsachen kennen zu lehren; sie werden allem Anschein nach den Ausgangspunkt einer Wandlung im Bau der Lokomotivkessel bilden. Näheres wird die zugesagte ausgedehntere Veröffentlichung bringen, dazu auch eine theoretische Begründung der praktischen Formeln. Auusserst interessant ist das Zusammentreffen der Almgren'schen Beobachtungen mit den oben mitgetheilten Ausführungen von Fried. Siemens. Wir sehen in dem Almgren'schen Lokomotivkessel einen Haupttheil der Siemens'schen Forderungen schon verwirklicht; auusserdem erkennen wir auch die oben bei (1) bezüglich des Materialaufwandes gemachten Bemerkungen grundsätzlich in der Kesselbauart berücksichtigt, indem genietete schwere Wände in nathfreie Rohrflächen verwandelt erscheinen. Die künftige Herstellung des Mantels des Kessels als nathfreies Rohr wird die bereits so wesentlich verbesserte Materialverwendung auf eine noch höhere Stufe bringen.

4) Künstlicher Luftzug. Nachdem man so lange Zeit hindurch den künstlich verstärkten Luftzug fast ausschliesslich in den Lokomotiven und Lokomobilen verwerthet und dabei auch bedeutend mehr Verdampfung auf die Einheit der Heizfläche erzielt hatte, als bei natürlichem Luftzug, ist man in den letzten Jahren auch bei den Seedampfern zu der Neuerung übergegangen,

die Kesselfeuer mit künstlichem Luftzug, erzeugt durch Fachräder (Ventilatoren) zu betreiben. Diese Bauweise wurde von den Torpedobooten, wo man sie „der Noth gehorchend“ angewandt, herübergenommen zugleich mit deren vergrößerter Fahrschnelle. Die Verbundmaschine, die man mit immer höher gespanntem Dampf versorgte, ermöglichte die Erzielung von Fahrschnellen von 18 bis 20 Knoten, ohne dass der Kohlenaufwand auf unerschwingliche Höhe gestiegen wäre. Alles dies wurde aber nur dadurch möglich, dass man auch dem Kessel im Verhältniss zu seinem Gewicht mehr Dampf abgewann, was dann vermöge der erwähnten Aenderung in der Luftzuführung überraschend gut gelang.

Diese Entwicklungsvorgänge hat vor Kurzem der englische Marine-Ingenieur H. J. Oram in einem höchst lehrreichen Vortrage in der Royal United Service Institution „über die Treibmaschinenanlage der modernen Kriegsschiffe“ übersichtlich dargestellt. Die neuesten und grössten Kessel der englischen Marine (dabei die der Schiffe Blenheim und Blake) haben danach 15' Weite bei 18' Länge und werden von je vier Heizöffnungen an jedem Ende aus geschürt. Sie arbeiten mit „geschlossenem Aschenfall“ unter einem Luftdruck von 2 Zoll oder rund 50 mm Wassersäule, liefern aber auch jeder die erforderliche Dampfmenge von 10 bis 11 at Spannung für 3350 indizierte PS. Die erwähnte Luftpressung von 50 mm ist als völlig ausreichend für den erwünschten lebhaften Feuerbetrieb erkannt worden. Hierzu zeigt unsere obige Tabelle B S. 1096, dass es sich wesentlich um denselben Unterschied im Luftdruck vor und hinter der Feuerung handelt, wie er im Lokomotivbetrieb längst als angemessen ermittelt worden ist. Die Verbrennung erweist sich in den Hochdruckfeuerungen weit günstiger, als in denen alten Stils, weit rauchfreier und weit gleichmässiger. Es mag alsbald hinzugesetzt werden, dass zur Ermöglichung der gewaltigen Steigerung der Kesselleistung auch sorgfältiges Vorwärmen des Speisewassers, sowie Destillation des letzteren (im sog. doppelten Destillationskondensator, der neben dem Oberflächenkondensator zu wirken hat) erforderlich geworden ist. Der künstliche Luftzug hat, nebenbei bemerkt, auch den Vortheil gebracht, dass man nunmehr den Heizerraum vorzüglich lüften und kühlen kann.

Den letzten Nachrichten, namentlich solchen aus Amerika, zufolge geht man nun zu 16 bis 18 at Dampfspannung für die Schiffskessel und 16 bis 17 Fuss Manteldurchmesser für diesel-

ben. Nach Oram ist man aber damit an einer Grenze angelangt, die nicht mehr ohne Nachtheil überschritten werden kann, weder beim Kessel, noch auch bei der Maschine, indem die weitere Steigerung Gewichtsvermehrungen der Maschinenanlage erfordert, welche mehr verzehren, als gewonnen werden kann.

Dies ist auch u. a. daraus zu erkennen, dass die französische Gesellschaft der Messageries maritimes für ihre neuesten grossen Postdampfer von den Gehäusekesseln abgegangen ist und Belleville-Kessel gewählt hat. Die im Gang befindliche Steigerung hat also ihre Grenzen. Da aber dabei der künstliche Luftzug sich so vorthéilhaft, wenigstens bezüglich der Grösse und des Gewichtes der Kessel, erwiesen hat, wird man wohl zu gewärtigen haben, dass er bald auch auf Landdampfbetriebe übertragen werden und ebenfalls umgestaltend auf den dahin gehörigen Kesselbau einwirken wird.

Aus der Gesamtheit der vorstehenden Ausführungen darf gefolgert werden, dass der Dampfkesselbau in eine Bahn einzulenken begonnen hat, auf welcher in den Bau- wie den Betriebskosten eine Ersparniss, welche man auf ein Viertel bis ein Drittel mit Sicherheit anschlagen kann, erreicht werden wird.

§. 363.

Luft- und Gashaltungen.

Bei den Luftdruckhaltungen, welche im Tunnel- und Grubenbau jetzt so mannigfache Verwendungen finden, dienen dampfkesselähnliche cylindrische Behälter als Druckhalter. Bewegliche derartige Halter werden beim Tunnelbau wie auch auf Trambahnen benutzt, um die Maschine mit Druckluft statt mit Dampf zu speisen; es fehlt auch nicht an Vorschlägen, den regelmässigen Rampenbetrieb mit solchen Luftlokomotiven auszuführen. Die sogenannte pneumatische Pfeilergründung geschieht mittelst Luftdruckhaltung. Der Behälter ist in diesem Falle ein eiserner Sturz, welcher den Bauraum überdeckt und innerhalb dessen die Bauarbeiten vorgenommen werden. Die in ihn eingepresste Luft drängt das Wasser unter den Sturzrändern weg und entweicht dabei theilweise auf diesem selben Wege; durch eine Schleuse hindurch findet Zu- und Austritt der Arbeiter statt. Schacht- abteufungen in fliessendem Gebirge werden ebenfalls öfter unter