

F. Haier

Dampfkessel-Feuerungen

zur Erzielung einer möglichst
rauchfreien Verbrennung

Zweite Auflage

im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure

bearbeitet vom

Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung
in Hamburg

Mit 375 Textfiguren, 29 Zahlentafeln
und 10 lithographierten Tafeln



Berlin

Verlag von Julius Springer

1910

Alle Rechte,
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen,
vorbehalten.

ISBN 978-3-642-89789-4 ISBN 978-3-642-91646-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-91646-5

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1910

Begleitwort zur ersten Auflage.

Nachdem die Frage der Rauchbelästigung schon seit einer langen Reihe von Jahren Gegenstand der Verhandlungen in den Kreisen des Vereines deutscher Ingenieure gewesen war¹⁾, beschloß dessen XXXI. Hauptversammlung im Jahre 1890²⁾ unter Aussetzung von 8000 \mathcal{M} den Erlaß zweier Preisausschreiben, von denen das eine die Dampfkesselfeuerungen, das andere die Feuerungen der Haushaltungen und Kleinbetriebe betraf.

Die Preisausschreiben lauteten:

Preisausschreiben I.

In Ausführung der von der 31. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure gefaßten Beschlüsse und unter Bezugnahme auf die stattgehabten Verhandlungen (Zeitschrift 1890 S. 1098 u. f., S. 1124 u. f.) wird hierdurch ein Preis von 3000 \mathcal{M} , ergänzt durch eine für Zeichnungen zu gewährende Vergütung bis zum Betrage von 1000 \mathcal{M} , ausgesetzt für die beste Lösung der folgenden Aufgabe:

Es wird verlangt eine Abhandlung über die bei Dampfkesseln angewandten Feuerungseinrichtungen zur Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung.

Die Arbeit soll außer einer kurzen, prüfenden Besprechung der in Betracht kommenden Feuerungen der Vergangenheit vorzugsweise eine eingehende Würdigung der heutigen Dampfkesselfeuerungen und ihrer Einzelheiten enthalten.

Besonderer Wert wird gelegt auf tunlichst sichere Feststellung der gemachten Erfahrungen, namentlich auch nach der Richtung hin, welche Wirksamkeit die in den einzelnen Ländern, Bezirken und Städten zum Zwecke der Rauchvermeidung erlassenen Vorschriften gehabt haben.

Die bewährten Feuerungseinrichtungen sind durch Zeichnungen möglichst vollständig darzustellen. Das Preisgericht ist ermächtigt, als Entschädigung für diese Zeichnungsarbeit (außer dem Preise von 3000 \mathcal{M}) eine Vergütung bis zur Höhe von 1000 \mathcal{M} zuzuerkennen.

Die Einsendungen haben in deutscher Sprache an die Geschäftsstelle des Vereines deutscher Ingenieure in Berlin bis zum 31. Dezember 1892 zu erfolgen.

¹⁾ Vergleiche die Zusammenstellung von Veröffentlichungen in den Schriften des Vereines deutscher Ingenieure, welche die Frage der Rauchbelästigung, insbesondere durch Dampfkesselfeuerungen, und die Mittel zu ihrer Verhütung betreffen; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1897, S. 489 und 490, sowie S. 516 und 517.

²⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1890, S. 1098 u. f., S. 1124 u. f., S. 1249; 1891, S. 27.

Als Preisrichter sind gewählt und haben das Amt angenommen die Herren:
 C. Bach, Professor des Maschineningenieurwesens an der Technischen Hochschule,
 Stuttgart,
 Dr. Hans Bunte, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule,
 Karlsruhe,
 W. Gyssling, Direktor des Bayerischen Dampfkesselrevisionsvereins, München,
 C. Oehrich, Oberingenieur des Sächs.-Anhalt. Vereines zur Prüfung und Überwachung
 von Dampfkesseln, Bernburg.
 J. A. Strupler, Oberingenieur des Schweizerischen Vereines von Dampfkesselbesitzern,
 Hottingen-Zürich.

Preis Ausschreiben II.

In Ausführung der von der 31. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure gefaßten Beschlüsse und unter Bezugnahme auf die stattgehabten Verhandlungen (Zeitschrift 1890 S. 1098 u. f., S. 1124 u. f.) wird hierdurch ein Preis von 3000 \mathcal{M} , ergänzt durch eine für Zeichnungen zu gewährende Vergütung bis zum Betrage von 1000 \mathcal{M} , ausgesetzt für die beste Lösung der folgenden Aufgabe:

Es wird verlangt eine Abhandlung über diejenigen Feuerungseinrichtungen, welche für Haushaltungszwecke und für die gewerblichen Betriebe, namentlich der größeren Städte, behufs Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung seither angewandt wurden. Mit den Dampfkesselfeuerungen, für welche ein besonderes Preis Ausschreiben mit dem 31. Dezember 1892 als Lösungsfrist erlassen worden ist, braucht sich die Abhandlung nur insoweit zu befassen, als sie, gegebenenfalls gestützt auf die Lösung der soeben bezeichneten Preis Aufgabe, in eine Klarstellung der verhältnismäßigen Vollkommenheit oder Unvollkommenheit der Dampfkesselfeuerungen gegenüber den Feuerungen dieses Preis Ausschreibens einzutreten hat.

Die Arbeit soll außer einer kurzen prüfenden Besprechung der in Betracht kommenden Feuerungseinrichtungen der Vergangenheit vorzugsweise eine eingehende Würdigung der heutigen, auf dem bezeichneten Gebiete liegenden Feuerungen und ihrer Einzelheiten enthalten.

Besonderer Wert wird gelegt auf tunlichst sichere Feststellung der gemachten Erfahrungen, namentlich auch nach der Richtung hin, welche Wirksamkeit die in den einzelnen Ländern, Bezirken und Städten zum Zwecke der Rauchvermeidung erlassenen Vorschriften gehabt haben.

Die bewährten Feuerungseinrichtungen sind durch Zeichnungen möglichst vollständig darzustellen. Das Preisgericht ist ermächtigt, als Entschädigung für diese Zeichnungsarbeit (außer dem Preise von 3000 \mathcal{M}) eine Vergütung bis zur Höhe von 1000 \mathcal{M} zuzuerkennen.

Die Einsendungen haben in deutscher Sprache an die Geschäftsstelle des Vereines deutscher Ingenieure in Berlin bis zum 31. Dezember 1894 zu erfolgen.

Als Preisrichter sind gewählt und haben das Amt angenommen die Herren:
 C. Bach, Professor des Maschineningenieurwesens an der Technischen Hochschule,
 Stuttgart,

H. Fischer, Professor der mechanischen Technologie an der Technischen Hochschule,
Hannover,
Dr. H. Meidinger, Professor der technischen Physik an der Technischen Hochschule,
Karlsruhe,
H. Rietschel, Professor des Lüftungs- und Heizungsfaches an der Technischen Hoch-
schule, Berlin,
P. Schubbert, Zivilingenieur, Offenbach a. M.

Im Einvernehmen mit den gewählten Preisrichtern werden an diese beiden Preisaus-
schreiben die folgenden Bestimmungen geknüpft:

1. Die Preisbewerbung ist unbeschränkt, insbesondere weder an die Mitgliedschaft des Vereines deutscher Ingenieure noch auch an die deutsche Staatsangehörigkeit gebunden.
2. Jede Einsendung ist mit einem Kennwort zu versehen und ihr ein versiegelter Briefumschlag beizufügen, welcher außen dasselbe Kennwort trägt und innen Namen und Wohnort des Einsenders enthält.
3. Durch die Preiserteilung erwirbt der Verein deutscher Ingenieure das Recht zur Veröffentlichung der betreffenden Arbeit.
4. Jede Einsendung, welcher ein Preis nicht zuerkannt worden ist, wird auf Verlangen an die namhaft gemachte, mit der im geöffneten Umschlag übereinstimmend gefundene Adresse zurückgesandt; anderenfalls bleiben diese Umschläge uneröffnet und werden nach Ablauf eines Jahres verbrannt. Hinsichtlich der betreffenden Einsendungen selbst wird angenommen, daß sie von diesem Zeitpunkt an dem Verein zu beliebiger Verwendung überlassen werden.
5. Jedes der beiden Preisgerichte hat im Falle des Ausscheidens eines Mitgliedes das Recht, sich durch freie Wahl zu ergänzen. Sein Urteil ist bindend für den Verein.

Am 31. Dezember 1892 lief die Frist für die erste Preisaufgabe ab. Es waren 6 Bearbeitungen eingegangen, von denen keiner der Preis zuerkannt werden konnte¹⁾.

Bei der Wichtigkeit der Sache beschloß die XXXIV. Hauptversammlung im Jahre 1893 auf Antrag des Preisgerichtes, die Preisaufgabe zum 31. Dezember 1895 abermals auszuschreiben, unter Erhöhung des Preises von 4000 $\%$ auf 6000 $\%$ einschließlich der Entschädigung für die Zeichnungsarbeiten²⁾. Gleichzeitig wurde der Termin für das zweite Preisausschreiben auf den 31. Dezember 1897 verlängert.

Am 31. Dezember 1895 ging die Frist der abermaligen Ausschreibung der ersten Aufgabe zu Ende. Rechtzeitig eingelaufen waren 8 Arbeiten, verspätet ging die neunte ein. Das Preisgericht war auch diesmal nicht in der Lage, die Zuerkennung eines Preises auszusprechen.

Der Bericht des Obmannes des Preisgerichtes lautet:

„Mit Schreiben vom 8. Januar d. J. wurden dem unterzeichneten Vorsitzenden des Preisgerichtes, betr. Dampfkesselfeuernngen, als rechtzeitig eingegangen folgende Bewerbungen übersandt:

Nr. 1	mit dem Kennwort	„Arbeit ist des Bürgers Zierde“;
„ 2	„ „ „	„Zur Frage der Rauchbelästigung“;
„ 3	„ „ „	„Brenner“
„ 4	„ „ „	„Viele Wege führen nach Rom“;

¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1893, S. 1371 u. f.

²⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1893, S. 1371 u. f., S. 1438 und 1439, S. 1151 und 1152.

- Nr. 5 mit dem Kennwort „Hermann“;
„ 6 „ „ „ „ „Die Wissenschaft darf nicht glauben“;
„ 7 „ „ „ „ „Rußfrei“;
„ 8 ohne Kennwort.

Ferner war der Sendung beigefügt eine am 31. Dezember v. J. von Straßburg i. Elsaß abgesandte, aber erst am 3. Januar 1896 in Berlin eingetroffene, also nicht rechtzeitig abgelieferte und unvollständige Bewerbung mit dem Kennwort: „Wo Rauch, da ist auch Feuer“. Sie sei mit Nr. 9 bezeichnet.

Nachdem sämtliche Bewerbungen bei den Mitgliedern des Preisgerichtes im Umlauf gewesen waren, hat das letztere am 26. März d. J. bei voller Besetzung mündlich verhandelt und ist hierbei einhellig zu folgendem Ergebnis gelangt:

„Die unter No. 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 8 aufgeführten Arbeiten entsprechen den allgemeinen Programmforderungen nicht und enthalten auch nur teilweise und in sehr beschränktem Sinne bemerkenswerte Darlegung oder Vorschläge, so daß diese 7 Arbeiten ohne weiteres von der Preisbewerbung auszuschließen sind.

Als einzige in Betracht kommende Arbeit bleibt die unter Nr. 7 genannte mit dem Kennwort „Rußfrei“.

Dieselbe gibt, wie verlangt, eine Abhandlung über die bei Dampfkesseln angewandten Feuerungseinrichtungen zur Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung; ferner eine Zusammenstellung von Verordnungen gegen Rauchbelästigung deutscher und außerdeutscher Behörden.

Auf die Sammlung des Materials hat der Verfasser vielen Fleiß verwendet. Der Schriftsatz zeigt starke Mängel, die zu einem Teile durch die Eile bei der Fertigstellung veranlaßt sein dürften. Zu einer kritischen Sichtung des Materials, zu einer zusammenfassenden Übersicht, sowie zu einer eingehenden Würdigung der heutigen Dampfkesselfeuerungen und ihrer Einzelheiten, wie sie das Preisausschreiben fordert, ist der Verfasser jedoch nicht gelangt. Auch läßt die Einleitung verschiedenes zu wünschen übrig. Die Vorschläge, zu denen der Verfasser am Schlusse kommt, bilden einen recht schwachen Punkt der ganzen Arbeit. Alles in allem genommen, kann die Arbeit Nr. 7 nicht als befriedigende Lösung der gestellten Preisaufgabe bezeichnet werden.

Das Preisgericht beschloß bei dieser Sachlage einstimmig:

1. Ein Preis kann keiner der Arbeiten zuerkannt werden;
2. Bei dem Vorstande des Vereines folgende Anträge zu stellen:
 - a) den Verfassern der Arbeiten Nr. 7 (Rußfrei), Nr. 9 (Wo Rauch, da ist auch Feuer) und Nr. 4 (Viele Wege führen nach Rom) möge als eine Entschädigung für die aufgewendete Mühe die Summe von zusammen 2000 ₰ gewährt werden, und zwar

1200 ₰	dem Verfasser von Nr. 7,
600 „ „ „ „ „	9,
200 „ „ „ „ „	4,

unter der Bedingung, daß die Arbeiten gegen Zahlung dieser Beträge in das Eigentum des Vereines übergehen;

- b) der Vorstand möge unter Aufwendung des verbleibenden Betrages von 4000 ₰ eine geeignete Persönlichkeit beauftragen, diejenigen Dampfkesselfeuerungen, welche unter der Bezeichnung „rauchverzehrende Feuerungen“ angewendet werden, mit Be-

rücksichtigung des in den Arbeiten Nr. 7, 9 und 4 enthaltenen Materials zusammenzustellen sowie einer eingehenden prüfenden Besprechung zu unterziehen, gemäß den Anforderungen der gestellten Preisaufgabe und gemäß dem Zwecke, dem die Lösung derselben nach heutigem Stande der Sache zu dienen hätte.

Zum Zwecke der Vermeidung von Mißverständnissen, betr. den Stand der Rauchbelästigungsfrage, erachtet sich das Preisgericht noch für verpflichtet, seine eigenen Ansichten über dieselbe in Sätzen auszusprechen, welche später dem Vorstande zugehen werden.“

Der Vorstand des Vereines deutscher Ingenieure beschloß in seiner Sitzung vom 31. März 1896 den Anträgen des Preisgerichtes Folge zu geben. Demgemäß wurde der Verfasser des vorliegenden Buches, Herr Ingenieur Haier, mit der vom Preisgericht bezeichneten Aufgabe betraut.

Hinsichtlich des Standes der Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkesselfeuerungen wird auf die folgenden Seiten verwiesen.

Auf das Preisausschreiben II sind Arbeiten überhaupt nicht eingegangen.

Th. Peters,

Direktor des Vereines deutscher Ingenieure.

Über den Stand der Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkesselfeuerungen.

1. Sätze des Preisgerichts.

Die Mitglieder des Preisgerichts empfanden es als eine Pflicht, auszusprechen, daß das zweite negative Ergebnis der Preisausschreibung nicht dahin aufgefaßt werden dürfe, als ob nun allen denjenigen Schornsteinen, welche durch die ihnen entströmenden Verbrennungsprodukte die Nachbarschaft stark belästigen, erlaubt sein solle, dies in aller Zukunft weiter zu tun. Einhellig waren die Sachverständigen, aus denen das Preisgericht bestand, der Ansicht, daß da, wo in der Tat eine Feuerung so stark raucht, daß die Nachbarschaft erheblich belästigt wird, Abhilfe geschaffen werden kann, und haben sich deshalb geeinigt, dem Vorstand des Vereines deutscher Ingenieure gegenüber folgendes hervorzuheben:

„1. Unter bestimmten Voraussetzungen kann jede brauchbare Dampfkesselfeuerung rauchschwach, d. h. so betrieben werden, daß die aus dem Schornstein entweichenden Verbrennungsprodukte die Nachbarschaft nicht erheblich belästigen.

2. Die hauptsächlichsten Ursachen der Rauchbelästigung sind:

- a) ungeeignete Feuerung für ein gegebenes Brennmaterial oder ungeeigneter Brennstoff für die gegebene Feuerung,
- b) übermäßige oder nicht ausreichend gleichmäßige Beanspruchung der Feuerung,
- c) ungenügender Zug,
- d) schlechte Bedienung,
- e) Entlassung der Verbrennungsprodukte aus dem Schornstein in zu geringer Höhe.

3. Die unter Ziffer 1 erwähnten Voraussetzungen sind demgemäß:

- a) Die Feuerung muß der Art des zur Verwendung gelangenden Brennstoffes und den Betriebsverhältnissen entsprechen, oder es muß ein Brenn-

material gewählt werden, welches unter den gegebenen Verhältnissen nicht erheblich belästigende Verbrennungsprodukte liefert, wie z. B. Koks, Anthrazit,

- b) die verheizte Brennstoffmenge darf zu keiner Zeit einen gewissen Betrag überschreiten, auch nicht zu stark schwanken,
- c) der Zug muß ausreichend sein,
- d) der Heizer hat die Feuerung aufmerksam und geschickt zu bedienen,
- e) die Schornsteinmündung muß genügend hoch liegen.

4. Die Feststellung der Rauchbelästigung und zutreffendenfalls ihrer Ursachen sowie die Angabe der Mittel zur Abhilfe hat von Fall zu Fall durch Sachverständige zu erfolgen, als welche in erster Linie die mit der Überwachung der Dampfkessel betrauten Ingenieure, erforderlichenfalls unter Heranziehung von Lehrheizern berufen erscheinen.

5. Behördliche Vorschriften zur Verhütung der Rauchbelästigung können nur unter unmittelbarer Mitwirkung von Sachverständigen, wie solche unter Ziffer 4 bezeichnet sind, zum Ziele führen.

Die Vorschrift der Einrichtung von „rauchverzehrenden Feuerungen“ erreicht auch bei strenger Durchführung häufig den angestrebten Zweck nicht, da den unter Ziffer 3 aufgeführten Voraussetzungen, namentlich denjenigen unter Ziffer 3 b und 3 d, nicht entsprochen wird.“

2. Darlegungen des Vorsitzenden des Preisgerichts Prof. C. Bach im Anschlusse an die Sätze des Preisgerichts.

Veröffentlicht in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1896, S. 492 u. f.

Soll die Rauchbelästigung nach Möglichkeit verhütet werden, so wird man insbesondere aufhören müssen, den Rost einer Feuerung, welche unter gegebenen Verhältnissen, wozu auch der Zug gehört, rauchschwach beispielsweise nur 75 kg einer bestimmten Steinkohle stündlich auf 1 qm Rostfläche zu verbrennen imstande ist, mit 150 kg oder noch mehr unter den gleichen Verhältnissen zu beanspruchen¹⁾. Man wird bei Neuanlagen oder bei Abänderung bestehender Feuerungen die Rostfläche dem größten Wärmebedarf entsprechend zu bemessen und bei starken, jedoch nicht plötzlich eintretenden Schwankungen dieses Bedarfs im wirtschaftlichen Interesse sie änderbar einzurichten haben, etwa durch Verschiebung der Feuerbrücke, falls dies ausführbar ist, oder in anderer Weise je nach Art der Feuerung²⁾.

Man wird sich noch mehr als bisher daran gewöhnen müssen, bei großer und plötzlicher Veränderlichkeit des Dampfverbrauchs den erforderlichen Wärmespeicher durch Anordnung

¹⁾ Wie ich schon bei anderer Gelegenheit ausgeführt habe, wird hier nicht selten ein recht grober Mißbrauch getrieben. In der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1894, S. 1424 war in dieser Hinsicht zu bemerken: „Jedermann weiß, daß man einen für höchstens 10000 kg Last bestimmten Kran, Eisenbahnwagen oder dergleichen nicht mit 20000 kg belasten darf. Von dem Dampfkessel dagegen verlangt man nicht selten, daß er so viel Wärme in das Wasser überführt, als man durch übermäßige Beschickung der Feuerung bei möglichst verstärktem Zuge überhaupt auf dem Roste zu erzeugen imstande ist.“ Daß hiermit eine bedeutende Raucherzeugung verknüpft zu sein pflegt, liegt auf der Hand.

²⁾ In dieser Hinsicht darf nicht übersehen werden, daß zu geringe Beanspruchung des Rostes auch zur Raucherzeugung führen kann. Die vollkommene Verbrennung einer gewissen Menge Steinkohle in einer gegebenen Feuerung wird selbst bei möglichster Beschränkung des Zuges ein Höchstmaß an Rostflächengröße voraussetzen, das nicht überschritten werden darf. Dieses Höchstmaß an Rostfläche wird von der Beschaffenheit der Kohle abhängen.

ausreichender Wasserräume zu schaffen und nicht zu verlangen, daß die Wärmentwicklung sich in jedem kleinen Zeitraum der Veränderlichkeit des Wärmebedarfs anbequemem soll.

Man wird aufhören müssen, einen beliebigen Tagelöhner zum Heizer zu verwenden; man wird vielmehr nur solche Leute zu Heizern nehmen dürfen, welche dazu angelernt sind, das nötige Verständnis, die erforderliche Geschicklichkeit und vor allem die Charaktereigenschaften der Gewissenhaftigkeit, Zuverlässigkeit und der Ausdauer besitzen. Daß man solche Leute auch entsprechend zu bezahlen hat, liegt auf der Hand. Hiervon darf man sich auch dann nicht abhalten lassen, wenn der Heizer bei kleineren Anlagen nicht ausreichend beschäftigt erscheint; denn zu den verfehltesten Auswegen gehört der, den unzureichend beschäftigten Mann auch unzureichend zu entlohnen. Nebenarbeiten dem Heizer zu übertragen, welche diesen auf mehr oder minder lange Zeit, sei es auch nur auf Viertelstunden, aus dem Kesselhause fernhalten, oder welche nicht jederzeit unterbrochen oder beiseite gelegt werden können, ist ebenfalls als verfehlt zu bezeichnen. Es muß alles vermieden werden, was Anlaß dazu gibt, daß der Heizer die Brennstoffschicht unzulässigerweise niederbrennen läßt und dann durch Aufgeben verhältnismäßig großer Mengen Brennstoffes auf einmal die Rauchbildung herbeiführt.

Man wird aber auch von denen, welche die Heizer zu überwachen haben, verlangen müssen, daß sie selbst das Geschäft des Heizens verstehen, daß sie, wenn nötig, selbst die Schaufel und das Schüreisen in die Hand nehmen und ordentlich handhaben können. Dieser Forderung wird zurzeit zum großen Teile nicht entsprochen; insbesondere gilt dies von den Dampfkesselfeuerungen in den Gebäuden des Staates und der Gemeinde. Dieser Umstand ist für mich Veranlassung geworden, das Heizen von Dampfkesseln durch Studierende unter Anleitung eines Lehrheizers einzuführen, mit nebenhergehender Untersuchung der Verbrennungsprodukte¹⁾. Der spätere Betriebsingenieur oder Besitzer von Dampfkesseln, der spätere Beamte des Staates oder der Gemeinde, welchem Heizer unterstellt sind, lernt bei dieser Gelegenheit, was es heißt, andauernd vom frühen Morgen bis zum späten Abend vor dem Kessel zu stehen und ihn zu bedienen, welche Anstrengung es kostet, wenn stark backende, stark schlackende Kohle zur Verwendung gelangt, was es heißt, so zu feuern, daß ein Kohlensäuregehalt von beispielsweise 15 Proz. und mehr erzielt wird usw. Wenn er in der kurzen Zeit auch kein vollkommener Heizer wird, so lernt er doch — es handelt sich hier um Studierende des Maschineningenieurwesens, welche sämtlich schon mindestens ein Jahr als Arbeiter in der Werkstätte tätig gewesen sind — das Geschäft des Heizens einigermaßen würdigen, den tüchtigen Heizer schätzen, und wird damit geneigt, ihn ordentlich zu bezahlen oder doch darauf hinzuwirken, daß dies geschieht. Er wird dafür Sorge

¹⁾ Näheres hierüber siehe z. B. in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1893, S. 696 und 697, oder auch im Jahresbericht des Württembergischen Dampfkessel-Revisionsvereines über das Jahr 1891, S. 32. Es heizten während der Frühjahrsferien:

im Jahre 1892	16 Studierende
„ „ 1893	20 „
„ „ 1894	16 „
„ „ 1895	37 „
„ „ 1896	24 „
„ „ 1897	45 „
„ „ 1898	38 „

je 3 Tage lang einen Kessel von 80 qm Heizfläche. Gleichzeitig heizten 4 oder 5 Studierende 4 bzw. 5 Kessel je von der bezeichneten Größe.

tragen, daß die Feuerungseinrichtungen die erforderliche Vollkommenheit besitzen und daß der Heizer den Erfolg seiner Tätigkeit auch beobachten kann. Das Interesse und das tiefere Verständnis, welches der Vorgesetzte der Tätigkeit des Heizers entgegenbringt, wird auf diesen zurückwirken und ihn deshalb eher abhalten, in seiner Aufmerksamkeit nachzulassen.

Daß die Schwierigkeiten, welche überwunden werden müssen, soll der Rauchbelästigung auf dem von den Mitgliedern des Preisgerichtes bezeichneten Wege begegnet werden, bedeutend sind, dessen sind sich diese bewußt. Die Aufwendung einmaliger Kosten kann kapitalarme Betriebsinhaber sehr stark belasten; die Nötigung zur Verwendung bestimmten Brennstoffes (Ziff. 3 a) kann den Betrieb in wirtschaftlicher Hinsicht ungünstig beeinflussen u. s. f. Deshalb wird eben in jedem Falle zu entscheiden sein, ob die Belästigung durch den Rauch eine derartige ist, daß dem betreffenden Betriebsinhaber solche Opfer zugemutet werden dürfen. Man wird die Ansprüche auf Rauchverminderung den örtlichen Verhältnissen entsprechend zu bemessen haben. Daß sich beispielsweise Städte mit Industrie, namentlich solche mit starker Industrie, etwas mehr Belästigung werden gefallen lassen müssen als andere Städte, das bedarf keiner Begründung; man kann dies bedauern, aber ebensowenig ändern, als man imstande ist, die Berufskrankheiten aus der Welt zu schaffen.

Man wird fortgesetzt unter Teilnahme von Sachverständigen mit Vorsicht, und wenn nötig auch mit Schonung, unter allen Umständen aber mit Ausdauer, vorgehen müssen¹⁾. Ausdauernde Verfolgung der mit Mäßigung aufgestellten Ansprüche muß der Leitstern sein.

Aber alle diese Schwierigkeiten können und dürfen nicht abhalten, die Frage der Rauchbelästigung scharf zu beleuchten, sowie klarzustellen, daß man nicht auf die Erfindung neuer Dampfkesselfeuerungen zu warten braucht, um dieser Belästigung da, wo sie tatsächlich in bedeutendem Maße vorhanden ist, mit mehr Erfolg als bisher entgegen zu wirken.

Dabei kann allerdings kein Zweifel darüber bestehen, daß in erster Linie die Feuerungen der Gebäude und Betriebe des Staates, sowie der Gemeinde, welche hinsichtlich des Rauchens jetzt ziemlich häufig zu den ärgsten Sündern zählen, so eingerichtet und bedient werden müssen, daß sie als Muster gelten können.

Wenn oben unter Ziff. 1 ausgesprochen ist, daß mit jeder brauchbaren Feuerung rauchschwach gearbeitet werden kann, so soll damit durchaus nicht gesagt sein, daß die Feuerungseinrichtung gleichgültig sei. Die Feuerungseinrichtung ist für den Heizer das Werkzeug, mit dem er arbeitet, d. h. mit welchem er aus dem Brennmaterial die Wärme

¹⁾ Auf die Heranziehung von Lehrheizern dürfte meines Erachtens ein großer Wert zu legen sein. Da diese nicht überall vorhanden und deshalb wohl auch nicht allgemein in ihrem Werte erkannt sind, so erscheinen einige Bemerkungen angezeigt.

Die Aufgabe des Lehrheizers, wie ihn verschiedene Dampfkessel-Überwachungsvereine besitzen, besteht zunächst darin, daß er die Heizer der Vereinsmitglieder vor den Anlagen, welche von ihnen zu bedienen sind, auf etwaige Fehler in der Bedienung hinweist, durch eigene Tätigkeit zeigt, was besser und wie es besser zu machen ist, und zwar so lange, bis durch Vormachen und Nachtun der Lernende in der Behandlung der von ihm zu bedienenden Feuerungen ausreichend sicher geworden ist.

Ein solcher Lehrheizer, der seiner Aufgabe gerecht wird, eignet sich nun auch ganz vortrefflich dazu, um bei einer stark rauchenden Feuerung festzustellen, ob es unter den gegebenen Verhältnissen möglich ist, mit Rauchverminderung zu arbeiten, und zutreffendenfalls, in welchem Maße. Indem er beauftragt wird, die fragliche Feuerung zu bedienen, läßt sich auf dem Wege des Versuchs ermitteln, welchen Anteil an der Raucherzeugung der gewöhnliche Heizer hat, sowie welche Beanspruchung der betreffende Rost in der Stunde und auf 1 qm verträgt, wenn die Feuerung den Brennstoff rauchschwach verbrennen soll. Damit aber ist alsdann für den Sachverständigen eine wertvolle Grundlage für das, was etwa weiter zu geschehen hat, gegeben.

frei macht. Je vollkommener das Werkzeug ist, um so vollkommener Arbeit wird der Heizer zu liefern imstande sein. Je unvollkommener das Werkzeug ist, um so größere Geschicklichkeit und unter Umständen auch um so größere Anstrengung wird seitens des Heizers erforderlich, um seine Aufgabe befriedigend zu lösen. Gleichwie ein vorzüglicher Handwerker auch mit weniger vollkommenem Werkzeug noch etwas Gutes zu schaffen vermag, so ist auch ein vorzüglicher Heizer in der Lage, mit einer weniger vollkommenen Feuerung noch Befriedigendes zu leisten. Der Durchschnittsheizer, wie er aus dem zur Verfügung stehenden Menschenmaterial herangebildet werden kann, bedarf aber eines guten Werkzeuges, d. h. einer guten Feuerung, um befriedigende Leistungen verzeichnen zu können. Je brauchbarer das Werkzeug ist, welches der Ingenieur für den Heizer schafft, um so sicherer wird von diesem die geforderte Leistung erwartet werden dürfen. Daß eine gute Feuerungseinrichtung auch wirtschaftlich vollkommener arbeitet, d. h. daß sie ermöglicht, einen größeren Teil der im Brennstoff aufgespeicherten Wärme in das Wasser des Dampfkessels überzuführen, steht zwar hier nicht zur Erörterung, sei aber — weil meist von großer Bedeutung — ausdrücklich hervorgehoben.

Schließlich soll nicht unerwähnt bleiben, daß durch rechtzeitiges und gründliches Reinigen der Kanäle, sowie des Schornsteins von Ruß, ferner auch durch Vornahme dieser Reinigung bei abgedeckter Schornsteinmündung manche Belästigungen vermieden werden können.

Wie das Vorgehen des Vereines deutscher Ingenieure nach Maßgabe des Vorstehenden zu einer gewissen Klarstellung geführt hat, so ist dies auch der Fall in bezug auf die Arbeiten der Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungs-Vorrichtungen, welche im Jahre 1892 auf Veranlassung des kgl. preußischen Ministers für Handel und Gewerbe gebildet worden war¹⁾.

¹⁾ Dieser Kommission gehörten bei ihrer Bildung an:

- a) als Kommissarien des Ministers für Handel und Gewerbe:
 1. Geheimer Bergrat Gebauer,
 2. Regierungsrat Lusensky; später trat an dessen Stelle Oberbergrat Fuhrmann;
- b) als Kommissarien des Ministers der öffentlichen Arbeiten:
 3. Regierungs- und Baurat P. Böttger,
 4. Eisenbahn-Bauinspektor Domschke;
- c) als Kommissarien des Staatssekretärs des Reichsmarineamts:
 5. Marine-Bauinspektor Strangmeier; später trat an dessen Stelle Marine-Baurat Lehmann und an dessen Stelle Marine-Maschinenbauinspektor Veith;
- d) als Kommissarien des Polizei-Präsidenten von Berlin:
 6. Regierungs- und Gewerbeberater von Stülpnagel; später trat an dessen Stelle Regierungs- und Gewerbeberater Dr. Sprenger,
 7. Gewerbeinspektor Tschorn;
- e) als Kommissarien des Magistrats der Stadt Berlin:
 8. Stadtbaurat Blankenstein,
 9. Direktor der städt. Wasserwerke Gill; später trat an dessen Stelle Direktor der städt. Wasserwerke Beer,
 10. Städtischer Ingenieur für Heizanlagen Caspar;
- f) als Kommissarien des Vereines deutscher Ingenieure:
 11. Professor C. Bach-Stuttgart;
 12. Zivilingenieur Grabau-Halle a. S.;
 13. Zivilingenieur Hering-Nürnberg;
 14. Oberingenieur Körting-Körtingsdorf bei Hannover;
 15. Direktor Peters-Berlin;
- g) als Kommissarien des Zentralverbandes der preuß. Dampfkessel-Überwachungsvereine:
 16. Der Präsident dieses Verbandes, Geh. Kommerzienrat Dr. Delbrück-Stettin;
 17. Fabrikbesitzer Behrens-Berlin;
 18. Direktor Cario-Magdeburg;

Diese Kommission tagte erstmals am 20. Oktober 1892 und bestimmte einen engeren Ausschuß von 11 Mitgliedern (Böttger-Berlin, von Stülpnagel-Berlin, Strangmeier-Berlin, Tschorn-Berlin, Caspar-Berlin, Behrens-Berlin, Hering-Nürnberg, Cario-Magdeburg, Schneider-Berlin, Vogt-Barmen, Gill-Berlin), dem die Aufgabe zugewiesen wurde, „die auf Rauchverhütung abzielenden Einrichtungen zu besichtigen, dieselben vom technischen sowie wirtschaftlichen Standpunkte aus zu prüfen — soweit dies zweckdienlich erscheint — und diejenigen Einrichtungen zu bezeichnen, welche nach seiner Ansicht einer weiteren eingehenden Prüfung wert sind“.

Am 13. Dezember 1892 berief Herr von Stülpnagel den engeren Ausschuß zu einer Sitzung, in welcher beschlossen wurde, zunächst nur Einrichtungen in Berlin zu prüfen, und zwar die Feuerungen von Kowitzke & Co., Chubb, Schomburg, Stauß, Ruthel, Tenbrink, sowie Kohlenstaubfeuerungen. In der Sitzung vom 16. Februar 1893 wurde sodann eine aus den Herren Schneider, Caspar und Tschorn bestehende Kommission mit der eingehenden Prüfung der bezeichneten Feuerungen betraut.

Über das Ergebnis der Arbeiten dieser dreigliedrigen Prüfungskommission ist, nachdem die Gesamtkommission am 30. April 1894 zum zweitenmal getagt hatte, an welcher Sitzung teilzunehmen Schreiber dieser Zeilen leider durch Krankheit verhindert war, im Jahre 1894 ein Bericht erschienen unter dem Titel: „Bericht über die im Auftrage des Zentralverbandes der preußischen Dampfkessel-Überwachungsvereine ausgeführte Prüfung von Einrichtungen und Feuerungen bei Dampfkesseln zur Rauchverhütung, erstattet von der Prüfungskommission, Berlin“¹⁾. Dieser Bericht erfuh eine wesentliche Punkte klarstellende Besprechung von R. Striebeck in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1895, S. 184 bis 190, S. 215 bis 221, S. 509 bis 510.

Zum dritten Male fand sich die Gesamtkommission am 28. Februar 1896 zusammen. In dieser Sitzung gelangte sie zu Ergebnissen, in bezug auf welche der Vorsitzende, Kommerzienrat Dr. Delbrück, unterm 25. April 1896 die folgende Eingabe an den kgl. preuß. Minister für Handel und Gewerbe richtete:

„Euer Exzellenz erlaube ich mir, den Bericht über die dritte Sitzung der Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungsvorrichtungen hierbei ehrerbietigst zu überreichen.

Wie aus diesem und den früher überreichten Berichten hervorgeht, hat die Kommission eine größere Zahl neuerer Dampfkesselfeuerungen, welche den Rauch zu vermeiden bezwecken, durch Sachverständige aus ihrer Mitte untersuchen lassen; insbesondere sind seit der zweiten Sitzung der Kommission die Kohlenstaubfeuerungen Gegenstand ihres lebhaften Interesses gewesen. Die in dem anliegenden Bericht enthaltenen Mitteilungen über diese neue und vielversprechende Feuerung, die sich nicht nur auf die Frage der Rauchverhütung, sondern

-
- 19. Oberingenieur Schneider-Berlin;
 - 20. „ Vogt-Barmen;
 - 21. „ Münter-Halle a. S.;
 - 22. „ Haage-Chemnitz.

Nachträglich traten noch bei:

als Kommissar des Ministers der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten:

- 23. Geheimer Baurat Emmerich;

als Kommissar des kaiserlichen Gesundheitsamtes:

- 24. Regierungsrat Dr. Ohlmüller.

¹⁾ Dieser Bericht findet sich auch in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbetreibenden im Königreich Preußen 1894, S. 232 bis 275, unter: C. Schneider, über Rauchverbrennung, sowie in der Zeitschrift des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine 1894, S. 268 u. f.

auch auf die Herstellung des Staubes in technischer und finanzieller Beziehung, auf den Transport und die Lagerung des Staubes, die Beschickungsvorrichtungen, das Trocknen der Kohle vor dem Vermahlen, die Anwendung der verschiedenen Kohlsorten bei den verschiedenen Kesselsystemen usw. erstreckt haben, erscheinen wohl geeignet, den gegenwärtigen Stand der Kohlenstaubfeuerung zu kennzeichnen. Daß zu dieser aufklärenden und erschöpfenden Aussprache die von Euer Exzellenz gütigst gestattete Teilnahme mehrerer Vertreter und Besitzer von Kohlenstaubfeuerungen verschiedener Systeme erheblich beigetragen hat, erlaube ich mir dankbar zu erwähnen.

Euer Exzellenz haben in hochderen Erlaß vom 27. April 1890 an den Ausschuß des Zentralverbandes der preußischen Dampfkessel-Überwachungsvereine, welcher zur Bildung der Kommission Veranlassung gegeben hat, eine gutachtliche Äußerung darüber verlangt:

„Inwieweit es nach dem gegenwärtigen Stande der Feuerungstechnik zweckmäßig und durchführbar erscheint, allgemeinen Vorschriften zur Verhütung des übermäßigen Rauchens der Schornsteine in einer Industrie und Gewerbe nicht allzu drückenden Weise näher zu treten“,

wobei nur größere gewerbliche Feuerstätten in Betracht gezogen werden sollten.

Die bisherigen Verhandlungen haben ergeben, daß in Übereinstimmung mit den im Erlaß Euer Exzellenz vom 27. April 1890 niedergelegten Erwägungen die Kommission es nicht für angängig hält, zur Erreichung rauch- und rußfreier Verbrennung bestimmte Feuerungseinrichtungen vorzuschreiben. Denn die bisher bekannten Einrichtungen, zum größten Teil neueren und selbst allerneuesten Datums, sind keineswegs so vielseitig erprobt und bewährt, daß man mit gesichertem Erfolg ihre allgemeine Anwendung anordnen könnte, und selbst wenn es der Fall wäre, müßte die Erwägung, daß die zwangsweise Einführung einer oder einiger Feuerungen dem weiteren Fortschritt der erfinderischen Tätigkeit auf diesem Gebiete das größte Hemmnis bereiten würde, diesen Weg als ungangbar erscheinen lassen. Dagegen ist die Kommission zu der Überzeugung gelangt, daß es gegenwärtig bereits eine größere Zahl von Dampfkesselfeuerungen gibt, welche so betrieben werden können, daß durch die aus dem Schornstein entweichenden Verbrennungsprodukte Belästigungen oder gar Gesundheitsschädigungen des Publikums ausgeschlossen sind, und daß deshalb die Aufsichtsbehörden veranlaßt werden sollten, gegen das ein solches Maß überschreitende Rauchen der Schornsteine einzuschreiten. Freilich wurde dabei zugleich betont, daß diese Einwirkung der Behörden mit großer Vorsicht, gebotenenfalls auch mit Schonung und durch geeignete technisch erfahrene Organe, als welche in erster Linie die Ingenieure der Dampfkessel-Überwachungsvereine berufen erscheinen, erfolgen müsse, um nicht durch Störung des gewerblichen Lebens große wirtschaftliche Nachteile herbeizuführen. Nicht zweckmäßig erscheint es, in solchen Dingen überall und vollständig das höchste Maß der möglichen Leistung zu verlangen; nicht allein wird man die Ansprüche auf Rauchverminderung je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden bemessen, sondern auch überall, selbst inmitten der Städte, sich mit der Erreichung eines etwa mit „rauchschwach“ zu bezeichnenden Zustandes begnügen sollen. Diese vorsichtige Beschränkung dürfte auf dem fraglichen Gebiet schon deshalb unabweisbar sein, weil, wie die Erfahrung gelehrt hat, in bezug auf vorteilhafte Ausnutzung des Brennstoffes die rauchschwache Feuerung der gänzlich rauchfreien in der Regel überlegen ist, so daß es vom wirtschaftlichen Standpunkt nicht empfohlen werden kann, letztere durchaus zu erstreben.

Insbesondere ist außerdem nach Ansicht der Kommission zu beachten, daß die besten Einrichtungen unwirksam bleiben, wenn sie nicht dauernd gut gehandhabt und überwacht werden, deshalb ist vor allem auf die Ausbildung und Verwendung von tüchtigen Heizern, auch seitens der Aufsichtsbehörden, Wert zu legen, von Heizern, die nicht nur durch Geschicklichkeit ihrer schwierigen Aufgabe gewachsen sind, sondern auch durch ihre Charaktereigenschaften Gewähr dafür bieten, daß sie sich ihrer großen Verantwortung dauernd bewußt bleiben. Die ihre Tätigkeit überwachenden Organe müssen durch reiche praktische Erfahrung ihrer Aufgabe gewachsen sein.

Aus den Äußerungen der Kommissionsmitglieder geht ferner hervor, daß — besonders innerhalb der Städte — die immer mehr in Anwendung kommenden Zentralheizungen in viel höherem Maße zur Belästigung durch Rauch beitragen als die Schornsteine der meist im Außengebiet der Städte sich ansiedelnden Fabriken. Für diese Zentralheizungen lassen sich, wie aus den Verhandlungen der Kommission hervorgeht, rauchlose Feuerungen ebensowohl wie an Dampfkesseln anbringen, und nach Art und Lage ihrer Anwendung ist bei ihnen die Forderung, daß sie rauchlos arbeiten sollen, selbst mit einigen finanziellen Opfern, meist mehr berechtigt als bei gewerblichen Feuerungen.

Durch ihre bisherigen Arbeiten und durch die von mir im vorstehenden mitgeteilte Äußerung zu der von Euer Exzellenz vorgelegten Frage glaubt die Kommission im wesentlichen den Erwartungen, die zu ihrer Bildung führten, entsprochen zu haben. Sie nahm deshalb Veranlassung, sich mit der Frage der Fortsetzung ihrer Arbeiten zu beschäftigen. Weitere Versuche an Feuerungsanlagen in der bisher geübten Weise würden nur dann einen bedeutenden Zweck haben, wenn dabei die verschiedenen Systeme unter den verschiedensten Verhältnissen, insbesondere auch mit den verschiedensten Brennstoffen, erprobt würden. Dazu reichen die persönlichen Kräfte und die Geldmittel der Kommission bei weitem nicht aus. Auch dürfte es richtiger sein, die Ausbildung und vielseitige Anwendung neuerer Feuerungseinrichtungen in erster Linie von den daran zunächst beteiligten Konstrukteuren und Geschäftsleuten zu erwarten. Nichtsdestoweniger hat die Kommission beschlossen, vorläufig weiter zu bestehen, indem sie sich die Aufgabe gestellt hat, auch ferner die Entwicklung der Feuerungen zu beobachten, an Versuchen, die zur Aufklärung und Erprobung in besonderen Fällen erwünscht sein sollten, mit Rat und Tat mitzuwirken und von Zeit zu Zeit in persönlichen Zusammenkünften, wie bisher, die inzwischen gemachten Erfahrungen zusammenzutragen und zu erörtern.“

Hinsichtlich der Einzelheiten dieser Schlußverhandlung der Kommission, wie auch in bezug auf die Darlegungen der einzelnen Redner muß auf den stenographischen Bericht verwiesen werden, der naturgemäß manches in der Eingabe allgemein Bemerkte klarzustellen geeignet ist. Wenn auch gegen den einen oder anderen Satz der Eingabe des Vorsitzenden der Kommission Einwendungen erhoben werden können, so erhellt doch aus derselben, daß das Endergebnis der Arbeiten dieser großen, auf Veranlassung des kgl. preuß. Ministers für Handel und Gewerbe gebildeten Kommission, bestehend aus Vertretern der Behörden, der Industrie und aus Sachverständigen, in der Hauptsache das gleiche ist wie dasjenige, zu dem das vom Vereine deutscher Ingenieure berufene Preisgericht als Kollegium von Sachverständigen gelangte.

Wird nach Maßgabe dessen, was hiermit in Hinsicht auf die Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkesselfeuerungen übereinstimmend in ausreichender Weise klargestellt erscheint, verfahren, so dürfte diese Belästigung da, wo sie wirklich von Bedeutung ist, eine wesent-

liche Milderung erfahren. Was auf dem Gebiete der übrigen, zu berechtigten Klagen über Rauchbelästigung Veranlassung gebenden Feuerungen behufs Abstellung erheblicher Mißstände unter Berücksichtigung der jeweils in Betracht kommenden Verhältnisse zweckmäßigerweise geschehen kann, darüber wird sich hoffentlich ebenfalls eine die Sache fördernde Klarstellung geben lassen, nachdem das zweite Preisausschreiben des Vereines deutscher Ingenieure, betr. die Feuerungseinrichtungen, welche für Haushaltungszwecke usw. behufs Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung seither angewendet wurden, seine Erledigung erfahren haben wird.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die vorliegende Arbeit ist entstanden im Auftrag des Vereines deutscher Ingenieure, im Anschluß an das von diesem Verein erlassene Preisausschreiben über die bei Dampfkesseln angewandten Feuerungseinrichtungen zur Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung¹⁾. Ihr Zweck ist, in Übereinstimmung mit den durch das Preisausschreiben zum Ausdruck gekommenen Bestrebungen des genannten Vereines, eine dem heutigen Stand der Technik entsprechende Darstellung dieser Feuerungseinrichtungen zu geben und dadurch einer Klärung der Frage der Rauchbelästigung auch in weiteren Kreisen die Wege zu ebnen.

Die Arbeit hat demgemäß insonderheit die Aufgabe, dem immer noch weitverbreiteten Irrtum entgegenzutreten, als gäbe es gewisse Feuerungen, deren Einführung zum Zwecke der Rauchverhütung allgemein vorgeschrieben werden könnte, oder als hätten wir gar die Feuerungen, welche uns von der Rauchplage zu befreien berufen sind, erst von der Zukunft zu erwarten. Sie soll vielmehr der Erkenntnis immer weitere Verbreitung verschaffen, daß bei den vielgestaltigen Verhältnissen auf diesem Gebiete, bei der Verschiedenheit der Brennstoffe, der Betriebsverhältnisse und der Kesselsysteme, bei dem großen Einfluß örtlicher Verhältnisse und nicht zum wenigsten bei der notwendigen Rücksichtnahme auf wirtschaftliche Erwägungen eine für alle Fälle passende Feuerung ein Ding der Unmöglichkeit ist, daß wir aber unter den bestehenden Feuerungen Einrichtungen in genügender Zahl besitzen, welche, am richtigen Platze angewendet und richtig behandelt, durchaus zufriedenstellende Resultate ergeben. Dabei ist namentlich auch des großen Einflusses der Bedienung zu gedenken, und darauf hinzuweisen, daß selbst die beste Einrichtung bei unverständiger oder nachlässiger Behandlung den Erwartungen nicht zu entsprechen vermag, daß aber andererseits selbst der einfache Planrost, von einem verständigen und gewissenhaften Heizer bedient, befriedigend rauchfrei arbeiten kann. Die notwendige Rücksichtnahme auf die Interessen der Industrie verlangt weiterhin, daß nicht allein die Frage behandelt wird, inwiefern die verschiedenen Feuerungen eine rauchfreie Verbrennung zu erzielen vermögen, es muß auch die mindestens ebenso wichtige und von der ersten nicht zu trennende Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Betriebes eingehend erörtert werden.

Um nun bei dem reichhaltigen Stoff die Erlangung eines klaren Überblickes zu ermöglichen, habe ich mich bemüht, die gleichartigen und denselben Gedanken verfolgenden Kon-

¹⁾ Siehe hierüber Begleitwort S. III u. f.

struktionen jeweils zusammenzustellen und gemeinsam zu besprechen. Die Arbeit behandelt demzufolge nach Erörterung der Vorgänge bei der Verbrennung und der Ursachen der Rauchentwicklung, ausgehend von der einfachen Planrostfeuerung und nach eingehender Besprechung ihrer Bedienung, ihres Baues und ihres Betriebes, zunächst die vielen im Laufe der Zeit entstandenen besonderen Einrichtungen an derselben, weiterhin diejenigen Konstruktionen, welche durch besondere Gestaltung des Verbrennungsraumes und durch besondere Leitung des Verbrennungsvorganges die Hauptursache der Rauchentwicklung beim einfachen Planrost, den Einfluß der Beschickung, zu umgehen suchen, und endlich die Feuerungen mit ununterbrochener Beschickung, sowie diejenigen mit Verwendung von Brennstoff in besonderer Form. Von der Aufnahme der Feuerungen mit flüssigem Brennstoff glaubte ich bei der geringen Bedeutung, welche sie für unsere deutschen Verhältnisse zurzeit im allgemeinen besitzen, absehen zu können.

Zur Kennzeichnung der vielen, immer und immer wieder auftauchenden neuen Feuerungen (übrigens in der Regel längst bekannte Konstruktionen, die nur in ein wenig verändertes Gewand gekleidet erscheinen) mußten neben unseren bewährten heutigen Feuerungen auch viele nur in der Patenlliteratur zu findende Einrichtungen aufgenommen werden, die zwar einen richtigen Gedanken verfolgen, aber praktisch als unbrauchbar sich erweisen.

Ich habe mich bemüht, die verbreitetsten Feuerungen möglichst durch Ausführungszeichnungen wiederzugeben. Als Unterlage für die Arbeit dienten neben den Veröffentlichungen in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure und der sonstigen einschlägigen Literatur, sowie neben dem, was ich als Schüler des Herrn Baudirektor von Bach den Vorträgen desselben über Dampfkesselfeuerungen an der Technischen Hochschule in Stuttgart verdanke, insbesondere die drei vom Verein angekauften Preisschriften, sowie das von einer Reihe von Firmen auf ein seitens des Vereines erlassenes Rundschreiben bereitwilligst zur Verfügung gestellte Material.

Ich sehe es als meine Pflicht an, für die hierin liegende, sowie für die sonstige mir zuteil gewordene Unterstützung an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Stuttgart, im November 1898.

F. Haier.

Vorwort zur zweiten Auflage.

In dem Vorwort und in der Einleitung zur ersten Auflage dieses Werkes wurde es als dessen Hauptzweck bezeichnet, dazu beizutragen, daß das Vorgehen gegen die Rauchbelästigung in richtige Bahnen gelenkt würde. Diesen Zweck hat das Buch zweifellos schon erreicht infolge des Umstandes, daß es mitbestimmend war für die Gestaltung des im Jahre 1902 ins Leben gerufenen Vereines für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg.

Als ich vor der Frage der Übernahme der Aufgabe stand, diesen Verein in technischer Beziehung zu organisieren und seine Tätigkeit in die Wege zu leiten, also die in dem Buch zum Ausdruck gebrachten Anschauungen in die Praxis umzusetzen, war ich mir der einem solchen Unternehmen entgegenstehenden Schwierigkeiten in vollem Umfange bewußt. Andererseits war ich aber der Überzeugung, daß auf diesem in Hamburg gewählten Weg der Selbsthilfe der Industrie am ehesten ein Fortschritt auf dem in Frage stehenden Gebiet sich erreichen ließe. Die Richtigkeit dieser Überzeugung hat wohl die Entwicklung des Hamburger Vereines hinreichend dargetan. Hierauf an dieser Stelle hinzuweisen erscheint mir deshalb als notwendig, weil gerade die Tätigkeit des genannten Vereines in der Folge klärend auf das ganze Gebiet einwirkte und demgemäß die dort gezeitigten Erfahrungen in erster Linie die Umgestaltung der vorliegenden zweiten Auflage gegenüber der ersten veranlaßten. Ergab sich doch in Hamburg schon nach kurzer Zeit die Notwendigkeit der Klarstellung einer Reihe bis dahin umstrittener Fragen des Feuerungsbetriebes, wenn die Tätigkeit zielbewußt und mit Erfolg sollte durchgeführt werden können.

Die aus diesem Grunde notwendig gewordenen Versuche zeigten, wie ich glaube sagen zu dürfen, in wissenschaftlich einwandfreier Weise die Grenzen dessen, was durch die ausschließliche Tätigkeit des Heizers erreicht werden kann, bzw. welcher beschränkter Wert dem durch das alte Sprichwort: „Ein guter Heizer ist die beste Rauchverbrennung“ gekennzeichneten Standpunkt tatsächlich zukommt. Sie lieferten einen klaren Einblick in die Abhängigkeit der Vollkommenheit der Verbrennung von den Luftzufuhrverhältnissen, sowie im Zusammenhang damit besonders in den Wert der Oberluftzufuhr und erbrachten den Nachweis, daß unvollkommene Verbrennung in den allermeisten Fällen nur auf den Mangel an Luft, bzw. auf die zu gewissen Zeiten entweder örtlich oder in allen Teilen der Feuerung vorhandenen Verschiedenheiten des Verlaufes von Luftbedarf und Luftzufuhr zurückzuführen ist und daß demgegenüber die Temperaturverhältnisse bei weitem nicht die Rolle spielen, die ihnen lange Zeit zugeschrieben wurde. Die Versuche ergaben ferner einen längst erwünschten sichereren Einblick in den Zusammenhang der Rauchentwicklung bei der Verbrennung mit der Ausnutzung der Brennstoffe und setzten die den Kernpunkt der Rauchfrage bildende Tatsache ins rechte Licht, daß es um so schwieriger ist, rauchfreie Verbrennung herbeizuführen,

je wirtschaftlicher diese sein soll, d. h. mit je geringerem Luftüberschuß sie herbeigeführt werden muß. Sie zeigten demgegenüber, daß Luft im Übermaß nur die Ausnutzung beeinträchtigt, die Vollkommenheit der Verbrennung aber im allgemeinen begünstigt, und daß es um so leichter ist, rauchfreie Verbrennung herbeizuführen, je größer innerhalb der praktisch überhaupt in Frage kommenden Grenzen der Luftüberschuß ist, bzw. je weniger Wert auf die Ausnutzung gelegt wird. Auch in bezug auf den Einfluß der Rostbeanspruchungs-Verhältnisse ergaben sie in verschiedener Hinsicht eine Verschiebung der bis dahin geltenden Anschauungen. In ihrer Ausdehnung auf die Feuerungen mit selbsttätiger Rostbeschickung endlich lieferten sie für die Beurteilung des Wertes dieser Feuerungen gleichfalls sicherere Grundlagen.

Erwähnt sei an dieser Stelle, daß die Möglichkeit der Durchführung dieser Versuchsarbeiten, welche außer der Einrichtung einer Versuchsstation auch noch weiterhin ganz erhebliche Aufwendungen notwendig machten, in erster Linie dem Entgegenkommen der Hamburger Industrie, insbesondere der Firma Blohm & Voß zu danken ist, auf deren Werft dem Verein eine Versuchsstation errichtet wurde, sowie der Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie, welche dem Verein zur Durchführung eines Teiles dieser Arbeiten einen namhaften Betrag zur Verfügung stellte.

Die Ergebnisse des größeren Teiles dieser Versuche sind in meinem Bericht „Feuerungsuntersuchungen des Vereines für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg“, erschienen im Verlag von Julius Springer, Berlin 1906, niedergelegt, während über die später durchgeführten Arbeiten zur Hauptsache in den verschiedenen Jahresberichten des obigen Vereines (zu beziehen durch die Buchhandlung von Boysen & Maasch, Hamburg), sowie in seinen sonstigen Veröffentlichungen berichtet ist. Eingehenden Aufschluß über die Fragen, um deren Klarstellung es sich handelte, sowie über die Veranlassung zur Gründung des Hamburger Vereines und die Art und Weise, wie die Durchführung der von diesem übernommenen Aufgabe in die Wege geleitet wurde, gibt auch der von mir im Jahrgang 1905 der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, S. 20 u. f., veröffentlichte Aufsatz „Die Rauchfrage, die Beziehungen zwischen der Rauchentwicklung und der Ausnutzung der Brennstoffe und die Mittel und Wege zur Rauchverminderung im Feuerungsbetrieb“. In die vorliegende Neuauflage sind die wichtigsten Ergebnisse aller dieser Arbeiten auszugsweise übernommen. Sie führten zusammen mit dem inzwischen auch von anderen Seiten vorgenommenen erfolgreichen Eindringen in die noch der Aufklärung bedürftigen Teile dieses Gebietes, sowie mit dem seit dem Erscheinen der ersten Auflage eingetretenen erheblichen Fortschritt im Bau der Feuerungseinrichtungen selbst, besonders derjenigen mit selbsttätiger Beschickung, zu der Notwendigkeit, die vorliegende zweite Auflage einer durchgreifenden Neubearbeitung zu unterziehen.

Da mir hierzu infolge des inzwischen eingetretenen Wechsels meiner Berufstätigkeit die Zeit fehlte, so übernahm diese Aufgabe in entgegenkommender Weise der Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg und es erfolgte demgemäß die Neubearbeitung im Einverständnis mit mir durch die Herren Oberingenieur E. Nies und Ingenieur M. Göhner dieses Vereines. Dadurch wurde es möglich, auch die Ergebnisse des Teiles der vorstehend aufgeführten Versuchsarbeiten, die nach meinem Ausscheiden aus obigem Verein (1905) durchgeführt wurden, sowie die durch die Tätigkeit des letzteren bis heute gesammelten wertvollen Erfahrungen in ihrem ganzen Umfange für das vorliegende Werk nutzbar zu machen.

Der Neuauflage ist das der ersten Auflage beigegebene Begleitwort wieder vorangestellt, aus welchem die Entwicklungsgeschichte des Buches zu entnehmen ist. Dieses Begleitwort gibt

auch den damaligen Stand der Frage der Rauchbelästigung wieder. Vergleicht man damit den Inhalt der zweiten Auflage, so wird es nicht schwer sein, zu erkennen, inwieweit inzwischen ein Fortschritt auf diesem Gebiete eingetreten ist. Möge daher auch diese zweite Auflage dem von der ersten erstrebten Zwecke weiter dienen und einen noch sichereren Wegweiser durch das Gebiet der Dampfkesselfeuerungen abgeben, als es die erste sein konnte.

Magdeburg, im Juli 1910.

F. Haier.

Nachdem der Verein deutscher Ingenieure im Sommer 1906 im Einvernehmen mit Herrn Oberingenieur Haier den Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg mit dem Auftrage betraut hat, das Werk „F. Haier, Dampfkesselfeuerungen zur Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung“ in zweiter Auflage zu bearbeiten, kann diese Neubearbeitung nunmehr der Öffentlichkeit übergeben werden. Wenn sie später erscheint, als ursprünglich in Aussicht genommen war, so möge beachtet werden, daß schon die Sammlung von Unterlagen aus dem umfangreichen Gebiet viel Zeit beanspruchte. Sodann hat unsere anderweitige Inanspruchnahme und die besondere Sorgfalt, die vom Verein deutscher Ingenieure auf die Herstellung der Figuren verwendet wurde, die Herausgabe zurückgehalten.

In der Gliederung lehnt sich die zweite Auflage an die erste an, dagegen sind die einzelnen Abschnitte nach inzwischen gewonnenen neuen Gesichtspunkten bearbeitet worden. Schon aus der Einleitung geht hervor, daß entsprechend der eingetretenen Erweiterung der diesbezüglichen Erkenntnis insbesondere die Wirkungsweise der Feuerungen in wirtschaftlicher Hinsicht eingehender behandelt werden konnte. In diesem Sinne schien es auch geboten, umfassende Erörterungen über die Beziehungen zwischen der Rauchentwicklung und der Ausnutzung der Brennstoffe einzufügen.

Wie Herr Oberingenieur Haier bereits hervorhob, haben hauptsächlich die Erfahrungen, die unser Verein im Laufe einer achtjährigen Tätigkeit zu sammeln Gelegenheit hatte, die Grundlage für die Neubearbeitung des Werkes gegeben. Wichtig war es uns, die eigenen Anschauungen über die einzelnen Einrichtungen möglichst durch erschöpfende Versuchsergebnisse zu belegen. Soweit solche Ergebnisse nicht von den Arbeiten unseres Vereines herrühren, sind sie ohne Kürzung in das Werk übernommen worden; bei älteren Versuchen erschien es angebracht, die Dampfwärme einheitlich nach den neueren Werten für die spezifische Wärme des überhitzten Wasserdampfes von Knoblauch und Jacob umzurechnen. Dabei ließen wir uns angelegen sein, nur solche Versuche aufzunehmen, deren Durchführung derart war, daß die Ergebnisse in sich auf ihre Richtigkeit geprüft werden können und den Leser selbst ein Urteil über den Grad ihrer Zuverlässigkeit gewinnen lassen. Da sich die Versuchsergebnisse — soweit es sich nicht ausdrücklich um Vergleichsversuche handelt — auf ganz verschiedenartige Betriebsverhältnisse beziehen, so wäre es natürlich falsch, z. B. die Höhe der mit den einzelnen Bauarten erzielten Ausnutzungsziffern in unmittelbarem Vergleich zu einander zu stellen.

Feuerungen, die sich entweder nicht bewährt haben oder deren Bedeutung zurückgegangen ist, sind nur so weit erwähnt, als es für einen Überblick über die Entwicklung des Gebietes nötig erschien; wichtigere Konstruktionen konnten dafür eingehend behandelt werden, ohne daß der vorgesehene Umfang der neuen Auflage überschritten wurde. Der

breite Raum, der den Einrichtungen für selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr am periodisch beschickten Planrost und besonders den Feuerungen mit selbsttätig ununterbrochener Beschickung gewährt wurde, kennzeichnet die Richtung, in der sich seit dem Erscheinen der ersten Auflage die Feuerungstechnik entwickelt hat. Dem Zweck des Buches entsprach es, nur Dampfkesselfeuerungen zu behandeln. Diese nehmen an der gesamten Rauchentwicklung zweifellos einen beträchtlichen Anteil, wenn schon an vielen Orten andere Rauchquellen, wie die zahlreichen Hausfeuerungen und die mannigfachen industriellen und gewerblichen Feuerungen, überwiegend sind. Manches aus dem hier behandelten Stoff läßt sich indessen auch für eine sinngemäße Verallgemeinerung verwerten.

Die Figuren wurden auf Anregung des Vereines deutscher Ingenieure in den Text aufgenommen; damit hat das Werk in seiner äußeren Anordnung eine Änderung erfahren, die dem Studium zustatten kommen wird. Von den einschlägigen Fachkreisen sind uns Unterlagen, nach denen der Verein deutscher Ingenieure die Zeichnungen für die Figuren anfertigen ließ, bereitwilligst überlassen worden. Allen, die dadurch die Sache gefördert haben, sprechen wir aufrichtigen Dank aus. Möge das Werk in der vorliegenden neuen Gestaltung zur weiteren Klärung des Gebietes beitragen und seinen Weg wieder in die Kreise finden, die das Buch in der ersten Auflage schätzen gelernt haben.

Hamburg, im Juli 1910.

E. Nies. M. Göhner.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Die Vorgänge bei der Verbrennung.	
Entstehung und Ursachen der Raumentwicklung in den Feuerungen im allgemeinen	7
Beziehungen zwischen Raumentwicklung und Brennstoffausnützung	11
I. Die einfache Planrostfeuerung.	
Die allgemeinen Bedingungen für vollkommene, rauchfreie Verbrennung auf dem einfachen Planrost	31
Bedienung, Bau und Betrieb des Planrostes	35
Vorfeuerung	47
Unterfeuerung	50
Innenfeuerung	52
II. Besondere Einrichtungen an der von Hand beschickten Planrostfeuerung.	
A. Einrichtungen, welche bezwecken, die Störungen des Feuers durch das Beschicken, Schüren und Abschlacken dadurch zu vermindern, daß sie das Öffnen der Feuertür beschränken.	
Kohlensaufschütter von Strupler	54
Thost-Cario-Feuerung	55
Feuerungen von Steinau & Witte, und Lembke & Reichmeister	57
Feuerung von Hochmuth	57
Feuertür von Holdinghausen, Handschaufel von Melville, Feuertür von Martin & Co., Schür- und Schlackenbrechvorrichtung von Kudlicz	58
Hohlrost von Mehrtens	58
B. Einrichtungen, durch welche beim Öffnen der Feuertür der Zug vermindert wird.	
Einrichtungen der Rheinischen Apparate-Bau-Anstalt in Brühl, von Jacques Piedboeuf, Aachen, und W. Büttner, Düsseldorf	59
C. Vorrichtungen zur Regelung des Zuges.	
Zugregler von C. W. Strauß, Th. Speckbötel, O. Hörenz usw.	60
D. Feuerungen mit veränderlicher Größe der Rostfläche	62
Einrichtung von Müller & Korte	63
Einrichtungen der Braunschweigischen Maschinenbau-Anstalt, von Adolf A. Müller, Brettschneider und von Lewicki	63
Veränderliche Rostfläche an Lokomotivfeuerungen von Krauss & Co.	64
E. Wärmespeicher im Verbrennungsraum.	
Übergeschobene Gewölbe, verlängerte Feuerbrücken, Flammrohreinsätze, Gitterkörper, mit Glühkörpern belegte Roste usw.	64
Feuerung von Adam	65
Flammrohreinsatz von C. W. Fouqué, Flammverteiler Abundex	66
F. Anordnung zweier Roste mit abwechselnder Beschickung und gemeinsamer Gasabführung.	
Feuerungen von C. Haage, H. v. Reiche, A. Rotter	67
G. Feuerungen, bei denen ein Teil der Luft, welcher in der Regel vorher erwärmt wird, vor, über oder hinter dem Rost den zu verbrennenden Gasen unmittelbar zuströmt.	
Einrichtung von H. Th. Klose, Heißluftfeuerbrücke von O. Thost	71
Seitenroste von Chr. Dieterle, Fr. Hochmuth, W. Paul und C. A. Lepper	72
Feuerbrücken von Chubb, Masch.-Fabrik Cyclop Mehlis & Behrens, O. Thost, W. Büttner	74
Einrichtungen von H. Untiedt, W. Dürr, Pfeiffer & Wolz, M. Thesing	74
Einrichtung von Lewicki	75

	Seite
Oberluftzufuhr von J. A. Topf & Söhne	77
Oberluftzufuhr von H. Kowitzke & Co.	77
Oberluftzufuhr von E. J. Schmidt	78
Oberluftzufuhr von C. W. Stauß; vom Werk für Feuerungstechnik (Langenbach)	86
Storbeck-Feuerung	87
Feuerung von Bagge	87
Feuerung von Schulz-Knaut	88
Einrichtung von Wardzinski	89
H. Feuerungen mit zeitweiliger Oberluftzufuhr, die durch einen Dampfschleier verstärkt wird.	
Feuerung von Fr. Marcotty	92
Feuerung von Staby	97
Verbrennungsregler von Mederer	99
Einrichtung von Ganz & Co.	102
Einrichtung von Müller & Korte	103
Vorrichtungen von E. Buchholtz, Hollrieder und Orvis	104
J. Unterwind-Feuerungen	105
Thostsche Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung	107
Körtingsche Dampfduße	107
Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung von Müller & Korte	108
Unterwind-Feuerungen von J. Kudlicz und J. A. Christoph	108
Wiltons Patent-Feuerung	111
Perret-Feuerung	112
Griesel-Feuerung von Adolf F. Müller	112
Feuerung von Wiedenbrück & Wilms	112
Gebälse-Feuerung von Howden	113
Mischgas-Feuerung Patent Ott	113
Wasserstaub-Feuerung von Bechem & Post	114
Hydro-Wirbel-Feuerung der Gesellschaft für industrielle Feuerungs-Anlagen	114
III. Feuerungen, bei welchen versucht wird, die Verbrennung derart zu leiten, daß Störungen durch die periodisch erfolgende Beschickung ausgeschlossen sind	116
Ruthel-Feuerung	117
Patent-Schüttrost von Fränkel & Co.	117
Muldenrost-Feuerungen von J. A. Topf & Söhne, R. Müller	118
Wehrfeuerung von W. Wilmsmann	119
Scherrer-Rost, Feuerung von de Streens	119
Hawley-Niederzug-Feuerung	120
Feuerung von Munning & Fritzsche	121
Feuerung von Orvis	121
Korbrost-Feuerung von Donneley	122
Korbrost-Feuerung von L. H. Thielmann	125
Langenscher Etagenrost	125
Stroganoff-Feuerung	127
IV. Feuerungen mit ununterbrochener Beschickung ohne Kraftbetrieb.	
Verbrennung der Kohle auf einem geneigten Rost, wobei die Beschickung infolge des Eigengewichts selbsttätig aus einem Fülltrichter erfolgt.	
A. Allgemeines	128
B. Treppenrostfeuerungen.	
Treppenrost von F. Münter	131
Schüttfeuerungen mit Treppenrost von J. A. Topf & Söhne	133
Treppenrostfeuerungen für ausziehbare Lokomobilkessel von Thost, Zwickau u. R. Wolf, Magdeburg	136
Treppenrost von Schulz	139
Treppenrost-Feuerung der Maschinenfabrik Buckau	140
Treppenrost-Feuerung von Völcker (Keilmann & Völcker, Bernburg)	140
Halbgasfeuerung von Reich	142
Einbecker Stufenrost	144
Münchener Stufenrost	144
Stufenrost-Feuerung von Dürr	145
Treppenrost von Ebert	148

C. Schrägrostfeuerungen.

Tenbrink-Feuerung	149
Lokomotiv-Feuerung von Tenbrink (F. C. Glaser, W. Lönhold, Ramsbottom)	156
Tenbrink-Innen- und Außenfeuerung der Maschinenfabrik Eßlingen und G. Kuhn, Stuttgart-Berg	157
Schrägrost-Feuerung von G. Kuhn	160
Schrägrost-Feuerung von Burlet	160
Schrägrost-Feuerung von Göhrig & Leuchs	162
Schrägrost-Feuerung von Rochow	163
Schrägrost-Feuerung von G. Kuhn mit abgebogenen Rostenden	164
Einrichtungen von Ritz & Schweitzer	164
Schrägrost der Maschinenfabrik Eßlingen-Kuhn mit Schlackenabfuhr	164
Menner-Rost	165
Schlackenabfuhrer von Wilkinson	166
Kraftsche Einschubplatte	166
Schrägrost-Feuerung von Kemmerich	167
Schrägrost-Feuerung von Marr	168
Schrägrost-Feuerung von Schmelzer-Lauber	169
Schrägrost-Vorfeuerung von Thost	170
Wiltons Patentfeuerung	171
Regulier-Schüttfeuerung von J. A. Topf & Söhne	171
Schrägrost-Feuerung von Walter Dürr	172
Feuerungen von H. Schomburg	173
Schrägrost-Lokomotivfeuerung von J. A. Maffei	175
Schrägrost-Feuerungen mit veränderlicher Größe der Rostfläche.	
Feuerung von G. W. Kraft, Dresden-Löbtau	175
Feuerung von F. Hochmuth, Dresden	178

V. Feuerungen mit ununterbrochener Beschickung mittels Kraftbetriebes.

A. Allgemeines	180
B. Verbrennung auf Rostbahnen mit wagerechter oder nur schwach geneigter Längsachse.	
1. Vorrichtungen, welche den Brennstoff gleichmäßig über den Rost streuen sollen.	
Wurfvorrichtungen mit umlaufenden Wurfädern.	
Leach-Feuerung	184
Wurfrad-Einrichtung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg	189
Wurfrad-Einrichtung von Schmidt	189
Wurfrad-Einrichtung von Whittacker	190
Columbus-Rostbeschicker	191
Wurfvorrichtungen mit schwingender Wurfschaufel.	
Münckner-Feuerung	193
Weck-Feuerung	202
Einrichtungen von Proctor, Bennis, Meldrum, Triumph Stoker, Ltd.	202
Wurfeinrichtung der Dingerschen Maschinenfabrik	207
Katapult-Feuerung von J. A. Topf & Söhne	209
Wurfeinrichtung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg	211
Wurfeinrichtung der Roßweiner Maschinenbau-Anstalt	211
Beschickungs-Einrichtung von Hofmann	216
Beschickungs-Einrichtung für Lokomotiven von Kincaid	216
Wurfeinrichtungen mit Kohlenbrecher.	
Beschickungs-Einrichtung von Axer	217
Beschickungs-Einrichtung von Seyboth	221
Beschickungs-Einrichtung von Thost	224
2. Vorrichtungen, bei welchen der Brennstoff vorn aufgegeben und allmählich nach hinten befördert wird.	
a) Bewegte Roste	227
Sparfeuerung Düsseldorf	229
Meldrums Koker-Stoker	233
Vicars Mechanical Stoker	234
Proctors Coking Stoker	235

	Seite
b) Wanderroste (Kettenroste)	235
Kettenrost-Feuerung der Deutschen Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke	238
Wanderrost von H. Zutt (Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Akt.-Ges.)	244
Kettenrost von L. & C. Steinmüller	247
Wanderrost von Petry-Dereux	249
Kettenrost der Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik vorm. Dürr & Co.	249
Kettenrost der Rheinischen Dampfkessel- und Maschinenfabrik Büttner	252
Kettenrost der Maschinenfabrik Buckau	253
Kettenrost von Bennis & Co.	254
Kettenrost von Green & Son	254
Kettenrost des Röhrenwerks Herrenhütte A. Hering	254
Wanderrost von E. Bousse	255
Wanderrost der Maschinenfabrik Stephan Röck	256
3. Vorrichtungen, durch welche der Brennstoff von unten zugeführt wird	258
Helix-Furnace-Feeder	259
Unterbeschickung Amerikas	260
Unterschub-Feuerung der Guilleaume-Werke	260
Amerikanische Unterbeschickung	262
Unterschub-Feuerung der Underfeed Stoker Co.	264
Feuerung von L. Schultz und B. Röber	272
Unterschub-Feuerung von C. Wegener	274
Unterbeschickungs-Feuerung Ignis	281
C. Verbrennung auf stark geneigten Rostbahnen.	
Walzenrost-Feuerung Piontek	282
Rieselrost der Rheinischen Röhrendampfkesselfabrik A. Büttner & Co.	284
Bewegter Schrägrost von A. Hofmann	285
Feuerung von H. Untiedt	287
Feuerung von Murphy	288
Lokomotiv-Feuerung von Krauss & Co.	289
Treppenrost-Feuerung von W. R. Roney	289
Wanderrost von Bousse	290
Ketten-Doppelschrägrost von A. Hofmann	291
VI. Feuerungen für Brennstoffe in besonderer Form.	
A. Kohlenstaubfeuerungen.	
Kohlenstaub-Feuerung von Wegener	299
Kohlenstaub-Feuerung von Schwartzkopff	300
Kohlenstaub-Feuerung von Pinther	300
Kohlenstaub-Feuerung von Ruhl	301
Kohlenstaub-Feuerung von Unger	303
Kohlenstaub-Feuerung von Riedeberg	304
Kohlenstaub-Feuerung von de Camp	305
Kohlenstaub-Feuerung von Hoch	313
B. Gasfeuerungen	314
C. Feuerungen für flüssigen Brennstoff	317
Sachregister	318

Einleitung.

Das örtliche Zusammenfallen der fortwährenden Zunahme von Feuerstellen, welche zu Rauchbelästigungen und -schäden Anlaß geben, mit der Vermehrung der Wohn- und Arbeitsräume in großen Städten macht die Rauchfrage zu einer Angelegenheit von allgemeiner und außergewöhnlicher Bedeutung. Der Umfang derjenigen Bevölkerungskreise, welche unter der Rauchentwicklung zu leiden haben, ist dauernd gewachsen. Außerdem sind aber auch die mit dieser Frage verbundenen Erwägungen wirtschaftlicher Natur so wichtiger Art, daß die Rauchbekämpfung nicht nur die Aufmerksamkeit jedes Bewohners von Großstadt und Industriebezirk, sondern auch des Besitzers jeder größeren Feuerungsanlage in Anspruch nimmt.

Wenn auch nicht die Technik die Frage zu lösen hat, inwieweit die aus den Feuerungen abströmenden Stoffe, seien es Produkte einer vollkommenen oder unvollkommenen Verbrennung, durch Verunreinigung der Luft und durch Begünstigung der Nebelbildung nachteilig auf den Lebensprozeß der verschiedenen Organismen einwirken, so steht doch fest, daß etwaige Schädigungen um so geringer sind, je vollkommener die Verbrennung vor sich geht. Die bei unvollkommener Verbrennung entstehenden und mit den entwickelten Gasen in fein verteiltem Zustand abziehenden, mehr oder weniger festen Stoffe, welche kurz als Rauch bezeichnet werden, sind in Gemeinschaft mit der etwa ausgeworfenen Flugasche geeignet, Behaglichkeit und Annehmlichkeit des Lebens empfindlich zu stören. In Gebieten, in welchen zahlreiche Feuerstellen mit besonders zur Rauchbildung Anlaß gebenden Brennstoffen betrieben werden, besteht zum mindesten größere Neigung zur Nebelbildung, wodurch die belebende Kraft des Sonnenlichtes geschwächt wird. Der Nebel wiederum verdichtet den Rauch und Ruß und begünstigt die Aufnahme schwebender Bestandteile in die Lungen. Städte erhalten ein düsteres Aussehen, und nicht selten trifft durch Beschmutzen von Kunstwerken, Gebäuden, Wohnräumen, Kleidern usw. deren Besitzer eine empfindliche Schädigung, sei es, daß eine dauernde Entwertung der Gegenstände eintritt, oder daß ihre Reinigung erhebliche Kosten verursacht.

Bestätigen die von medizinischer Seite angestellten Forschungen¹⁾ den dem Rauch zugeschriebenen nachteiligen Einfluß auf die Atmungsorgane, so bilden auch hygienische Forderungen einen wichtigen Faktor für die Berechtigung einer nachdrücklichen Rauchbekämpfung.

1) Gutachten der Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen, dem preußischen Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten erstattet am 12. Dezember 1900, s. Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins 1902, S. 33—34. — Reports, read of Conference on Smoke Abatement, London 1905, Journal of The Royal Sanitary Institute Vol. XXVII 1906. — Dr. Ascher, Königsberg, Der Einfluß des Rauches auf die Atmungsorgane. — Report of the Syracuse Chamber of Commerce, Syracuse U. S. A. 1907, upon Smoke Abatement. — Dr. Gemünd, Aachen, Die Beurteilung der Intensität der Rauch- und Rußplage unserer Städte mittels des Aitkenschen Staubzählers. Gesundheits-Ingenieur 1907, S. 21 u. ff. — Dr. Kister, Gesundheits-Ingenieur 1909, S. 841 u. ff.

Infolge der zahlreich erhobenen Klagen und Beschwerden seitens der Bevölkerung wurden die Behörden vielfach veranlaßt, sich der Sache anzunehmen und zu versuchen, durch polizeiliches Einschreiten, Erlaß von Rauchverboten oder bestimmten gesetzlichen Vorschriften dem Übel Einhalt zu tun.¹⁾

Allein abgesehen davon, daß dieses Vorgehen auf gesetzlichem Wege sich immer nur einseitig gegen die Feuerungen der Dampfkessel richtete²⁾, blieben alle derartigen Verbote ohne nennenswerten Erfolg. Eine solch allgemeine Behandlung der Rauchfrage hat sich bis jetzt als praktisch undurchführbar erwiesen, da es nicht möglich ist, den vielgestaltigen, für das rauchfreie Arbeiten einer Feuerung in Betracht kommenden Bedingungen in einer allgemein gültigen Norm, in der ein Rauchverbot immer gefaßt werden muß, gebührend Rechnung zu tragen, selbst wenn man in bezug auf die Verhütung von Rauch nur die industriellen Betriebe zur Verantwortung ziehen und von den unterschiedlichen sonstigen Feuerungsanlagen absehen will. An der einschneidenden Bedeutung der verwickelten Verhältnisse des einzelnen Betriebes scheidet jede einheitlich gedachte Regelung und der Erfolg ist nur der, daß solche Maßnahmen bald entweder umgangen oder wenigstens in ihrer Durchführung in einer Weise abgeschwächt werden, welche einen bemerkenswerten Erfolg bezüglich der Rauchverhütung ausschließen. In dieser Hinsicht ist nicht zu übersehen, daß eine gesetzliche Verordnung, die nicht überall und allgemein zur Geltung gebracht werden kann, und von deren Anwendung aus zwingenden technischen Gründen oft gerade da, wo sie am notwendigsten wäre, Abstand genommen werden muß, nur geeignet ist, den angestrebten Fortschritt aufzuhalten.

In vielen Fällen nehmen indessen auch die verbreiteten Feuerungen der Kleinindustrie, des Gewerbestandes (insbesondere der Bäckereien), des Haushaltes und des Verkehrswesens (Lokomotiven und Schiffe) einen erheblichen Anteil an der Rauchschädigung und -belästigung. Wenn schon bei den Feuerungen der Industrie die Vielgestaltigkeit der Feuerungsanlagen überhaupt und die Verschiedenheit der verfügbaren Brennstoffe die Maßnahmen zur Rauchverhütung außerordentlich verwickelt erscheinen lassen, so erschwert die Mannigfaltigkeit, welche die Haus- und kleingewerblichen Feuerungen zeigen, eine erfolgreiche Einwirkung deshalb noch mehr, weil die im Feuerungsbetrieb ungeschulte Bevölkerung, welcher die Wartung der zahlreichsten aller Feuerungen anvertraut ist, wenig Interesse und Verständnis für die hier in Betracht kommenden Fragen besitzt.

Vielfach wird die Anordnung und Ausführung der Feuerungsanlagen als etwas Nebensächliches betrachtet, und es ist hierin wesentlich der Grund zu suchen, weshalb bei unseren Haus- und gewerblichen Feuerungen so viele mangelhafte Anlagen gefunden werden. Man darf wohl sagen, daß in dieser Richtung bei Genehmigung von Groß- und Kleinfeuerungen noch viel gefehlt wird, denn solange bei den neu erstehenden Anlagen der Hebel nicht angesetzt wird, ist das Durchdringen fühlbarer Fortschritte von Grund aus behindert.

Als wichtigster Schritt zur Minderung der Rauchplage ist es geboten, zunächst das Übel da anzufassen, wo die besten und schnellsten Erfolge in Aussicht stehen. Zweifellos

¹⁾ In England, wo schon frühzeitig eine kräftige Industrie sich entwickelt hatte, machte sich bereits im 17. Jahrhundert eine starke Bewegung gegen die Rauchbelästigung geltend (s. R. Weinlig, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1884, S. 915). Polizeiliche Erlasse, die jedoch ohne Erfolg blieben, sind dort wie auch in Frankreich schon seit den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zu finden sind (s. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1882, S. 42 u. ff. C. Bach und 1884, S. 915 u. ff. R. Weinlig, ferner Gewerblich-Technischer Ratgeber 1906, S. 353 u. ff. Konrad W. Jurisch.)

²⁾ Der Anteil der kleingewerblichen und Hausfeuerungen scheint nach neueren Forschungen in vielen Städten überwiegend zu sein.

fällt ein großer Teil der Rauchbelästigung seitens der Fabrikschornsteine solchen Umständen zur Last, deren weitgehende Besserung durchaus erreichbar ist, sei es, daß mangelhafte oder ungeeignete Einrichtungen, Sorglosigkeit der Heizer oder Mangel an Vertrautheit derselben mit dem Betrieb der Feuerungen oder gar das Zusammenwirken dieser Umstände die Schuld tragen. Besonders im letzten Falle kann nicht nur an Rauchentwicklung, sondern auch an Kohlenverschwendung außerordentlich viel geleistet werden. Die Betriebsleitung wird zwar im allgemeinen selbst Anstrengungen machen, die Brennstoffvergeudung nach Vermögen einzudämmen, dagegen für die Rauchverhütung häufig gar kein oder nur wenig Verständnis zeigen. Letzteres muß durch eine offene und eingehende Behandlung der Rauchfrage seitens der Behörden und der berufenen Fachleute erst geweckt und dem Bewußtsein zum Durchbruch verholfen werden, daß bei den heute vorliegenden Möglichkeiten es auch auf diesem Gebiete dem einzelnen zur Pflicht gemacht werden kann, den Interessen der Allgemeinheit gebührend Rücksicht zu tragen.

Das Vorgehen darf aber, sofern es aussichtsreich sein soll, nur schrittweise und mit voller Rücksichtnahme auf die in Betracht kommenden Besonderheiten jedes Betriebes erfolgen. Ein einfaches Vorschreiben bestimmter Brennstoffsorten oder Feuerungseinrichtungen führt nicht zum Ziel. Es genügt selbst nicht, wenn brauchbare Einrichtungen vorhanden sind; diese müssen auch den besonderen Verhältnissen jeweils angepaßt sein; sie müssen ferner richtig behandelt und namentlich sachgemäß überwacht werden. Die Berücksichtigung dieser Erfordernisse hat die größte Bedeutung für den ganzen Erfolg.

Am meisten wird zu erreichen sein, wenn zwischen der Behörde und der Industrie ein sachverständiger Vermittler steht, der frei von jedem Sonderinteresse die Besitzer der Feuerungsanlagen in der Auffindung und Anwendung von Maßnahmen zur Verhütung des Rauches unterstützt. In Fällen, in welchen das Verständnis für die Berechtigung seiner Bemühungen fehlt, wird allerdings die Behörde seinem Eingreifen den nötigen Nachdruck verleihen müssen. Ein solcher Eingriff dürfte natürlich nur auf Grund von ganz bestimmten Vorschlägen des mit den jeweiligen Verhältnissen des Einzelfalles gründlich vertrauten Sachverständigen stattfinden, die den Erfolg auch tatsächlich hinreichend sicherstellen, nicht aber in einer Weise, welche diesen dem Eingeweihten von vornherein als ausgeschlossen erscheinen läßt. In dieser Hinsicht hat sich beispielsweise der Zusammenschluß von Feuerungsbesitzern der Hamburger Industrie für eine rasche und gründliche Wirksamkeit sehr förderlich erwiesen. Ein solches Vorgehen dürfte auch für andere Orte vorbildlich werden¹⁾ und verspräche ohne Zweifel noch mehr Aussicht auf Erfolg, wenn es durch einen auf Vertrauen gegründeten behördlichen Rückhalt gestützt würde in ähnlicher Weise, wie ihn z. B. hinsichtlich der für die Betriebssicherheit in Frage kommenden Maßnahmen die Organe der Dampfkesselüberwachung besitzen. Selbstverständlich und sehr wichtig ist das Recht der Einwirkung auf Neuanlagen, damit die Behörde bei neu zu erstellenden Feuerungen nur noch solche Einrichtungen genehmigt, welche dem heutigen Stande der Feuerungstechnik gerecht werden und einen rauchfreien oder wenigstens rauchschwachen Betrieb in der Tat möglich machen. Die Beamten eines solchen vermittelnden Instituts stehen mit den einzelnen Betrieben so eng in Fühlung, daß es ihnen bei der dadurch erlangten Kenntnis der Betriebseigentümlichkeiten nicht schwer fällt, hinsichtlich der Maßnahmen zur Einschränkung der Rauchentwicklung unter vollständiger Würdigung der in jedem Falle vorliegenden Sonderverhältnisse das Richtige zu treffen. Der Besitzer der Anlage genießt also den Vorteil, daß er nicht der Gefahr kostspieligen Experimentierens ausgesetzt

¹⁾ s. S. 6.

wird, und nebenbei bietet dieser Weg, wenn es auch in vielen Fällen nicht zu umgehen sein wird, gewisse Einrichtungen zu verlangen, für die Industrie den weiteren unbedingten Vorzug, daß gleichzeitig der Erzielung möglicher Ausnutzung des Brennstoffes volle Aufmerksamkeit geschenkt und dem Betriebsinhaber eine Gewähr geboten wird, daß alle Verhältnisse gebührende Berücksichtigung erfahren. Außerdem steht ihm in allen Fragen des Feuerungsbetriebes jederzeit sachverständige Hilfe zu Gebot, seine Anlage wird auch in bezug auf die Ausnutzung regelmäßig nachgesehen, und sein Personal findet immer wiederkehrende Anleitung und Unterweisung.

Mit der zuweilen angestrebten Erstellung hoher Schornsteine kann wohl der Verunreinigung der Atmungsluft durch die gasförmigen Produkte der Verbrennung teilweise entgegengetreten werden; auch läßt sich die durch den Rußauswurf entstehende Belästigung der unmittelbaren Nachbarschaft mildern und auf die weitere Umgebung verteilen. Es ist jedoch darin kein durchgreifendes Mittel zu erkennen, das geeignet wäre, die Entstehungsursache des Rauches aus der Welt zu schaffen. Nur wenn infolge der mit einem hohen Schornstein erzeugten starken Zugwirkung die Feuerung mit einem durchschnittlich großen Luftüberschuß betrieben wird, kann — mit erhöhtem Brennstoffaufwand — ein günstiger Einfluß auf die Rauchentwicklung vorhanden sein.

Der bei vollkommener und unvollkommener Verbrennung namentlich bei manchen Braunkohlensorten auftretenden Belästigung durch Flugasche, läßt sich in den meisten Fällen durch geeignete Vorrichtungen begegnen. Diese beruhen zur Hauptsache darauf, daß die Feuerzüge und auch der Fuchs oder Schornsteinfuß Erweiterungen erhalten, welche eine Verlangsamung des Gasstroms und dadurch ein Niederfallen und Zurückhalten der festen Bestandteile nötigenfalls unter Anordnung besonderer Absonderungsvorrichtungen bezwecken. Ebenso kann bei niedrigen Schornsteinen, z. B. an Lokomotiven und an Lokomobilen sowie bei Holzfeuerungen, die Anwendung von Funkenfängern zum Schutz gegen den Auswurf von glimmenden und verkohlten Teilen zweckdienlich sein.

Anders liegen die Verhältnisse bezüglich des bei der unvollkommenen Verbrennung entstehenden Rauches. Bei den Schornsteinen der Haushaltungen lassen sich Belästigungen wohl dadurch mildern, daß man die Heizzüge wie auch den Schornstein in angepaßten Zeiträumen vollständig reinigt. Für größere Schornsteine wurde außerdem der Gedanke einer Waschung der Rauchgase zur Ausscheidung fester Verbrennungsprodukte wiederholt aufgegriffen; eine beachtenswerte Bedeutung kann indessen derartigen Vorkehrungen nicht zukommen, da sie das Übel nicht an der Wurzel anfassen.

Das einfachste Mittel, das Auftreten von Rauch zu vermeiden, wäre die Verwendung von solchen Brennstoffen, die wenig oder gar keine flüchtigen Bestandteile enthalten und daher ohne weiteres immer rauchschwach oder rauchfrei verbrennen. Leider ist deren Verwendbarkeit beschränkt. Abgesehen davon, daß diese Brennstoffe nicht in genügender Menge vorhanden sind, versagen sie in den verbreitetsten Fällen, in welchen der Wärmebedarf zeitlich größeren Schwankungen unterliegt. Bei ihrer Verwendung ist nicht nur die Brenngeschwindigkeit selbst, sondern auch deren Regelungsfähigkeit verhältnismäßig eng begrenzt. Die Industrie kann sich unmöglich auf die ausschließliche oder auch nur auf die vorwiegende Verheizung von gasarmen Brennstoffen beschränken, weil — abgesehen vom Kostenpunkt und dem zuweilen vorliegenden Bedürfnis einer langen Flamme — gasreichere Kohlen im allgemeinen betriebstechnisch wertvoller sind als gasarme.

Der Umstand, daß die in hohem Grade in Betracht kommenden wirtschaftlichen Rücksichten nicht übersehen werden dürfen, erschwert überhaupt die Behandlung der vorliegenden

Frage, wieweit sich die Forderung der Allgemeinheit mit derjenigen eines möglichst sparsamen Betriebs der Feuerungen in gewissem Sinne deckt. Dort, wo die Verbrennung am vollkommensten vor sich geht, wo also am wenigsten Rauch entwickelt wird, kann wohl die Ausnutzung des Brennstoffes am besten sein. Allgemein bietet aber rauchloses Arbeiten allein durchaus keinen Maßstab für die Beurteilung des Ganges einer Feuerung. Erst dann tritt das Höchstmaß der Brennstoffausnutzung ein, wenn die vollkommene, rauchlose Verbrennung bei gleichzeitig weitgehendster Einschränkung des Luftüberschusses erreicht wird.¹⁾ Es ist jedoch um so schwieriger, vollkommene Verbrennung herbeizuführen, je mehr man den Luftüberschuß verringert. Nicht zu vergessen ist schließlich, daß die Betriebskosten außer von dem Wirkungsgrad der Anlage ganz wesentlich von der Preiswürdigkeit des Brennstoffs, sowie von den Anschaffungs- und Unterhaltungskosten von Kessel und Feuerungen abhängen. So ist der Umstand, daß der Wärmepreis der Brennstoffe sich in den einzelnen Gegenden außerordentlich unterschiedlich stellt, ganz von selbst bestimmend für die Rücksicht auf das zu wählende Verhältnis von Anschaffungs- und Unterhaltungskosten zu dem Gütegrad der Anlage. Daraus folgt, daß in großer Entfernung von Kohlenbezirken infolge der erhöhten Brennstoffkosten möglichste Vervollkommnung der Feuerungen am meisten erstrebt wird. Ist der Brennstoff billiger, so wird sich der Kesselbesitzer aus eigenem Antrieb weniger dazu veranlaßt fühlen, auf die Vollkommenheit der Feuerungseinrichtung besonders großen Wert zu legen.

Welcher Art nun auch die Ausgestaltung der Feuerung, die Eigenschaften der Brennstoffe usw. sein mögen, so spielt doch in allen Fällen die Bedienung eine ganz wesentliche Rolle für die zu erzielenden Ergebnisse. In dieser Hinsicht hat eine richtige Ausbildung, und ganz besonders auch eine zweckentsprechende Überwachung der Heizer sowie des ganzen Betriebs der Feuerungen tatkräftig einzusetzen.

Die Ausbildung der Heizer wird die besten Erfolge zeitigen, wenn sie von Fall zu Fall unmittelbar vor den Feuern stattfindet, also unter denjenigen Sonderverhältnissen, die für den betreffenden Mann jeweils in Betracht kommen. Die von verschiedenen Seiten bevorzugte Heizerausbildung in hierfür zu errichtenden Schulen ließe zweifellos mehr Nutzen erwarten wenn Kurse dieser Art in erster Linie für diejenigen abgehalten würden, welche Heizer zu überwachen haben. Denn es ist von einschneidender Bedeutung, daß gerade auch in diesen Kreisen das Verständnis für die Vorgänge im Feuerungsbetrieb mehr Boden gewinnt, als es zurzeit der Fall ist. Der Erfolg hängt sehr wesentlich von einer verständigen, nötigenfalls auch mit der erforderlichen Bestimmtheit im Betriebe durchgeführten Überwachung ab, die sich nicht durch unbegründete Einwendungen und vorgefaßte Meinungen beirren läßt. Für den Heizer handelt es sich bei der ganzen Sache weniger um große Kenntnisse und gewisse, auch nicht sehr schwierige Fertigkeiten, sondern ganz besonders um Zuverlässigkeit und dauernde Befolgung der grundsätzlichen Erfordernisse.

Namentlich auch die Abhängigkeit der Raucheinschränkung und der Arbeitsweise der Feuerungen überhaupt von dem Verständnis, der Zuverlässigkeit und Ausdauer des Heizers darf bei etwa zu ergreifenden Maßnahmen gegen die Rauchbelästigung nicht übersehen werden. In allen Fällen wird vielmehr zuerst festzustellen sein, bis zu welchem Grade letztere auf Rechnung der Feuerführung zu setzen ist.

Zu der Sorge, um Heranbildung guter Heizer und einer zweckmäßigen Regelung ihrer Überwachung gesellen sich noch die weiteren Bedingungen, bei Einstellung von Heizern die

¹⁾ s. F. Haier, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, S. 20 u. ff.

nötige Sorgfalt obwalten zu lassen, sie entsprechend den an sie zu stellenden Forderungen zu bezahlen und sie nicht zu überlasten, d. h. sie nicht mehr zu beanspruchen, als daß noch eine andauernd sachgemäße und aufmerksame Arbeitsweise von ihnen verlangt werden kann. In vielen Fällen ist es vorteilhaft, die Heizer durch Gewährung von Prämien an dem Nutzen einer verständigen und pünktlichen Feuerung zu interessieren. Ein solches Prämiensystem muß natürlich auf gesunden Grundlagen aufgebaut sein und setzt in erster Linie eine zuverlässige Dauerkontrolle voraus. Diese muß sich gleichzeitig auf den Luftüberschuß und nach Möglichkeit auf die Vollkommenheit der Verbrennung erstrecken.¹⁾ Neben dem wirtschaftlichen Gang der Feuerung läßt sich damit in gewissem Grade auch die Raucheinschränkung ersprießlich überwachen. In letzterer Hinsicht würde eine dauernde Beobachtung der Rauchentwicklung die weitgehendsten Erfolge versprechen, doch sind bis jetzt brauchbare selbsttätige Vorrichtungen für unmittelbare Messung und Aufzeichnung der Rauchstärke noch nicht bekannt geworden.

Nach allen diesen Ausführungen wird man einsehen, daß bei der großen Abhängigkeit der Rauchentwicklung von den vielgestaltigen Betriebssonderheiten, von der Beschaffenheit und den Eigenschaften des verwendeten Brennstoffes, von den örtlichen Verhältnissen, von der Bauart der Feuerung und des Kessels und nicht zuletzt von deren Behandlung eine allgemeine Regelung hier schlechterdings nicht angängig ist. Vielmehr ist klar ersichtlich, daß ein wirklich erfolgreiches Vorgehen gegen die Rauchbelästigung, eine Beseitigung oder wenigstens ein Zurückführen derselben auf ein erträgliches Maß nur von Fall zu Fall und nur unter Mitwirkung geeigneter, technisch erfahrener Organe möglich ist.²⁾ Dem Vorgehen und den Bemühungen des Vereins deutscher Ingenieure, welchem ja auch die vorliegende Arbeit ihre Entstehung verdankt, ist es wesentlich zuzuschreiben, daß in Deutschland die Bekämpfung des Rauches immer mehr in gesunde Bahnen gelenkt wird. Seit dem ersten Erscheinen des vorliegenden Werkes haben sich z. B. in Hamburg, Wien, London und Amsterdam Vereine gebildet, die in ihrem praktischen Vorgehen sich von Erwägungen leiten lassen, wie sie in diesem Werk zum Ausdruck kommen. Es ist wohl anzunehmen, daß eine Verallgemeinerung dieser Bestrebungen dazu berufen sein wird, eine fortschreitende Besserung der Rauchplage herbeizuführen.

1) Der Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg wendet zu diesem Zweck Aspiratoren mit gutem Erfolg an; s. Jahresberichte dieses Vereins 1905—1909 sowie Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb 1908, S. 169 u. f.

2) S. auch C. Bach, Über den Stand der Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkessel-Feuerungen. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1896, S. 492 (Begleitwort S. VIII u. f.).

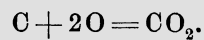
Die Vorgänge bei der Verbrennung.

Entstehung und Ursachen der Rauchentwicklung in den Feuerungen im allgemeinen.

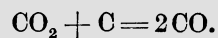
Für die Beurteilung der verschiedenen Feuerungseinrichtungen sind in erster Linie die Entstehungsursachen der Rauchentwicklung klarzustellen. Im folgenden seien daher die Vorgänge bei der Verbrennung einer kurzen Betrachtung unterzogen.

Am einfachsten gestaltet sich der Verbrennungsvorgang bei Brennstoffen wie Holzkohle, Koks und Anthrazit, welche neben den als Asche oder Schlacke sich ausscheidenden mineralischen Bestandteilen zum weitaus größten Teil aus reinem Kohlenstoff bestehen.

Der auf seine Entzündungstemperatur unter Luftzufuhr erhitzte Brennstoff gerät ins Glühen und verbindet sich unter Wärmeentwicklung, aber zunächst ohne jegliche Flammenbildung, mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure nach der chemischen Formel



Die entstandene Kohlensäure kann nun entweder zusammen mit dem etwa vorhandenen überschüssigen Sauerstoff sowie mit dem von der Luft herrührenden Stickstoff, die bei der Verbrennung entwickelte Wärme mit sich führend, ohne weiteres abziehen, um Heizzwecken zu dienen, oder sie trifft — und das ist bei allen Rostfeuerungen die Regel — unmittelbar nach ihrer Entstehung auf weitere glühende Kohle, von der sie teilweise wieder zu Kohlenoxyd reduziert wird nach der Formel



Je nachdem nun dieses Kohlenoxyd bei genügend hoher Temperatur nochmals mit Sauerstoff zusammentrifft oder nicht, verbrennt es unter Bildung einer kurzen, bläulichen Flamme zu Kohlensäure



oder entweicht unverbrannt. Mit der wieder gebildeten Kohlensäure kann derselbe Vorgang wiederholt sich abspielen.

Um bei diesen Brennstoffen eine vollkommene Verbrennung zu erzielen, wird es also nur nötig sein, zu verhindern, daß etwa gebildetes Kohlenoxyd unverbrannt abzieht. Da nun dessen Entzündungstemperatur verhältnismäßig niedrig ist, so wird sich diese Forderung darauf beschränken, daß für die Beschaffung und richtige Verteilung der zur vollständigen Verbrennung erforderlichen Luft Sorge getragen wird, so daß jedes Kohlenoxydteilchen den nötigen Sauerstoff rechtzeitig vorzufinden vermag. In Dampfkesselfeuerungen ist es im allgemeinen bei Verfeuerung von gasarmen Brennstoffen nicht schwer, die Verbrennung in der angedeuteten Weise zu leiten und somit Kohlenoxydbildung annähernd zu vermeiden.

Bei ungeschickter Feuerführung kann allerdings auch in diesem Falle Kohlenoxyd in größeren Mengen auftreten, was infolge des damit verbundenen Wärmeverlustes hauptsächlich einen wirtschaftlichen Nachteil bedeutet. Eine schädliche Wirkung in hygienischer Hinsicht durch Kohlenoxyd wäre wohl möglich, sie kann indessen nicht von Belang sein, weil bei den aus dem Schornstein ins Freie tretenden Mengen dieses Gas nur in sehr verdünntem Zustand in die Atmungsluft gelangt. Auch eine äußerliche Belästigung durch Rauch ist ausgeschlossen, da sowohl Kohlensäure als auch Kohlenoxyd unsichtbare Gase sind, und, abgesehen von etwaiger Flugasche, ein Auswurf von festen Bestandteilen (Ruß) selbst bei unvollkommener Verbrennung dieser Stoffe nicht stattfindet.

Weniger einfach liegen die Verhältnisse bei denjenigen Brennstoffen, deren Verwendung am verbreitetsten ist: Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, von welchen für die Dampfkesselfeuerungen vorwiegend die beiden letzteren in Betracht kommen.

Diese Brennstoffe enthalten neben dem Kohlenstoff noch Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, welche Bestandteile unter sich sowie mit dem Kohlenstoff die verschiedensten Verbindungen eingehen, ferner einen wechselnden, zuweilen ganz bedeutenden Prozentsatz an hygroskopischem Wasser und mineralischen Bestandteilen (Asche). Endlich ist der in der Regel vorhandene Schwefelgehalt von Bedeutung für die Zusammensetzung und auch für die Schädlichkeit der vom Schornstein ausgestoßenen Verbrennungsprodukte.¹⁾

Bei der trockenen Destillation dieser Stoffe, wie sie z. B. in den Leuchtgasretorten oder in den Braunkohlenschwelzylindern vor sich geht, werden neben dem zu verdampfenden Wasser und einer geringen Menge flüchtiger Stickstoff- und Schwefelverbindungen, brennbare Gase (in der Hauptsache Kohlenwasserstoffe der verschiedensten Zusammensetzung) ausgetrieben. Der größere Teil des in dem Brennstoff enthaltenen Kohlenstoffes und die mineralischen Bestandteile verbleiben in der Form von Koks als fester Rückstand, welcher je nach der Art der Kohle zerfällt (Sandkohle), zusammensintert (Sinterkohle) oder unter Aufblähen zusammenbackt (Backkohle).

Die entweichenden Kohlenwasserstoffe unterscheiden sich nun zunächst dadurch, daß sie ungleiche Siedetemperaturen besitzen. Außerdem bleiben die leichter flüchtigen bei der Abkühlung auf die Temperatur der Luft gasförmig, während die in geringerer Menge vorhandenen, schwerer flüchtigen und als Teerdämpfe bezeichneten Kohlenwasserstoffe sich zu einer zähflüssigen Masse, dem Teer, kondensieren, welcher z. B. bei der Leuchtgasfabrikation und der Kokerei durch besondere Vorrichtungen abgeschieden wird.

Dieselbe Trennung wie bei der trockenen Destillation findet nun auch in den Feuerungen statt. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Verbrennung des Koks auf dem Rost selbst und Verbrennung der flüchtigen Bestandteile über dem Rost. Während der Koks in der bereits erörterten Weise ohne allzu große Schwierigkeiten vollkommen, jedenfalls aber ohne sichtbaren Schornsteinauswurf, verbrannt werden kann, ist eine vollkommene Verbrennung der Kohlenwasserstoffe, welche unter Flammenbildung erfolgt, ungleich schwieriger zu erreichen.

Bei den in Dampfkesselfeuerungen herrschenden Temperaturen scheiden einzelne Kohlenwasserstoffe, von denen im wesentlichen zunächst nur der Wasserstoff verbrennt, Kohlenstoff in äußerst feiner Verteilung aus, welcher jedoch, sofern er die nötige Luftmenge findet und sofern im Verbrennungsraum überall die nötige Temperatur vorhanden ist, weiterbrennt und das Leuchten der Flamme verursacht. Herrscht aber im Verbrennungsraum Luftmangel, was insbesondere während der Entgasung der Kohle leicht vorkommt, oder ist die

¹⁾ Schweflige Säure, s. S. 1, Fußbemerkung 1.

Mischung der Luft mit den zu verbrennenden Gasen ungenügend, so daß dieser Kohlenstoff den zu seiner Verbrennung nötigen Sauerstoff nicht rechtzeitig zu finden vermag, oder sinkt vor Beendigung des Verbrennungsprozesses die Temperatur unter die zur Entzündung des Kohlenstoffs erforderliche Höhe, so tritt unvollkommene Verbrennung und damit eine Ausscheidung von Kohlenstoffteilchen ein, welche sich dann als „Ruß“ bemerkbar machen.

Zur vollkommenen Verbrennung der flüchtigen Bestandteile ist es also grundsätzlich notwendig, daß in dem Verbrennungsraum jederzeit der erforderliche Sauerstoff zugegen ist und die zur Entzündung nötige Temperatur herrscht. Wird diesen Bedingungen, oder auch nur einer derselben nicht entsprochen, so findet keine, oder wenigstens keine vollkommene Verbrennung statt. Die Dämpfe verdichten sich teilweise, bzw. es scheiden sich Kohlenstoff und andere feste Bestandteile aus der Flamme aus.

Im Schornsteinauswurf zwischen Rauch und Ruß zu unterscheiden, wie vielfach geschehen¹⁾ und dabei als Rauch die kondensierten Teerdämpfe, als Ruß dagegen den ausgeschiedenen Kohlenstoff zu bezeichnen, muß, da die Ausscheidungen nur schwierig auseinander gehalten werden können, als unbegründet bezeichnet werden, und zwar um so mehr, als eine derartige Trennung praktisch gar keinen Wert hat, da ja die Bedingungen zur Vermeidung fester Ausscheidungen aus sämtlichen in Betracht kommenden Kohlenwasserstoffen vollständig dieselben sind, nämlich:

1. Zuführung der richtig bemessenen, zur vollkommenen Verbrennung erforderlichen Luftmenge,
2. innige und frühzeitige Vermischung der Luft mit den zu verbrennenden Gasen,
3. genügend hohe Temperatur im Verbrennungsraum.

Im Verfolg dieser Forderungen erhellt, daß jede brauchbare Feuerung unter bestimmten, jeweils geeigneten Voraussetzungen rauchschwach betrieben werden, daß aber auch jede Feuerungseinrichtung bei Verwendung von unpassendem Brennstoff oder durch unsachgemäße Bedienung und Behandlung, kurz am ungeeigneten Platze unrichtig angewendet, zu belästigender und möglicherweise schädigender Ruß- und Rauchentwicklung Veranlassung geben kann.

Bei unseren Dampfkesselfeuerungen liegt die Ursache für starke Rauchentwicklung in weitaus den meisten Fällen darin, daß die erste, und unter gewissen Umständen auch diese im Verein mit der zweiten der angeführten Grundbedingungen für eine vollkommene Verbrennung nicht erfüllt ist. Insbesondere gilt dies bei Verwendung von hochwertigen Brennstoffen, von Steinkohlen. Daß aber auch bei geringwertigen Brennstoffen vorwiegend der Mangel an Luft als Ursache für die Rauchbildung zu erkennen ist, wird durch die Erfahrung bewiesen. Selbst beim Verfeuern von leichten Hobelspänen gewisser Holzsorten, welche außerordentlich zu starkem Rauchen, nicht selten auch zu Gasexplosionen neigen, ist in der von Kesselwandungen umgebenen Planrostinnenfeuerung mittels einfacher Luftzuführung durch die Feuertür ohne ungünstige Beeinflussung des Luftüberschusses vollkommene Verbrennung zu erzielen.²⁾

Die obere Grenze für das Maß der Luftzufuhr ist in erster Linie durch die Forderung wirtschaftlicher Verbrennung gezogen. Sind noch brennbare flüchtige Bestandteile vorhanden,

¹⁾ S. Gutachten der vom Verband preußischer Dampfkesselüberwachungsvereine 1891 eingesetzt gewesenen Kommission.

²⁾ S. beispielsweise Jahresberichte des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg 1906, S. 47 u. 1909, S. 29 u. ff. — Auch bei Verheizung von Koksgries konnte die jeweils während der Hauptdauer der Entzündungsperiode auftretende unvollkommene Verbrennung (Kohlenoxyd) ohne Erhöhung des Luftüberschusses durch Offenlassen eines kleinen Spaltes an der Feuertür vermieden werden.

so rechtfertigt sich keineswegs die Befürchtung, daß die Temperatur im Verbrennungsraum unter der Luftzufuhr leide, sofern diese auch nur einigermaßen dem wirtschaftlichen Betrieb der Feuerung gerecht wird. Die mindestens erforderliche Luftmenge muß natürlicherweise größer sein, als der Sauerstoffmenge entspricht, welche der chemischen Zusammensetzung des Brennstoffes zufolge zu vollständiger Verbrennung eben noch ausreichen würde. Der Grund hierfür liegt in dem Umstand, daß einzelne Luftteilchen durch die Feuerung strömen, ohne sich an der Verbrennung zu beteiligen (vgl. Fig. 8, S. 32).

Die dritte Bedingung spielt nicht die Rolle, wie früher vielfach angenommen wurde, was bezüglich der Vorgänge bei der Beschickung später noch näher zu erörtern sein wird (s. S. 19). Infolge des hohen Wärmeentzuges in den ersten Heizflächen kann freilich die Temperatur der zu verbrennenden Gase unter die zur Verbrennung notwendige sinken, bevor der erforderliche Sauerstoff sich findet. Ein solcher Vorgang kann sich trotz Vorhandensein eines an sich genügenden Luftüberschusses vornehmlich bei Wasserrohrkesseln der verschiedenen Bauarten abspielen.¹⁾ In diesem Falle teilen sich die Gase kurz nach ihrem Entweichen aus der Brennstoffschicht zwischen den einzelnen Rohrreihen, ehe die zu vollkommener Verbrennung immerhin erforderliche Zeit verstrichen ist; zudem wird in der gemauerten Feuerung die Entgasung des frisch aufgegebenen Brennstoffs durch die im Mauerwerk aufgespeicherte Wärme beschleunigt, wodurch die notwendige frühzeitige und innige Mischung von Gasen und Luft behindert oder wenigstens so erschwert ist, daß unter Einwirkung des starken Wärmeentzuges in den ersten Heizflächen die Möglichkeit einer vollständigen Verbrennung in Frage gestellt wird.

Was den Einfluß der Vermischung im allgemeinen anbelangt, so ist zu beachten, daß sowohl der erforderliche Luftüberschuß als auch die Brenngeschwindigkeit der Gase nicht unwesentlich von der guten Verteilung der Verbrennungsluft abhängen. Innige Mischung beschleunigt die Verbrennung, verkürzt also die Flamme und bedingt infolgedessen eine örtliche Temperatursteigerung. Schlechte Vermischung erfordert nicht nur einen höheren Luftüberschuß, sondern sie verlangsamt auch die Verbrennung in derselben Weise, wie dies bei Luftmangel der Fall ist, und rückt damit die Möglichkeit nahe, daß infolge der zunehmenden Abkühlung Luft und Gase nicht zusammentreffen, solange die nötige Temperatur herrscht; es ziehen also die Gase teilweise unverbrannt ab.

Die Höhe der Temperatur wird zunächst davon abhängen, wieviel von der durch die Verbrennung freiwerdenden Wärme auf die entstehenden Gase und die noch vorhandene Verbrennungsluft übertragen wird und wieviel durch Strahlung (und Leitung) unmittelbar in die Wandungen des Verbrennungsraumes und in die ihn begrenzenden Heizflächen übergeht.²⁾ Der letztere Teil, der sich um so größer ergibt, je höher der Temperaturunterschied zwischen der Brennstoffschicht und den Wandungen ist, je näher die Wandungen dem Roste liegen und je wärmedurchlässiger sie sind, muß natürlich immer in solchen Grenzen bleiben, daß die Vollkommenheit der Verbrennung nicht gefährdet wird. Eine Umgebung des Verbrennungsraumes mit stark wärmeentziehenden Heizflächen, welche die Wärme rasch und ohne Verlust an den Ort ihrer Bestimmung gelangen läßt, ist bei Brennstoffen mit hohem Heizwert

¹⁾ S. auch S. 21 u. ff., sowie S. 50.

²⁾ Eine genaue rechnerische Verfolgung der Temperatur im Verbrennungsraum müßte auf den Umstand Rücksicht nehmen, daß sich die Wärmeaufnahmefähigkeit der Gase mit der Temperatur ändert. Sie ist jedoch, abgesehen von dem schwer zu berücksichtigenden Einfluß der Vermischung, schon deshalb nicht durchführbar, weil uns eine genügend genaue Kenntnis der Gesetze über die Wärmeausstrahlung der Brennstoffschicht und über die Wärmeabgabe der verbrennenden Gase fehlt, und weil außerdem in der Flamme selbst ein Wärmeverbrauch durch Dissoziation stattfinden wird, über dessen Größe man gleichfalls keinen Anhalt besitzt.

stets vorteilhaft. Hierdurch wird die Wärmestrahlung nach außen gering gehalten und die Feuerung vor Zerstörung mehr geschont. Außerdem können dank der günstigen Wärmeabgabe zu Anfang der Heizfläche die Gase den Kessel mit niedrigerer Temperatur verlassen, so daß sich auch ein kleinerer Abwärmeverlust ergibt. Bei Brennstoffen mit geringem Heizwert kann es zur Gewährleistung vollkommener Verbrennung geboten sein, den Verbrennungsraum von den Heizflächen mehr oder weniger abzurücken und ihn mit wärmehaltenden Wandungen zu umgeben.

Beziehungen zwischen Rauchentwicklung und Brennstoffausnutzung.

Von der Erwägung ausgehend, daß die Frage der Rauchentwicklung der Feuerungen mit derjenigen der Wirtschaftlichkeit in so vielen Beziehungen steht, daß für die Industrie die erste Frage ohne Berücksichtigung der anderen nicht behandelt werden kann, sei dieser Zusammenhang, im besonderen bei Kohlenfeuerungen, noch eingehender erörtert:¹⁾

Bei Verheizung gasreicher, also zur Rauchentwicklung neigender Kohle ist mit rauchschwachem oder rauchfreiem Arbeiten gute Brennstoffausnutzung durchaus nicht immer verbunden. Beides kann wohl zusammentreffen. Es gibt aber auch Fälle, wo trotz völlig rauchfreien Schornsteins nur ein verhältnismäßig geringer Bruchteil der in der Kohle verfügbaren Wärme nutzbar gemacht wird, wie andererseits selbst bei beträchtlicher Rauchentwicklung noch eine weitgehende Ausnutzung der Kohle stattfinden kann.

Um diese Verhältnisse näher zu erläutern, mögen zunächst die Verluste aufgeführt werden, welche bei der Verbrennung entstehen.

Wenn Kohle in einer Feuerung verbrennt, so fällt immer ein kleiner Teil durch den Rost, ebenso wird ein kleiner Teil von den Schlacken eingeschlossen. Diese Kohlenteilchen werden also der Verbrennung entzogen. Weiter werden nur in den wenigsten Fällen die aus der Kohle sich ausscheidenden, die Flammenbildung verursachenden Gase ganz vollkommen verbrennen, vielmehr wird in der Regel ein mehr oder weniger großer Teil dieser Gase unverbrannt entweichen, wobei gewöhnlich eine teilweise Zersetzung unter Ausscheidung von Kohlenstoff in Form von Ruß eintritt. In diesen teils unsichtbaren, teils sichtbaren Gasen und Dämpfen sowie in dem Ruß geht also gleichfalls eine gewisse Wärmemenge verloren.

Von der tatsächlich entwickelten Wärme wird ferner nur ein Teil nutzbar an die Heizflächen übertragen. Ein recht beträchtlicher Teil entweicht mit den Heizgasen als freie Wärme, also unsichtbar durch den Schornstein in die Luft, während ein weiterer Teil von Kessel und Mauerwerk nutzlos ausgestrahlt wird oder durch Wärmeleitung an die Umgebung verloren geht.

Für die hier zur Erörterung stehenden Verhältnisse kommen hauptsächlich die beiden Schornsteinverluste in Betracht, also derjenige an freier Wärme in den Abgasen und derjenige durch unvollkommene Verbrennung der gasförmigen Bestandteile.

Der Verlust an freier Wärme ergibt sich aus der Menge der Abgase, ihrer Temperatur und ihrer spezifischen Wärme, wobei zur Berechnung der aus 1 kg Brennstoff entstehenden Gasmenge die Kenntnis der Zusammensetzung der Abgase und der Kohle erforderlich ist.

¹⁾ Ausführliche Abhandlungen hierüber befinden sich in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, S. 20 u. ff. Die Rauchfrage von F. Haier; Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, Berlin 1906; in den Jahresberichten des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, sowie an vielen Stellen der Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins.

Während sich nun die hierzu nötigen Ermittlungen im allgemeinen ausreichend genau ohne besondere Schwierigkeit durchführen lassen, hat es an einem genügend einfachen Verfahren zur unmittelbaren Bestimmung des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung bisher gemangelt, weshalb diese Bestimmung fast immer unterblieb.

Da auch die durch Strahlung und Leitung verloren gehende Wärme nicht unmittelbar bestimmt werden kann, so wird meist der durch unvollkommene Verbrennung eintretende Verlust mit letzterer Wärmemenge in der Wärmebilanz als sogenanntes Restglied zusammengeworfen (s. S. 13, sowie S. 24, Fußbemerkung 1).

Von allen Verlusten einer Feuerung am meisten auffallend und am unangenehmsten bemerkbar ist der durch unvollkommene Verbrennung erfolgende. Dies ist wohl auch der Grund, warum ihm von denen, welche die Verhältnisse nicht genauer kennen, häufig zu große Bedeutung beigelegt wird.¹⁾

Es ist gewiß gar keine Frage, daß unter sonst gleichen Verhältnissen in wirtschaftlicher Hinsicht unvollkommene Verbrennung nachteiliger ist als vollkommene. Es fragt sich nur, inwieweit es möglich ist, vollkommene Verbrennung herbeizuführen und gleichzeitig den Verlust an freier Wärme in den Abgasen auf ein Mindestmaß einzuschränken, und welche Bedeutung dem durch unvollkommene Verbrennung im praktischen Betrieb eintretenden Wärmeverlust in wirtschaftlicher Beziehung zukommt.

Zur Beantwortung dieser Fragen hat man sich zunächst ein Bild über die Größe des Abwärmeverlustes und die Umstände, die ihn beeinflussen, zu machen.

Der Abwärmeverlust wächst naturgemäß mit der Menge und der Temperatur der Abgase. Er wird deshalb um so größer, mit je höherem Luftüberschuß die Verbrennung erfolgt, da hiermit natürlich die Menge der Heizgase, infolge der Wärmeübergangsverhältnisse aber auch ihre Abgangstemperatur zunimmt. Letztere ist außerdem unter sonst gleichen Umständen um so höher, je stärker der Kessel beansprucht wird.

Bedenkt man nun, daß 1 kg Steinkohle, wenn der Verbrennungsprozeß mit einer der chemischen Zusammensetzung entsprechenden Luftmenge ohne Überschuß durchgeführt werden könnte, bereits 7—9 cbm Luft erfordert, so ersieht man, daß es sich um ganz bedeutende Gasmengen handelt, die noch größer werden, weil mit dieser Luftmenge praktisch gar nicht auszukommen ist, vielmehr immer je nach der Konstruktion der Feuerung und der Arbeitsweise des Heizers ein gewisses Vielfaches derselben verbraucht wird. Außerdem kann aus praktischen Rücksichten die Temperatur der Abgase im Kessel selbst im allgemeinen nicht mehr als auf 180—200° C herab ausgenutzt werden.

Erfolgt nun beispielsweise, wie dies sehr häufig angetroffen wird und beim einfachen Planrost noch nicht einmal eine besonders ungünstige Arbeitsweise bedeutet, die Verbrennung mit der doppelten Luftmenge, so erhält man aus 1 kg einer Steinkohle mittlerer Zusammensetzung bereits rd. 16 cbm Heizgase, reduziert gedacht auf 0° Temperatur und 760 mm Barometerstand.

Bei einer Abgastemperatur von 250° C, wie sie bei mäßiger Kesselbeanspruchung solcher Arbeitsweise zumeist entspricht, ermittelt sich hieraus ein Wärmeverlust von rd. 1180 WE auf 1 kg Kohle, oder, falls für diese ein Heizwert von 7000 WE angenommen wird, von rd. 17 vH der in der Kohle verfügbaren Wärme.

Dieser Verlust, welcher allerdings bis zu einem gewissen Grad unvermeidlich ist und

¹⁾ Aus demselben Grunde wird auch so oft der Verlust durch unverbrannte Bestandteile in den Rückständen weit überschätzt.

vollständig unsichtbar für das Auge erfolgt, wächst so ziemlich proportional dem Vielfachen der theoretischen Mindestmenge an Luft und proportional der Abgangstemperatur.

Fälle, in denen der Abwärmeverlust 30 vH und mehr beträgt, zählen durchaus nicht zu den Seltenheiten.

Jedenfalls geht hieraus hervor, daß dieser Verlust für die Ausnutzung der Brennstoffe von einschneidender Bedeutung ist.

Wie verhält es sich nun demgegenüber mit dem Verlust durch unvollkommene Verbrennung?

Wie schon gesagt, ist dessen unmittelbare Bestimmung sehr schwierig. Bis vor kurzer Zeit waren die bereits in den Jahren 1879—1881 in der damaligen Heizversuchsstation München von Bunte durchgeführten Versuche die einzigen, bei welchen ein genaues chemisches Meßverfahren zur direkten Bestimmung der unvollkommenen Verbrennung zur Anwendung kam.¹⁾ Jene Versuche hatten in erster Linie den Zweck, hinsichtlich der Ermittlung des Heizwertes von Brennstoffen, für die man das jetzt gebräuchliche kalorimetrische Verfahren damals noch nicht kannte, mehr Klarheit und Sicherheit zu schaffen; sie lieferten auch über die für die praktische Verwendung wichtigsten Verbrennungsbedingungen sehr wertvolle Grundlagen. Obwohl durch diese Arbeiten Mittel und Wege für die direkte Bestimmung der Verluste durch unvollkommene Verbrennung genau vorgezeichnet waren, und sich ergeben hatte, daß die letzteren unter bestimmten Voraussetzungen erhebliche Beträge annehmen können,²⁾ sind sonderbarerweise derartige Bestimmungen bei Dampfkessel-Untersuchungen lange Jahre außer Acht gelassen worden. Im Jahre 1904 wurden nun mit der inzwischen von Bunte verbesserten Methode³⁾ in der Versuchsstation des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg umfassende Versuche durchgeführt. Dieselben geben unter anderem Aufschluß über die Größe der mit unvollkommener Verbrennung verbundenen Verluste, wie sie an Planrost-Innenfeuerungen unter den im Dampfkesselbetrieb praktisch vorkommenden Verhältnissen auftreten. Weitere Versuche in dieser Richtung nahm der Bayerische Revisions-Verein vor, der sich ebenfalls eingehend mit der direkten Bestimmung der Wärmeverluste durch unvollkommene Verbrennung in Dampfkesselfeuerungen befaßte, ferner die Prüfungsanstalt für Brennstoffe am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich.

Alle diese Ergründungen führten zu dem Ergebnis, daß bei Verfeuerung von Brennstoffen mit mäßigem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen jene Verluste im allgemeinen so sehr nicht ins Gewicht fallen, daß sie dagegen bei Verwendung gasreicher Brennstoffe, insbesondere im Falle eines Zusammentreffens ungeschickter Bedienungsweise mit ungeeigneter Einrichtung der Feuerung immerhin recht erhebliche Beträge erreichen können.

Die Versuche gaben auch den deutlichen Hinweis, daß unvollkommene Verbrennung um so leichter vermieden werden kann, je höher innerhalb der praktisch in Betracht kommenden

¹⁾ S. auch Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1879/81. H. Bunte, Berichte der Heizversuchsstation München, sowie H. Bunte, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1900, S. 674.

²⁾ Bei sorgfältiger Feuerbedienung ermittelte sich je nach den Eigenschaften des Brennstoffes der Verlust durch unvollkommene Verbrennung im allgemeinen bis 5 vH. Unter ungünstigen Verbrennungsbedingungen traten größere Verluste ein; in besonderen Fällen wurden solche von 15—20 vH nachgewiesen.

³⁾ s. Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, Berlin 1906, S. 4, 14 u. ff. Ferner fanden neuerdings Verfahren zur getrennten Bestimmung des Unverbrannten in den Heizgasen Anwendung in den Versuchsstationen des Bayerischen Revisions-Vereins, München, und des Oberschlesischen Dampfkessel-Überwachungs-Vereins Kattowitz, sowie in der Prüfungsanstalt für Brennstoffe am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1906, S. 116 u. ff.; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1909, S. 1887 u. ff. (die letztere Veröffentlichung von Constam und Schläpfer konnte bei dem vorgeschrittenen Druck der vorliegenden Arbeit nicht mehr aufgenommen werden).

Zahlentafel 1.

	Zweiflammrohrkessel Einfacher Planrost					Zweiflammrohrkessel Planrost mit Oberluftzufuhr					
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	10. 3. 04	14. 7. 04	13. 7. 04	25. 3. 04	27. 7. 04	21. 7. 04	7. 6. 04	18. 4. 04	19. 4. 04	4. 7. 04	5. 7. 04
Bauart des Kessels	72,5	72,5	72,5	72,5	73,5	72,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5
Bauart der Feuerung	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Heizfläche des Kessels qm	2,82	2,82	2,82	2,82	2,12	2,82	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
„ des Überhitzers „	1:25,7	1:25,7	1:25,7	1:25,7	1:34,7	1:25,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7
Rostfläche											
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche											
Versuchsnummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Datum des Versuches	10. 3. 04	14. 7. 04	13. 7. 04	25. 3. 04	27. 7. 04	21. 7. 04	7. 6. 04	18. 4. 04	19. 4. 04	4. 7. 04	5. 7. 04
Dauer des Versuches st	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Brennstoff:	Englische Stückkohle Westhartley-Main										
verheizt im ganzen kg	1646	1765	2115	3168	3071	3021	2832	2757	2782	2937	2880
„ in der Stunde „	182,9	196,1	235,0	352,0	341,2	335,7	314,7	306,3	309,1	326,3	320,0
„ „ „ auf 1 qm Rostfl. „	64,9	69,5	83,3	124,8	162,5	119,0	148,4	144,5	145,8	155,4	152,4
„ „ „ „ 1 „ Heizfl. „	2,52	2,70	3,24	4,85	4,64	4,63	4,28	4,17	4,21	4,44	4,35
Rückstände:											
im ganzen kg	136,1	155,8	142,5	201,5	174,2	195,7	181,8	150,2	159,2	165,9	183,3
in Hunderteilen d. verheizt, Brennst. . vH	8,25	8,85	6,75	6,35	5,65	6,50	6,40	5,45	5,70	5,65	6,35
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben „	38,0	32,6	38,5	30,1	24,6	29,9	28,6	29,5	30,6	27,9	26,9
Speisewasser:											
verdampft im ganzen kg	11 869	11 776	11 888	19 665	19 666	19 534	19 604	19 401	19 628	19 666	19 052
„ in der Stunde „	1318,8	1308,4	1320,9	2185,0	2185,1	2170,4	2178,2	2155,7	2180,9	2185,1	2116,9
„ „ „ auf 1 qm Heizfl. „	18,20	18,05	18,20	30,15	29,73	29,95	29,65	29,35	29,65	29,75	28,8
Temperatur °C	8,4	20,8	20,9	8,4	21,5	22,1	17,8	12,1	12,5	18,8	18,6
Dampf:											
Überdruck kg/qcm	6,99	7,00	7,00	7,00	7,00	7,01	7,00	7,01	7,00	7,01	7,00
Temperatur hinter dem Überhitzer . . °C	249	286	321	272	279	325	329	315	318	316	317
Erzeugungswärme im Kessel . . . WE	649,8	637,4	637,3	649,8	636,7	636,1	640,4	646,1	645,7	639,4	639,6
„ Überhitzer	42,5	61,0	78,6	54,1	57,5	80,3	82,2	75,2	76,7	75,7	76,2
„ zusammen	692,3	698,4	715,9	703,9	694,2	716,4	722,6	721,3	722,4	715,1	715,8
Heizgase:	a) am Flammrohrende										
CO ₂ -Gehalt vH	14,65	10,20	6,71	14,95	14,48	11,72	14,50	13,01	13,95	12,77	12,92
CO „ „	—	0,10	0,06	2,28	1,61	0,11	0,08	0,12	0,13	0,17	0,12
H ₂ „ „	—	0,02	0,03	1,06	0,76	0,00	0,04	0,16	0,00	0,09	0,11
O „ „	3,31	9,15	13,37	2,73	3,59	7,61	4,48	5,42	4,75	6,43	6,48
N „ „	—	80,53	79,83	78,98	79,56	80,56	80,90	81,29	81,17	80,54	80,37
Volumen trockener Gase pro kg Kohle . obm	ca. 8,7	12,39	19,17	7,13	7,84	10,96	8,99	9,83	9,18	10,23	9,85
Luftüberschuß vH	„ 17	77	167	0	9	54	26	40	30	41	41
Heizgase:	b) am Kesselende										
CO ₂ -Gehalt vH	13,34	9,03	6,15	13,19	12,70	10,94	12,90	11,95	11,74	11,25	11,06
CO „ „	—	0,09	0,05	2,02	1,41	0,10	0,07	0,11	0,11	0,15	0,10
H ₂ „ „	—	0,02	0,02	0,94	0,67	0,00	0,04	0,15	0,00	0,08	0,09
O „ „	4,92	10,04	14,44	4,10	4,77	9,07	6,31	8,87	7,59	8,20	8,21

Volumen trockener Gase pro kg Kohle . . . cbm	ca. 9,5	13,99	20,92	8,08	8,94	11,74	10,10	10,70	10,91	11,61	11,51	
Wasserdampfgewicht kg	0,48	0,49	0,50	0,44	0,44	0,51	0,49	0,48	0,50	0,49	0,49	
Luftüberschuß vH	ca. 29	99	191	13	25	65	41	52	54	60	64	
Temperatur:												
am Kesselende °C	287	298	313	380	364	388	355	342	345	359	366	
der Verbrennungsluft „	15,5	31,0	32,0	18,5	33,0	27,5	30,0	21,5	23,0	29,0	28,0	
Zugstärke:												
im Feuerraum mm WS	1,3	2,4	4,7	5,2	9,3	5,9	5,6	5,6	6,1	6,6	6,6	
am Flammrohrende „	1,3	4,0	9,2	6,8	11,2	10,2	9,3	9,7	9,8	11,5	11,4	
„ Kesselende „	3,3	7,8	19,4	11,5	15,9	17,6	13,9	14,9	14,5	18,0	17,9	
„ Schornsteinfuß „	17,9	20,3	20,2	23,4	20,2	22,1	21,9	21,3	22,5	21,9	22,2	
Verdampfung: 1 kg Brennstoff verd. Wasser:												
a) zu den Versuchsverhältnissen kg	7,21	6,67	5,62	6,21	6,40	6,47	6,92	7,04	7,06	6,70	6,62	
b) bezogen auf Dampf von 100 °C.												
aus Wasser von 0 °C (637 WE) kg	7,83	7,30	6,33	6,86	6,97	7,27	7,85	7,97	8,01	7,52	7,44	
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar:												
a) im Kessel	4685	68,2	4253	61,9	3582	51,4	4033	59,1	4077	60,2	4113	59,85
b) „ Überhitzer	306	4,45	407	5,95	442	6,35	336	4,9	368	5,45	519	7,55
c) zusammen	4991	72,65	4660	67,85	4024	57,75	4369	64,0	4445	65,65	4632	67,4
Verloren:												
a) in den Rückständen	254	3,7	233	3,4	211	3,0	155	2,3	113	1,65	157	2,3
b) an freier Wärme in den Abgasen	913	13,3	1273	18,5	1948	27,95	1049	15,35	1049	15,5	1485	21,6
c) durch unverbrannte Gase			46	0,7	44	0,6	718	10,5	558	8,25	35	0,5
d) „ Ruß			35	0,5	18	0,3	291	4,25	145	2,15	12	0,15
e) „ Leitung und Strahlung			623	9,05	726	10,4	243	3,6	460	6,8	553	8,05
Summe = Heizwert des Brennstoffes	6870		6870		6971		6825		6770		6874	
									6821		6951	
									6858		6753	
Wärmebilanz (Mittel)				WE	vH				WE	vH	WE	vH
Nutzbar:												
a) im Kessel				4055	59,65				4551	66,5	4256	62,1
b) „ Überhitzer				352	5,2				536	7,8	506	7,4
c) zusammen				4407	64,85				5087	74,3	4762	69,5
Verloren:												
a) in den Rückständen				134	2,0				136	2,0	133	1,95
b) an freier Wärme in den Abgasen				1049	15,4				1220	17,85	1351	19,7
c) durch unverbrannte Gase				638	9,4				60	0,9	73	1,05
d) „ Ruß				218	3,2				37	0,55	15	0,25
e) „ Leitung und Strahlung				351	5,15				300	4,4	518	7,55
Summe = Heizwert des Brennstoffes				6797					6840		6852	

Grenzen der Luftüberschuß ist, und daß bei sachgemäßer Feuerführung erst mit ziemlich starker Einschränkung der Luftzufuhr ein erheblicher Verlust durch unvollkommene Verbrennung zu befürchten ist. In wirtschaftlicher Beziehung verliert daher letzterer Verlust an Bedeutung, weil er in der Regel entgegengesetzt dem Abwärmeverlust verläuft. Da sein Auftreten in nennenswertem Maße meist die Folge von Luftmangel ist, so pflegt ein verhältnismäßig kleiner Abwärmeverlust mit ihm verbunden zu sein. Bedingt dann die Erzielung vollkommenerer Verbrennung stärkere Luftzufuhr, so wächst auch der Abwärmeverlust und der erzielte Nutzen geht mindestens teilweise wieder verloren.

Diesem Umstande ist es wohl auch zuzuschreiben, daß man bis in die jüngste Zeit hinein in weiten Fachkreisen geneigt war, dem Verlust durch unvollkommene Verbrennung eine noch geringere Bedeutung beizumessen, als sie ihm zukommen kann.¹⁾ Für die Verheizung gasreicher Brennstoffe verdient aber die Klärung des Zusammenhanges beider Verluste in der Tat die größte Beachtung. Nur durch diese Klarstellung wird es möglich sein, bei gleichzeitiger Förderung der Brennstoffausnutzung, jedenfalls aber unter voller Wahrung der letzteren, der Rauchverhütung näher zu kommen.

Je mehr Luft zur Verbrennung derselben Brennstoffmenge in die Feuerung eintritt, um so größer ist natürlich auch die Gasmenge, welche mit Wärme beladen nach dem Schornstein abzieht, um so größer ist also der Abwärmeverlust und um so geringer die Ausnutzung des Brennstoffs. Der Luftverbrauch bei der Verbrennung wird wesentlich beeinflusst durch die Art der Feuerführung. Arbeitet z. B. der Heizer mit zu starkem Zug, und hält er den Rost nicht gleichmäßig bedeckt, so kann ganz erheblich mehr Luft der Feuerung zuströmen, als zur Verbrennung benötigt wird. Undichtiges Mauerwerk kann ferner nachträglichen Zutritt schädlicher Nebenluft veranlassen.

Ist nun der Verlauf der Entgasung und des Luftbedarfs nicht gleichmäßig — und dies trifft mehr oder weniger bei allen unseren direkten Rostfeuerungen mit periodischer Beschickung zu —, so wird, namentlich bei guter Rostbedeckung, infolge des während der hauptsächlichsten Entgasung anwachsenden Luftbedarfs jeweils im Verbrennungsraum Luftmangel vorhanden sein. In dieser Richtung geben Erhebungen in bezug auf Sauerstoff-, Kohlenoxyd-, Kohlenwasserstoff- und Rußgehalt der Heizgase Aufschluß. Der Luftmangel macht sich um so mehr geltend, als gerade über diese Zeit der Widerstand für die Luftzuströmung durch die frischbeschickte Brennstoffschicht erhöht wird. Als Folge des Luftmangels treten sodann je nach dem Gehalt des Brennstoffs an flüchtigen Bestandteilen gewisse Verluste durch unverbrannte Gase (Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe) und durch Ruß ein, was sich durch mehr oder weniger starke Rauchentwicklung bemerkbar macht. Gleichmäßige, gute Rostbedeckung muß jedoch in wirtschaftlicher Hinsicht in erster Linie gefordert werden, da sonst infolge großen Luftüberschusses nach der Entgasung der Abwärmeverlust um einen viel größeren Wärmebetrag erhöht würde, als während der Entgasung durch vollkommenerer Verbrennung gewonnen werden könnte. Durch zeitweilige Luftzufuhr unmittelbar in den Verbrennungsraum ist es indessen möglich, auch bei vollständiger Rostbedeckung den Luftmangel während der Entgasung zu decken, und auf diese Weise die Luftzuströmung dem wechselnden Bedarf anzupassen, somit bei durchschnittlich geringem Luftüberschuß annähernd vollkommene Verbrennung herbeizuführen. Ist dies erreicht, so fallen gute Wirtschaftlichkeit und geringe Rauchentwicklung zusammen.

¹⁾ S. auch die folgenden Versuchsergebnisse Fig. 1, S. 17, wo z. B. trotz Anwachsens des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung die Ausnutzung zunimmt infolge des gleichzeitigen Rückganges des Abwärmeverlustes.

Die Temperatur der Abgase einer bestimmten Kesselanlage ist zur Hauptsache abhängig von der Anstrengung des Kessels und von der Art des verfeuerten Brennstoffs. Sie kann außerdem durch unzuweckmäßige Feuerführung erhöht werden; auch vermag der Zustand des Kessels insofern einen Einfluß auszuüben, als starke Verunreinigung der Heizflächen den Wärmedurchgang erschwert und dadurch die Endtemperatur erhöht.

Im folgendem möge eine Anzahl von Versuchsergebnissen, wie sie unter den Verhältnissen des praktischen Betriebes gewonnen wurden, die wechselseitigen Beziehungen zwischen den Verlusten durch unvollkommene Verbrennung und Abwärme erläutern. Auch soll der Zusammenhang dieser Wärmeverluste mit der Rauchentwicklung weiter beleuchtet werden. In den zunächst angeführten Versuchsreihen sind die einzelnen durch unvollkommene Verbrennung ermittelten Werte nach der Seite 13 Fußbemerkung 3 erwähnten Methode zahlenmäßig genau festgestellt.

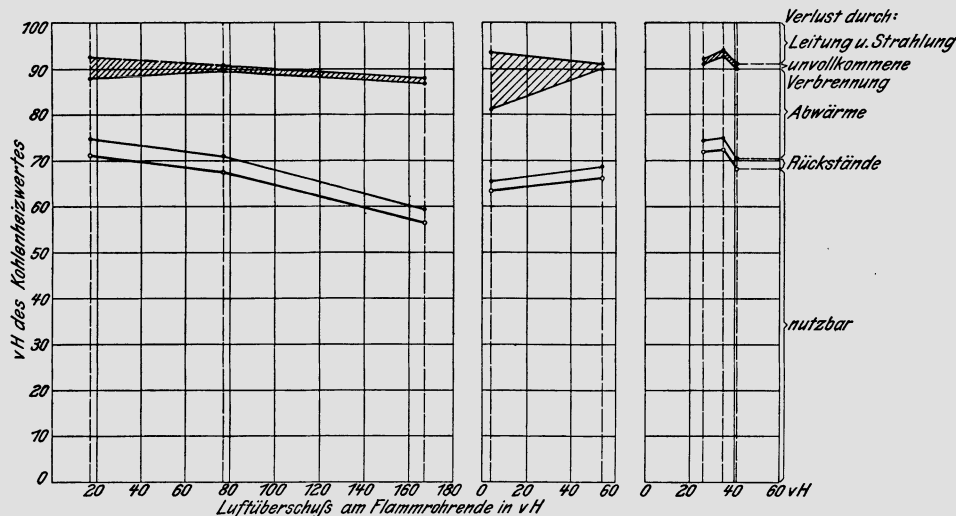


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Einfluß des Luftüberschusses und der Beanspruchung auf die Wärmeverteilung bei gasreicher Kohle.

Die Ergebnisse in Zahlentafel 1 beziehen sich auf einen Zweiflammrohrkessel von 73 qm Heizfläche mit eingebautem Überhitzer.¹⁾ Der Einfluß der Veränderung der Luftzufuhr auf die Wärmeverteilung ist in Fig. 1, 2 und 3 graphisch dargestellt und die zugehörigen Rauchübersichten Tafel I sind nach den fortlaufenden photometrischen Ermittlungen unter Nr. 1—8 angefügt. Als Brennstoff wurde englische Gaskohle „Westhartley-Main“ mit 30—35 % flüchtigen Bestandteilen (ausschließlich Wasser) verwendet; die Beschickung erfolgte von Hand, in niedriger Schicht auf die ganze Länge des Rostes. Bei Gruppe 1 betrug die Dampfleistung ca. 18 kg, bei Gruppe 2 und 3 ca. 30 kg Dampf in der Stunde auf 1 qm Kesselheizfläche. Die Versuche von Gruppe 3 im Vergleich zu 2 zeigen den Einfluß der Luftzufuhr über den Rost kurze Zeit nach jedem Beschicken des Feuers mittels dreier verschiedenartiger Einrichtungen, welche hinsichtlich des Ortes der Luftzufuhr als typisch für die im Abschnitt G besprochenen Apparate anzusehen sind.

Die aufgetretenen Rostbeanspruchungen sind mit den übrigen Einzelheiten der Versuche aus der Zahlentafel 1 ersichtlich. Die Rauchübersichten Tafel I Nr. 1—5 wie auch die graphischen Darstellungen Fig. 1 und 2 lassen deutlich erkennen, daß es ohne

¹⁾ S. Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, S. 5 u. ff. Berlin 1906.

Zuhilfenahme von Oberluft wohl möglich ist, mit Erhöhung des Luftüberschusses die Rauchentwicklung erheblich zu vermindern. Im vorliegenden Fall wurde die Luftzufuhr durch mehr oder weniger gutes Bedecken der Seiten des Rostes reguliert. Dabei handelt es sich nicht etwa um Rauchverdünnung, sondern es tritt tatsächlich infolge Verminderung des Luftmangels unmittelbar nach dem Aufwerfen vollkommene Verbrennung ein. Der Verlust durch unvollkommene Verbrennung erfährt, wie die Wärmebilanzen zeigen, eine Einschränkung; gleichzeitig nimmt aber auch der Abwärmeverlust erheblich zu, was sich aus dem Umstand erklärt, daß nach der Entgasung, also gerade zurzeit des geringsten Luftbedarfs im Verbrennungsraum, der Luftzutritt infolge weiteren Abbrandes des Feuers noch mehr anwächst und hoher Luftüberschuß sich einstellt. Solche Feuerführung ist daher ohne fortwährende Untersuchung der Heizgase sehr schwer kontrollierbar und erfordert große Sorgfalt und Aufmerksamkeit des Heizers, wenn nicht abwechselnd starker Rauch nach der Beschickung oder übermäßig hoher Luftüberschuß nach der Entgasung auftreten soll.

Besonders interessant ist nun die mit verschiedenem Luftüberschuß eintretende Gesamtänderung der Ausnutzungsziffern und überhaupt der Wärmebilanzen.

Bei Gruppe 1, 18 kg Belastung (Zahlentafel 1 Versuch I—III und Fig. 1), findet mit zunehmendem Luftüberschuß trotz Abnahme des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung und der Rauchentwicklung (siehe Tafel I Nr. 1—3) dauernder Abfall der Ausnutzung statt, was daher rührt, daß hierbei die Abnahme des letztgenannten Verlustes erheblich hinter der Zunahme des Abwärmeverlustes zurückbleibt. Der Verlust durch unvollkommene Verbrennung nimmt ab von:

5,5 vH bei 17 vH Luftüberschuß am Flammrohrende (30 vH am Kesselende),
auf 0,9 vH bei 167 vH Luftüberschuß am Flammrohrende (191 vH am Kesselende),
während gleichzeitig der Abwärmeverlust
von 13,3 auf 27,95 vH

anwächst. Mit der Zunahme des Luftüberschusses geht die Ausnutzung von 72,65 vH auf 57,75 vH zurück, was einer Erhöhung des Kohlenverbrauches um ca. 25 vH entspricht.

Bei Gruppe 2, 30 kg Belastung (Zahlentafel 1 Versuch IV—VI bzw. Fig. 2), hat dagegen in umgekehrter Weise eine Zunahme des Luftüberschusses von 5 (Mittel aus Versuch IV und V) auf 54 vH am Flammrohrende oder von 19 auf 65 vH am Kesselende eine Steigerung der Ausnutzung von 64,85 auf 67 vH zur Folge. Der Verlust durch unvollkommene Verbrennung geht zurück von 12,6 auf 0,7 vH, während der Abwärmeverlust sich von 15,4 auf 21,6 vH erhöht. Der für Leitung und Strahlung verbleibende Rest betrug 5,15 vH im ersten Fall und 8,05 vH im zweiten, so daß der Verlustzunahme von 8,2 vH ein Wärmegewinn von rd. 11,9 vH gegenübersteht. Die Verschiedenheit der Rauchentwicklung zeigen die Übersichten Tafel I Nr. 4 und 5.

Diesen Versuchen ist insbesondere zu entnehmen, daß bei gasreicher Kohle aus einer Änderung des Kohlensäuregehalts und damit des Abwärmeverlustes nicht ohne weiteres auf eine gleichwertige Änderung der Ausnutzung geschlossen werden darf, und daß besonders bei hoher Belastung eine Zunahme des Kohlensäuregehaltes über eine gewisse Grenze hinaus unter Umständen eine Abnahme der Ausnutzung mit sich bringen kann. Im Gegensatz hierzu zeigt sich, daß bei weniger hoher Belastung trotz Zunahme der Unvollkommenheit der Verbrennung bzw. der Rauchentwicklung die Ausnutzung sich bessern kann.¹⁾

Die Wärmebilanzen der Versuche von Gruppe 3, 30 kg Belastung (Zahlentafel 1

¹⁾ Bei weniger gasreichen Kohlen trifft eine Besserung der Ausnutzung nach den hier nicht aufgenommenen Ergebnissen weiterer Versuche in erhöhtem Maße zu. (s. auch das Beispiel mit Magerkohle auf Seite 19 u. 20.)

Versuch VII—XI bzw. Fig. 3) zeigen, daß es mittels selbsttätig regelbarer Zufuhr von Oberluft in den Verbrennungsraum auch bei periodischer Beschickung und bei Verfeuerung gasreicher Brennstoffe möglich ist, den auf S. 16 erwähnten Luftmangel nach dem Aufwerfen zu verhüten, oder wenigstens wesentlich einzuschränken, ohne ein übermäßiges Anwachsen des Luftüberschusses nach der Entgasung in Kauf nehmen zu müssen. Bei der Durchführung dieser Versuche war man bestrebt, die Grenze einzuhalten, von der ab ein Rückgang der Ausnutzung sowohl mit der Verkleinerung als auch mit der Vergrößerung des Luftüberschusses eingetreten wäre, im ersteren Fall nämlich infolge Überwiegens der Zunahme des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung, im zweiten Fall infolge der rascheren Vergrößerung des Abwärmeverlustes. Man erkennt, daß auf diese Weise die Summe des Abwärmeverlustes und der durch unvollkommene Verbrennung entstehenden Verluste tatsächlich auf ein annehmbares Maß zurückgeführt wird, und daß durch das Bestreben, den Rauch zu verhüten, auch die Ausnutzung eine Steigerung erfahren kann, welche im vorliegenden Falle sogar ziemlich bedeutend war. In dieser Hinsicht ist übrigens hervorzuheben, daß gerade bei der starken Belastung von 30 kg Dampf/st/qm Heizfläche die Zunahme der Ausnutzung durch die Oberluftzufuhr am meisten zum Ausdruck kommt, weil in diesem Falle letztere sehr wirksam ist, und der Gewinn an Wärme durch die Herbeiführung einer vollkommeneren Verbrennung mehr ausmacht als die Erhöhung des Abwärmeverlustes. Der Einfluß auf die Rauchentwicklung weist namentlich in den Vergleichsübersichten Tafel I Nr. 4 und 7 bei gleichartiger Rostbeschickung große Unterschiede auf.

Des weiteren beweisen die Ergebnisse von Gruppe 3 ebenso wie diejenigen einer Reihe sonstiger Versuche, die mit mehreren Brennstoffsorten unter sehr verschiedenen Bedingungen durchgeführt wurden, daß die Hauptursache der bei Handbeschickung in der Planrostinnenfeuerung unmittelbar nach dem Aufwerfen eintretenden starken Rauchentwicklung nicht eine Folge zu niedriger Temperatur im eigentlichen Feuerraum ist, sondern daß der Grund dafür in erster Linie in dem während dieser Zeit sich einstellenden Luftmangel liegt. Die sich entwickelnden Gase finden die zu ihrer Verbrennung erforderliche Luft überhaupt nicht, oder erst so spät, daß sie sich unter die zu ihrer Entzündung notwendige Temperatur bereits abgekühlt haben.

Bemerkenswert ist, daß bei allen diesen Versuchen vom Verlust durch unvollkommene Verbrennung der Hauptanteil auf die mit dem Auge nicht wahrnehmbaren unverbrannten Gase und nur ein verhältnismäßig geringer Teil auf den sichtbaren Ruß entfällt (s. Zahlentafel 1).

In Fig. 4 und 5 ist noch die Veränderung der Wärmeverteilung mit zunehmendem Luftüberschuß dargestellt, wie sie sich bei Verwendung einer westfälischen Magerkohle „Schürbank-Charlottenburg“ ermittelte. Bei 12 bzw. 24 kg Dampfleistung in der Stunde auf 1 qm Kesselheizfläche schwankten die Rostbeanspruchungen zwischen ca. 44 und 56 bzw. ca. 75 und 110 kg/st/qm. Entsprechend dem geringen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen (ca. 9 vH ausschl. Wasser) stellte sich nur bei weitgehender Einschränkung des Luftüberschusses ein gewisser Verlust durch unvollkommene Verbrennung ein, welcher durch das Entweichen von Kohlenoxyd entstand. Selbst in diesem Falle erfolgte indessen die Verbrennung noch annähernd rauchlos (vgl. S. 7—8 das über Koks Gesagte). Man sieht, wie die Ausnutzung ziemlich genau in dem Maße abnimmt, als sich mit der Zunahme des Luftüberschusses der Abwärmeverlust vergrößert. Nur bei kleinem Luftüberschuß wird die Ausnutzung durch unvollkommene Verbrennung etwas beeinträchtigt.

Als beachtenswert ist zu diesen Versuchen noch anzuführen, daß jeweils bei gleicher Kesselbelastung, unabhängig von der Größe des Luftüberschusses, nur geringe Abweichungen

in den mittleren meßbaren Temperaturen im Feuerraum eingetreten sind.¹⁾ Die Temperaturmessungen erfolgten mit geprüften Thermoelementen über der Mitte des Rostes ca. 100 mm über der Feuerschicht. Bei 12 kg Kesselbelastung (Fig. 4) schwankte die Temperatur

beim Versuch mit 12 vH Luftüberschuß am Flammrohrende zwischen 650 u. 800° C
 bei den Versuchen mit 55 bzw. 64 vH Luftüberschuß am Flammrohrende zwischen 675 u. 795
 bzw. 660 u. 750° C
 bei den Versuchen mit 103 bzw. 110 vH Luftüberschuß am Flammrohrende zwischen 700 u. 790
 bzw. 710 u. 800° C.

Für die Versuche mit 24 kg Kesselbelastung (Fig. 5) ergaben sich bei nicht verschlackten Feuern folgende Schwankungen:

bei 30 vH durchschnittl. Luftüberschuß am Flammrohrende 760 bis 880° C
 bei 49 bzw. 51 vH durchschnittl. Luftüberschuß am Flammrohrende 690 bis 880
 bzw. 685 bis 910° C

bei ca. 90 vH durchschnittl. Luftüberschuß am Flammrohrende 760 bis 940° C

und bei verschlackten Feuern kurze Zeit vor deren Reinigung wurde in gleicher Weise jeweils während mehrerer Beschickungsperioden beobachtet:

bei 55 vH durchschnittl. Luftüberschuß 640 bis 740° C
 bei 90 bzw. 106 vH durchschnittl. Luftüberschuß 655 bis 780
 bzw. 600 bis 740° C.

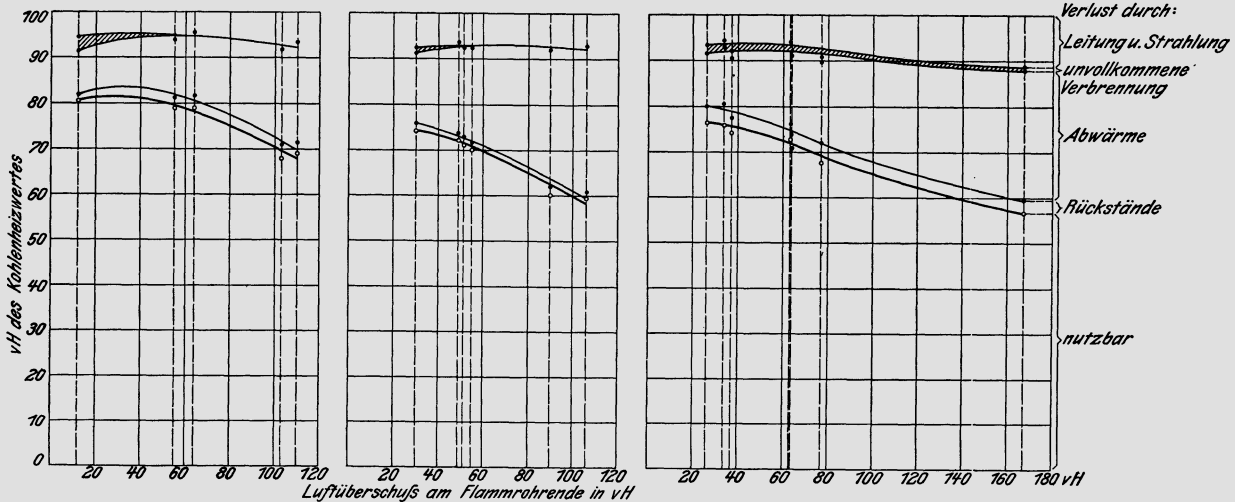


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Änderung der Wärmeverteilung mit zunehmendem Luftüberschuß.

Aus dem Brennstoff-Heizwert, dem Gasvolumen und dem Wasserdampfgewicht berechneten sich unter Berücksichtigung der von der Verbrennungsluft mitgebrachten Wärme und der Verluste durch unvollkommene Verbrennung die Anfangstemperaturen, in gleicher Reihenfolge wie oben

bei den Versuchen mit 12 kg Kesselbelastung zu 1820, 1487 und 1206° C im Mittel,
 bei den Versuchen mit 24 kg Kesselbelastung zu 1730, 1569 und 1258° C im Mittel.

¹⁾ Dagegen erleidet die Wärmeeinstrahlung in die ersten Heizflächenteile durch die Größe des Luftüberschusses eine Beeinflussung, in welcher die durch verschiedenen Luftüberschuß bedingte Änderung der Ausnutzung in erster Linie ihren Grund haben muß.

Gegen diese Messungen der Temperatur im Feuerraum könnte eingewendet werden, es sei über Rostmitte noch gar nicht die ganze Wärme zur Entwicklung gelangt, da die Flamme sich noch weiterhin erstrecke. Diesem Umstand wäre im Falle der Verwendung von Gaskohle sicherlich Rechnung zu tragen, unter den bei der gebrauchten Magerkohle vorliegenden Verhältnissen wird indessen dieser Einfluß nicht von sehr großer Bedeutung sein.

Auch diese Messungen weisen auf den geringen Einfluß hin, den die Temperaturverhältnisse gegenüber den Luftzufuhrverhältnissen auf die Vollkommenheit der Verbrennung ausüben. Sie wurden außerdem benutzt, um über die Größe der Wärmeeinstrahlung in die ersten Heizflächenteile einigen Anhalt zu gewinnen.

Zum Vergleich mit den in Fig. 4 und 5 dargestellten Wärmebilanzen ist in Fig. 6 noch der Verlauf der Wärmeverteilung mit Änderung des Luftüberschusses bei Verwendung stark gashaltiger Kohle (Westhartley-Main) herangezogen, und zwar sind hierfür solche Versuche ausgewählt, bei welchen verhältnismäßig nur wenig unvollkommene Verbrennung vorlag und die Rauchentwicklung entsprechend schwach war. Mit Abnahme des Kohlensäuregehaltes am Kesselende von 13,0 vH auf 6,15 vH fiel die Ausnutzung von 78,1 vH auf 57,9 vH, was eine Zunahme des Kohlenverbrauchs um ca. 35 vH bedingte. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Fig. 2 konnte hier mit reichlicher Luftzufuhr am Verlust durch unvollkommene Verbrennung nicht mehr viel gewonnen werden; dagegen vergrößerte sich mit wachsendem Luftüberschuß der Abwärmeverlust recht erheblich. Auch der für Leitung und Strahlung¹⁾ verbleibende Wert zeigt ähnlich wie in den übrigen Figuren eine kleine Zunahme, während der Rückständeverlust naturgemäß ziemlich gleich bleibt.

Von großem Wert für die Klarstellung des Zusammenhangs der unvollkommenen Verbrennung mit der Brennstoffausnutzung sind auch die seitens des Bayerischen Revisions-Vereins in München durchgeführten und in Nr. 12 und 13 vom Jahre 1906 seiner Zeitschrift veröffentlichten Versuchsarbeiten.

In Zahlentafel 2 ist hiervon eine Zusammenstellung wiedergegeben, welche eine Anzahl der in den letzten Jahren in der dampftechnischen Versuchsanstalt vorgenommenen getrennten Bestimmungen des Verbrennlichen in den abziehenden Heizgasen enthält.²⁾ Man sieht auch aus diesen Ergebnissen, daß bei einem Brennstoff, dem durch Destillation seine flüchtigen Bestandteile entzogen sind, wie Kaumacit (Versuche 16 und 17), selbst bei sehr geringem Luftüberschuß noch annähernd vollkommene Verbrennung zu erzielen ist, daß aber immerhin gewisse Verluste durch Kohlenoxyd auftreten können. Von den Versuchen mit Braunkohle zeigt Nr. 1, welcher am Wasserrohrkessel der Versuchsanstalt mit Planrost und Unterwind vorgenommen wurde, den größten Verlust durch unverbrannte Gase und Ruß von 12,71 vH bei einem Kohlensäuregehalt der Heizgase von 10,7 vH. Versuch 2 und 3 fanden an demselben Wasserrohrkessel statt, nachdem an Stelle des Planrostes ein Stufenrost mit großem überwölbtem Verbrennungsraum und Oberluftzuführung getreten war. Die Ergebnisse weisen eine bedeutende Verbesserung der Verbrennung auf, indem bei 13,4 bzw. 13,1 vH Kohlensäure sich nur noch 6,42 bzw. 2,2 vH Verluste durch unverbrannte Gase und Ruß ermittelten. Man sieht aber auch, daß unter den vorherrschenden Umständen mit 13 vH Kohlensäure bereits eine Grenze erreicht ist, bei der schon erhebliche Verluste durch unvollkommene Verbrennung eintreten können. Die Verschiedenheit der

¹⁾ S. auch S. 24, Fußbemerkung 1.

²⁾ Beschreibung der hierzu verwendeten Einrichtung usw. s. Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins 1906, S. 123 u. f.

letzteren Verluste beim Stufenrost ist hauptsächlich durch den größeren Gehalt an Kohlenoxyd bei Versuch 2 verursacht, welcher sich damit erklären läßt, daß bei raschem Nachrutschen der Kohle am Fuße des Rostes Anhäufungen vorkommen können, die Verluste durch Kohlenoxyd zur Folge haben müssen. Wenn auch Rauchübersichten hierzu nicht vorliegen, so darf doch wohl angenommen werden, daß die Rauchentwicklung bei Versuch Nr. 1 eine recht beträchtliche war, und bei Nr. 3 eine weitgehende Einschränkung erfahren hatte. Bei Versuch 4 bewirkte an derselben Feuerung der höhere Gehalt an flüchtigen Bestandteilen schon bei 11,6 vH Kohlensäuregehalt der Heizgase einen Verlust durch unvoll-

Zahlentafel 2.

Nr.	Brennstoff	Heizwert von 1 kg des Brennstoffes	Verlust auf 1 kg Brennstoff								Mittlerer Kohlensäuregehalt der Heizgase vH	Verkokung		
			Kohlenoxyd		Wasserstoff		Ruß		Summe			Koks vH	Fixer Kohlenstoff vH	Flüchtige Bestandteile vH
			WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH				
1	Böhm. Braunkohle vom Zieditzer Agnesschacht Nuß II	4480	282,8	6,31	142,7	3,18	144,3	3,22	569,8	12,71	10,7	30,65	24,2	34,5
2	Böhm. Braunkohle vom Maria-schacht im Brucher Bezirk	5830	269,6	4,62	55,1	0,95	49,5	0,85	374,2	6,42	13,4	45,7	42,4	38,6
3	Böhm. Braunkohle Nuß I vom Theodorschacht im Brucher Bezirk	4635	76,7	1,66	14,2	0,33	10,5	0,23	101,4	2,2	13,1	37,2	33,1	35,8
4	Böhm. Braunkohle Boghead Nuß II von Zieditz-Habers-pirk	5070	161,8	3,19	57,0	1,13	71,6	1,41	290,4	5,73	11,6	26,9	23,0	45,0
5	desgl. Mittel II	5420	177,9	3,28	87,2	1,6	145,8	2,69	410,9	7,57	10,9	26,4	22,6	48,4
6	Böhm. Braunkohlenbriketts 30×60×60 von Zieditz-Habers-pirk	6310	202,4	3,2	104,6	1,66	148,0	2,34	455,0	7,20	11,7	43,3	34,5	52,4
7	desgl. Salonbriketts	6240	160,0	2,56	81,8	1,31	95,9	1,54	337,7	5,41	11,8	42,8	34,4	51,7
8	desgl. Salonbriketts	6175	79,2	1,28	37,8	0,61	86,2	1,40	203,2	3,29	8,9	42,7	34,3	51,0
9	desgl. Würfelbriketts	6485	194,3	3,0	66,7	1,03	195,7	3,02	456,7	7,05	10,9	41,3	32,9	54,3
10	desgl. Salonbriketts	6500	103,5	1,6	34,4	0,53	75,7	1,17	213,6	3,30	10,2	41,6	33,4	54,0
11	Böhm. Braunkohlenbriketts aus der Falkenauer Katharinenzeche	5365	36,9	0,69	13,2	0,25	—	—	50,1	0,94	9,6	47,7	38,6	42,0
12	desgl.	5365	12,8	0,24	5,5	0,12	—	—	18,3	0,36	9,6	45,8	37,2	42,8
13	Saarkohle Nuß I	6210	53,4	0,86 ¹⁾ 38,1	8,6	0,14	—	—	100,1	1,61	10,7	61,9	49,1	32,2
14	Haidhofer Lignit	1905	31,8	1,67	12,5	0,66	—	—	44,3	2,33	10,0	21,9	12,9	25,0
15	$\frac{1}{3}$ Saarkohle u. $\frac{2}{3}$ Haidhofer Lignit	3330	23,3	0,7	—	—	—	—	23,3	0,7	10,7	—	—	—
16	Kaumazit (Braunkohlenkoks)	6725	43,8	0,65	—	—	—	—	43,8	0,65	17,7	—	—	—
17	Kaumazit	6740	39,6	0,59	—	—	—	—	39,6	0,59	16,0	—	—	—

¹⁾ 0,86 vH Verlust entstanden durch Kohlenoxyd, 0,61 vH durch Methan.

kommene Verbrennung von 5,73 vH. Von den Versuchen 5—12, welche am Flammrohrkessel mit Planrost und Handbeschickung vorgenommen wurden, weisen diejenigen mit niedrigerem Kohlensäuregehalt auch die geringeren Verluste durch Unverbranntes auf; bei Nr. 11 und 12 macht sich außerdem noch der geringere Gehalt an flüchtigen Bestandteilen geltend. Versuche 13 und 14 beziehen sich auf den Wasserrohrkessel mit Planrostfeuerung. Die Verbrennungsluft wurde durch die abziehenden Kesselheizgase stark vorgewärmt und

mittels eines Ventilators unter und über den Rost gedrückt. Der innigen Mischung der mit starkem Druck wagrecht über den Rost geblasenen Luft dürfte der geringe Betrag für den Verlust durch unvollkommene Verbrennung in erster Linie zu verdanken sein.

Die Münchner Versuchsreihe bietet im Vergleich zu den vorangegangenen Beispielen der Hamburger Versuche namentlich insofern noch besonderes Interesse, als sie sich zum Teil auf Wasserrohrkessel bezieht, welche bekanntlich bei Verwendung gasreicher Brennstoffe zu sehr starker Raumentwicklung, also auch zu entsprechenden Verlusten durch unvollkommene

Zahlentafel 3.

Art und Herkunft der Kohle	Asche vH	Wasser vH	Verkokung		
			Koks vH	Fixer Kohlen- stoff vH	Flüchtige Bestand- teile vH
Ruhrkohle.					
Gaskohle von den Zechen „Consolidation“ und „Hugo“	2,66	2,57	67,36	64,70	30,07
Flammnußkohle III von Zeche „Friedr. Ernestine“	5,29	1,32	71,33	66,04	27,35
Kohle von Zeche „Rhein-Elbe-Alma“	7,49	1,79	69,30	61,81	28,91
Nußkohle IV von Zeche „Recklinghausen“	5,79	2,44	68,80	63,01	28,76
Flammnußkohle von Zeche „Zollverein“	3,30	1,87	69,28	65,98	28,85
Förderkohle von Zeche „Unser Fritz“	7,19	3,34	66,68	59,49	29,98
Förderkohle von Zeche „Wilhelmine Viktoria“	7,25	2,62	68,67	61,42	28,71
Förderkohle von Zeche „Mathias Stinnes“	5,20	2,14	68,92	63,72	28,94
Förderkohle von Zeche „Gladbeck“	9,96	1,51	69,68	59,72	28,81
Saarkohle.					
Gewaschene Nußkohle „Reden Itzenplitz“	5,71	3,98	58,73	53,02	37,29
Stückkohle „Reden I“	5,18	4,06	59,67	54,49	36,27
Förderkohle von Zeche „Spittel“	7,88	4,70	59,62	51,74	35,68
Stückkohle von Grube „König“	3,38	2,05	63,45	60,07	34,50
Böhmische Braunkohle.					
Osseger Bezirk.					
Mittelkohle II vom Fortschrittschacht	2,41	23,12	38,29	35,88	38,59
Pechglanzkohle	2,84	19,97	41,56	38,72	38,47
Nußkohle I vom Nelsonschacht	2,72	20,60	42,46	39,74	36,94
Brucher Bezirk.					
Mittelkohle II vom Kaiserschacht	2,28	24,42	35,97	33,69	39,61
Pechglanzkohle Mittel II vom Plutoschacht	2,44	24,79	38,29	35,85	36,92
Braunkohle Nuß I vom Mariaschacht	3,38	14,11	46,57	43,19	39,32
Braunkohle Nuß III vom Johannschacht	3,06	23,41	40,56	37,50	36,03
Brüxer Bezirk.					
Mittelkohle I vom Humboldtschacht	4,09	28,67	37,60	33,51	33,73
Braunkohle Nuß I vom Radetzschschacht	3,66	30,47	33,50	29,84	36,03
Mittelkohle II vom Annaschacht	7,23	26,92	37,83	30,60	35,25
Mittelkohle vom Viktoriaschacht	4,49	25,84	37,19	32,70	36,97
Braunkohle Nuß I vom Habsburgschacht	4,64	27,83	37,08	32,44	35,09
Falkenauer Bezirk.					
Zieditz-Harberspirker Gasnuß I von Zeche Jakobi	5,00	28,37	29,17	24,17	42,46
Nußkohle II vom Zieditz-Agnessschacht	5,43	32,02	29,50	24,07	38,48
Braunkohle Nuß II vom Adolfschacht	3,80	31,30	27,82	24,02	40,88
Harberspirker Boghead Nuß II	3,88	29,72	26,33	22,45	43,95
Harberspirker Boghead Mittel II	3,81	24,97	26,50	22,69	48,53

Verbrennung Anlaß geben können. Andererseits unterscheidet sich der für die Versuche zum Teil angewendete Schrägrost vom Planrost darin, daß bei selbsttätigem Nachrutschen des Brennstoffes dessen Entgasung in der Feuerung mehr dauernd und gleichmäßig vor sich geht als bei der periodischen Beschickung des Planrostes.

Zur Erklärung der Abhängigkeit der Verluste durch unvollkommene Verbrennung von der Zusammensetzung des Brennstoffes sind zunächst in Zahlentafel 3 die Ergebnisse der Verkokungsprobe für verschiedene im chemischen Laboratorium des Bayerischen Revisions-Vereins untersuchte Kohlen aufgeführt und an Hand derselben die Unterschiede hervorgehoben, welche zwischen dem Verhältnis des Gehaltes an fixem Kohlenstoff und an flüchtigen Bestandteilen bestehen. Diese Verhältniszahlen sind für die untersuchten Ruhrkohlen (ausschließlich der von den geologisch älteren Flözen stammenden) mit rd. 2:1, für die untersuchten Saarkohlen mit rd. 1,5:1, für böhmische Braunkohlen mit 1:1 bis 1:2 angegeben, und zwar das erstere Verhältnis für die besten Sorten aus dem Osseger und Brucher Bezirk, das letztere als Grenzwert für die Kohlen aus dem Falkenauer Gebiet.

Wenn man nun auf diese Verhältniszahlen die Seite 8 erwähnte Trennung der Verbrennung in solche „auf dem Rost“ und solche „im Verbrennungsraum“ anwendet, so wird man ohne weiteres einsehen, daß bei der geringeren Anteilnahme des fixen Kohlenstoffes am Heizwert der letztgenannten Brennstoffe, oder mit anderen Worten, bei der geringeren Anteilnahme der „Verbrennung auf dem Rost“ unter sonst gleichen Verhältnissen größere Mengen dieser Kohlen pro qm Rostfläche in der Stunde verbrannt werden können. Bei guter Rostbedeckung wird alsdann viel eher ein erheblicher Teil der entwickelten Gase nicht zur Verbrennung gelangen, weil die hierbei eintretende Behinderung des Luftzutrittes durch den Rost sich bei dem vorliegenden hohen Bedarf an Luft im Verbrennungsraum erheblich ungünstiger bemerkbar macht. Am Wasserrohrkessel können nach dem auf S. 10 Gesagten die Verhältnisse noch erschwert werden, wenn infolge der wärmestrahrenden Wirkung des Mauerwerks der Unterfeuerung die Entgasung des frisch aufgeworfenen Brennstoffs beschleunigt wird, und, wie dies bei der Planrostunterfeuerung der Fall ist, die entwickelten Gase unmittelbar nach ihrer Ausscheidung zwischen die Rohre des Kessels eintreten.

Die Erwägungen, welche den Bayerischen Revisions-Verein zu der Anwendung von Verfahren zur direkten Bestimmung des Unverbrannten in den Heizgasen veranlaßten, nahmen darin ihren Ursprung, daß sich in den vorangegangenen Jahren die Ergebnisse einer Reihe von Verdampfungsversuchen nur mit der Annahme ganz erheblicher Verluste durch unvollkommene Verbrennung in den abziehenden Heizgasen erklären ließen. In nachstehender, der Zeitschrift dieses Vereins (1906 S. 116) entnommenen Zahlentafel 4 sind solche Ergebnisse näher beleuchtet. In den Wärmebilanzen ist die nutzbar gemachte Wärme, sowie der Verlust an freier Wärme nach dem Schornstein und der Rückständeverlust jeweils aus den Ergebnissen des Versuchs ermittelt. Der nicht zahlenmäßig nachgewiesene „Restverlust“ setzt sich zusammen aus dem Verlust durch Leitung und Strahlung und demjenigen durch unvollkommene Verbrennung; über den ersteren dieser beiden Verluste liegen für normale Kessel- und Einmauerungsverhältnisse ziemlich zuverlässige Erfahrungen vor, so daß als Rest in der Wärmebilanz verbleibenden Summe beider Verluste auf den Anteil der unvollkommenen Verbrennung geschlossen werden kann, abgesehen von etwaigen Versuchungenauigkeiten, welche sich ebenfalls im Restglied äußern.¹⁾ Bei den mit Braunkohlen

¹⁾ Gewisse Unterschiede im Restverlust bei gleichartigen Kesselanlagen können auch durch Vorgänge im Innern des Kessels hervorgerufen werden, s. Jahresbericht des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg 1907, S. 40.

und Planrost durchgeführten Versuchen weisen ausnahmslos die Restverluste darauf hin, daß die niedrigen Ausnutzungsziffern durch stark unvollkommene Verbrennung beeinträchtigt sind. Durch Anwendung des für solche Brennstoffe geeigneteren Schrägrostes (Gruppe II bis IV teilweise mit Oberluftzuführung), und durch Verwendung eines weniger gasreichen Gemisches von Ruhr- und Braunkohle (Gruppe II) konnte in allen Fällen, allerdings bei etwas größerem Luftüberschuß, der Restverlust auf einen für Leitung und Strahlung¹⁾ ungefähr normalen Betrag zurückgeführt werden; wenn zu diesen Versuchen Rauchübersichten vorlägen, würden sie zweifellos auch entsprechende Unterschiede in der Rauchentwicklung nachweisen, da es sich um sehr gasreiche Brennstoffe handelt. Beachtenswert ist

Zahlentafel 4.

Gruppe	I		II		III		IV		V	VI		
Feuerungseinrichtung	Planrost		Planrost	Stufenrost mit Sekundärluft	Planrost	Stufenrost mit Sekundärluft	Planrost	Schrägröst	Stufenrost mit Sekundärluft	Stufenrost mit Sekundärluft		
Heizfläche qm	235	235	160	160	153	153	90	90	121	2 × 200 = 400	200	
Rostfläche „	4,95	4,95	3,18	2,98	3,50	2,84	2,80	1,89	1,92	2 × 5,06 = 10,12	5,06	
Brennstoff:	Braunkohle		Braunkohle		Braunkohle		Braunkohle		Braunkohle		Braunkohle	
Dampferzeugung auf 1 qm Heizfläche in der Stunde kg	12,5	14,9	11,0	13,0	19,4	16,5	10,8	16,4	13,6	7,3	15,1	
Heizgase am Kesselende:												
Kohlensäuregehalt vH	9,7	7,8	9,5	7,2	11,3	9,7	8,4	7,5	13,4	8,6	14,5	
Temperatur °C	376	311	371	341	405	284	306	278	305	267	374	
Wärmebilanz:												
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung vH	45,9	67,5	50,5	57,5	55,1	68,9	43,1	66,1	75,0	70,2	62,2	
Verloren:												
a) an freier, mit den Gasen n. d. Schornstein abzieh. Wärme . vH	26,1	25,7	25,3	31,6	23,3	18,2	22,6	24,5	15,1	19,3	17,4	
b) in den Rückständen . . . vH	2,0	1,0	7,9	7,7	0,9	4,4	6,9	1,8	1,0	0,3	0,4	
c) d. Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest. vH	26,0	5,8	16,3	3,2	20,7	8,5	27,4	7,6	8,9	10,2	20,0	
Heizwert des Brennstoffes . . . WE	4934	6740	5442	4121	5425	5768	4750	4495	4905	5180	5180	

ferner die trotz des geringeren Kohlensäuregehaltes eingetretene Erhöhung der Ausnutzungsziffern. Bei einigen der Versuche kann indessen wohl angenommen werden, daß sich die für die Vollkommenheit der Verbrennung ungünstigen Bedingungen in starkem Maße vereinigt haben. Der Versuch 5 zeigt, was unter günstigen Bedingungen, zweckmäßiger Feuerungseinrichtung, und guter Feuerführung zu erreichen ist. Die Versuche von Gruppe VI unterscheiden sich in ihrer Durchführung darin, daß beim zweiten Versuch die Dampfleistung der beiden Kessel vom ersten Versuch auf einen Kessel beschränkt und die Beanspruchung damit ungefähr verdoppelt wurde.

¹⁾ S. Fußbemerkung der vorigen Seite.

In Fig. 7 sind die Wärmebilanzen von einer im Jahre 1903 vom Verein für Feuerungs- betrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg an einem Zweiflammrohrkessel mit 78,5 qm Heizfläche und gewöhnlicher Planrostfeuerung bei Verheizung englischer Gaskohle „West- hartley“ durchgeführten Versuchs- reihe graphisch dargestellt. Die Dampfleistung betrug 17 bis 18 kg/st/qm Heizfläche. Bei diesen Versuchen ging man eben- falls davon aus, ohne die S. 13 Fußbemerkung 1 und 3 erwähnte direkte zahlenmäßige Feststellung der Verluste durch unverbrannte Gase und Ruß, einen möglichst sicheren Anhalt für die Größe dieser Verluste dadurch zu be- kommen, daß man zunächst durch entsprechende Luftzufuhr an- nähernd vollkommene Verbren- nung sicherte und damit in dem

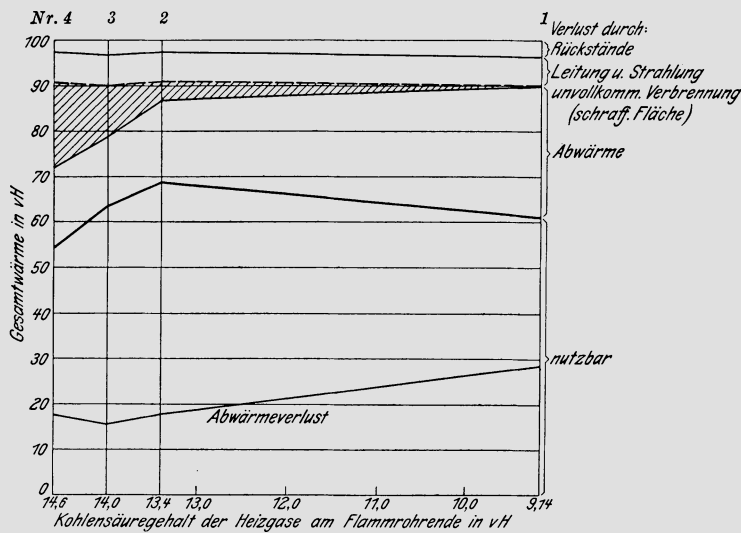


Fig. 7.
Wärmeverteilung bei verschiedener Feuerführung.

als Restglied der Wärmebilanz ver- bleibenden Wert den Verlust durch Leitung und Strahlung¹⁾ der betreffenden Anlage unter bestimmten Betriebsverhältnissen festlegte (Versuch 1). Bei weiteren Versuchen mit weniger vollkommener Verbrennung konnte sodann bis zu einem gewissen Grad aus der Zunahme des Restglieds auf die Größe des durch Unverbranntes in den Heizgasen verursachten Verlustes geschlossen werden.¹⁾ Der auf diese Weise erhaltene Einblick in die Verhältnisse wurde vervollständigt durch die fortlaufende Untersuchung der Heizgase am Flammrohrende und Kesselende mittels der gewöhnlichen Methode der technischen Gasanalyse in Gemeinschaft mit der Beobachtung der Rauchentwicklung am Schornstein. Während bei Versuch 1 das Bestreben nur dahin ging, möglichst vollkommene Verbrennung ohne Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit herbeizuführen, sollte bei Versuch 2 durch entsprechende Feuerführung neben möglichst wenig Rauch gleichzeitig auch gute Brennstoffausnutzung erzielt werden. Bei Versuch 3 wurde mit etwas höherer Brennstoffsicht gearbeitet, wodurch der Verlust durch unvollkommene Verbrennung sich in stärkerem Maße erhöhte, als der Abwärmeverlust infolge der geringen weiteren Einschränkung des Luftüberschusses zurückging. Versuch 4 zeigt, daß unter sehr ungünstigen Verhältnissen, wie sie durch die Art der Feuerführung absichtlich hergestellt wurden, auch bei Verheizung von Steinkohlen mit ca. 30 vH flüchtigen Bestandteilen in der gewöhnlichen Planrost-Innenfeuerung der Verlust durch unvollkommene Verbrennung eine recht erhebliche Bedeutung erlangen kann (vgl. dagegen Fig. 1 und 6 sowie Rauchübersicht Tafel I, Nr. 1—3. Mit der fortschreitenden Unvollkommenheit der Verbrennung hatte sich bei den 4 Versuchen der Reihe nach die Summe von Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt von 19,3 auf 17,1 vH vermindert. Bei Versuch 4 mit der stark unvollkommenen Verbrennung wurde eine Nachzündung im letzten Zug beobachtet, wobei die Temperatur am Kesselende, die im Mittel 273°C betrug, auf rd. 500°C anstieg.

Die Rauchübersichten zu diesen Versuchen sind auf Tafel II, Nr. 9—12 wiedergegeben.

¹⁾ S. auch S. 24, Fußbemerkung 1.

Bei mäßiger Rauchentwicklung war die Ausnutzung am besten; mit der starken Luftzufuhr bei Versuch 1 konnte wohl der Rauch sehr weit eingeschränkt werden, aber dann fiel auch die Brennstoffausnutzung infolge des großen Verlustes an freier Wärme in den Abgasen sehr nieder aus. Sie wurde noch geringer, als es bei Versuch 3 infolge der schon in erheblichem Maße eingetretenen unvollkommenen Verbrennung der Fall gewesen war.

Bei letzterem betrug sie immer noch 63,5 vH, gegenüber 61 vH bei Versuch 1 mit fast gar keinem Rauch. Erst bei der sehr stark unvollkommenen Verbrennung des Versuches 4 ging sie erheblich unter diese Zahl zurück auf 54,4 vH, während bei Versuch 2 mit der mäßigen Rauchentwicklung die Ausnutzung 69,25 vH betrug. Zu diesen Zahlen ist noch zu bemerken, daß die Ausnutzungsverhältnisse bei allen Versuchen dadurch einige Einbuße erlitten, daß das alte Kesselmauerwerk durchweg porös war, wiewohl grobe Undichtheiten nicht vorlagen. Der Einblick in die zur Erörterung stehenden Verhältnisse wird dadurch aber nicht beeinträchtigt.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe lassen ebenso wie die an erster Stelle angeführten Beispiele Fig. 1—3 und 6 den Schluß zu, daß es, wenigstens am Flammrohrkessel, möglich ist, mit dem gewöhnlichen Planrost auch bei gasreicher Steinkohle und bei einer Rostanstrengung von rd. 100 kg unter durchschnittlich vorhandenen Betriebsverhältnissen ohne Rauch zu arbeiten, sofern auf die Ausnutzung kein Wert gelegt wird, und daß vollkommene, also rauchlose Verbrennung vorhanden sein kann, ohne daß auch gleichzeitig gute Ausnutzung eintritt.

Man erkennt, daß, sofern die Wirtschaftlichkeit nicht in Frage käme, nur dafür zu sorgen wäre, dem Verbrennungsraum bei kräftigem Zug reichlich Luft zuzuführen, derart, daß die Gase die Luft rasch genug finden, also bevor sie sich durch Wärmeabgabe an die Heizflächen unter die zu ihrer Entzündung noch erforderliche Temperatur abgekühlt haben. Dabei ist die Anfangstemperatur, wenigstens innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen, auf die Rauchbildung von erheblich geringerem Einfluß als der nach dem Aufwerfen eintretende Luftmangel; dies geht schon daraus hervor, daß bei Versuch 1, wo infolge des hohen Luftüberschusses die Temperatur im Feuerraum zweifellos am niedrigsten war, doch die geringste Rauchbildung eintrat, und zwar nur deshalb, weil die Gase die zur Verbrennung nötige Luft rechtzeitig finden konnten.

Zur weiteren Erörterung des Zusammenhanges der unvollkommenen Verbrennung (als Ursache der Rauchentwicklung) mit der Brennstoffausnutzung verdienen schließlich Ergebnisse, welche von Versuchen an Schiffskesseln vorliegen, insofern noch Erwähnung, als an Bord der Schiffe für die Erzielung vollkommener Verbrennung eigenartige Verhältnisse herrschen. Beim Wasserrohr- wie auch beim Flammrohr-Schiffskessel ist der Weg der Heizgase vom Rost bis zu ihrem Eintritt zwischen bzw. in das Rohrsystem des Kessels ein sehr kurzer und zudem zwingt das Bedürfnis der Raum- und Gewichtersparnis meist, mit großen Rostbeanspruchungen zu arbeiten.

Der Schweizerische Verein von Dampfkesselbesitzern veröffentlicht in seinem Jahresbericht 1905 die Ergebnisse einer Anzahl Versuche, von welchen die mit einigen Ergänzungen in Zahlentafel 5 zusammengestellten für die hier in Betracht kommenden Fragen Interesse bieten. Es sind dies 3 Versuchsgruppen, welche an einem schottischen Schiffskessel mit 1 Flammrohr und gewöhnlicher Planrostfeuerung bei Verheizung verschiedener Brennstoffarten

Zahlentafel 5.

Kesselbauart		Schottischer Schiffskessel mit einem Flammrohr, Goll'sche Roststäbe mit rechteckigen Köpfen.										
Gruppe	—	I		II		III						
Heizfläche (wasserberührte) . . qm	—	60	60	60	60	60	60					
Rostfläche „	—	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31					
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfl.	—	1:45,8	1:45,8	1:45,8	1:45,8	1:45,8	1:45,8					
Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6					
Dauer des Versuchs st		8	8	8	8	8	8					
Brennstoff:		Gaskoks		Friedrichsthal		La Houve						
Gasgehalt der brennbaren Substanz . . . vH	—	—	—	38,0	38,0	45,1	44,3					
verheizt im ganzen kg	1088	1125	1220	1820	1300	1940						
„ in der Stunde „	136,0	140,6	152,5	227,5	162,5	242,5						
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	104	107	116	174	124	185						
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „	2,27	2,34	2,54	3,80	2,7	4,05						
Rückstände: im ganzen „	111	125	147	226	111	169						
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH	10,2	11,1	12,1	12,4	8,5	8,7						
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	8077	8298	8140	11088	8176	11155						
verdampft in der Stunde „	1010	1038	1018	1385	1020	1395						
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	16,85	17,3	16,95	23,1	17,0	23,3						
„ „ „ „ „ 1 qm „												
bezogen auf 637 WE „	17,1	17,6	17,2	23,5	17,3	23,6						
Temperatur °C	7,0	6,9	7,1	7,0	7,0	7,0						
Dampf: Überdruck kg/qcm	5,04	5,17	5,10	4,90	5,18	5,09						
Erzeugungswärme WE	647,7	648,1	647,7	647,5	647,0	647,9						
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt . . . vH	13,9	15,1	12,0	12,9	13,8	14,0						
CO ₂ +O-Gehalt . . . „	20,6	20,7	18,4	17,9	17,7	16,9						
Luftüberschuß . . . „	36	25	57	46	37	35						
Temperatur . . . °C	302	323	280	350	306	377						
Temperatur im Freien „	9,4	8,5	7,5	3,8	4,8	7,3						
Zugstärke: am Kesselende mm WS	6,1	6,1	5,4	8,3	3,4	6,0						
Verdampfung: 1 kg Brennst. verd. Wasser												
a) zu den Versuchsverhältnissen kg	7,42	7,38	6,67	6,09	6,29	5,75						
b) bezogen auf Dampf v. 100 °C aus Wasser v. 0 °C (637 WE) kg	7,55	7,50	6,79	6,19	6,40	5,85						
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	4806	71,0	4783	70,4	4321	65,3	3943	59,6	4076	62,5	3725	57,0
Verloren:												
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme ¹⁾	928	13,7	924	13,6	980	14,8	1146	17,3	920	14,1	1124	17,2
b) in den Rückständen ²⁾	135	2,0	149	2,2	159	2,4	166	2,5	111	1,7	111	1,7
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	905	13,3	938	13,8	1164	17,5	1368	20,6	1418	21,7	1573	24,1
Summe = Heizwert des Brennstoffes	6774		6794		6624		6623		6525		6533	

1) Temperatur der Verbrennungsluft bei allen Versuchen zu 20 °C angenommen.

2) Gehalt an Verbrenlichem in den Rückständen bei allen Versuchen zu 20 vH angenommen.

stattfanden.¹⁾ Die Beschickung erfolgte von Hand, die Schichthöhe soll 6—10 cm betragen haben. Für jede Gruppe wurden 2 Belastungsstufen, 17 und 23 kg Dampferzeugung auf 1 qm Heizfläche in der Stunde gewählt. Mit Koksfeuerung war es nach den Angaben in dem betreffenden Bericht nicht möglich, eine höhere Leistung als 17 kg zu erreichen, dabei lag allerdings die Rostbeanspruchung mit 104 bzw. 107 kg für einen derartigen Brennstoff auch schon erheblich hoch.

Die Vollkommenheit bzw. Unvollkommenheit der Verbrennung kommt in den Restgliedern der Wärmebilanzen, sowie in der Summe von Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt der Heizgase zum Ausdruck. Charakteristisch ist auch hier wieder die Zunahme des Restverlustes einerseits bei gleichbleibender Belastung mit Verwendung der Gaskohlen, insbesondere der „La Houve“ mit sehr hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen gegenüber Koks und andererseits mit der Belastung bei Verfeuerung jeweils derselben Kohle²⁾.

Unter Berücksichtigung der großen Rostbeanspruchungen und des Fehlens einer Oberluftzufuhr, dem Zweck dieser Versuche entsprechend, lassen die Ergebnisse annehmen, daß die Bedienung des Feuers in geschickter Weise erfolgte. Bei einer Feuerführung, wie sie an Bord der Schiffe vielfach üblich ist, hätten sich zweifellos noch ungünstigere Verhältnisse ergeben.

Diese Erörterungen dürften genügen, um einen hinreichenden Einblick in die in Frage stehenden Beziehungen zu gewähren. Namentlich die durch Rauchübersichten erläuterten Versuchsergebnisse führen zu dem Schluß, daß bei geeigneter Ausbildung der Feuerung die Rauchentwicklung in mäßige Grenzen eingeschränkt und durchaus gute Brennstoffausnutzung erreicht werden kann. Selbst bei sehr wenig Rauch sind noch annehmbare Ausnutzungsziffern erzielt worden. Man sieht aber auch weiter, daß bei dem von Hand beschickten Planrost die Verminderung der Rauchentwicklung über gewisse Grenzen hinaus — selbst bei Anwendung von Oberluft — unbedingt einen Rückgang der Ausnutzung zur Folge hat, welcher mit dem Grad dieser Verminderung ziemlich rasch wächst, weil zur vollständigen Verbrennung der letzten noch verbleibenden Gasreste ein verhältnismäßig hoher Luftüberschuß aufgewendet werden muß. Bei Verheizung von gasreichen Kohlen in Planrostfeuerungen, zumal wenn diese periodisch beschickt werden, wird man daher im Interesse der Wirtschaftlichkeit des Betriebs nicht absolute Rauchlosigkeit verlangen dürfen, man wird sich vielmehr bei diesen Feuerungen mit einem als rauchschwach (s. S. 30) zu bezeichnenden Zustand zu begnügen haben. Dies gilt zumeist auch für selbsttätig und ununterbrochen beschickte Feuerungen. Beispielsweise ist bei den später in Abschnitt V behandelten Einrichtungen, welche infolge der allmählichen Entgasung des Brennstoffes während der ungestörten Arbeitsweise wirklich rauchlos betrieben werden können, jedesmal nach dem zur Vermeidung hohen Luftüberschusses erforderlichen Eingreifen des Heizers die Rauchentwicklung nicht vollständig zu verhüten.

Immerhin lassen die Rauchübersichten Tafel I Nr. 6—8 erkennen, daß sich schon beim handbeschickten Planrost unter Aufrechterhaltung der erreichten höchsten Ausnutzungsziffern bezüglich der Rauchentwicklung Verhältnisse herbeiführen lassen, welche weitgehenden Ansprüchen zu genügen vermögen. Dabei liegt bei Anwendung von Oberluft die Grenze für die Einschränkung des Luftüberschusses wesentlich günstiger als ohne erstere.

¹⁾ Über Versuche an einem Wasserrohr-Schiffskessel ist im Jahresbericht des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg 1906 S. 42—44, Zahlentafel 21, sowie ferner über weitere Versuche am Zylinderkessel 1905 S. 19 und 20, Zahlentafel 4, 1906 S. 44—45, 1908 S. 33—36 und 1909 S. 48—50 berichtet.

²⁾ S. auch Constam und Schläpfer (S. 13, Fußbemerkung 3), Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1909 S. 1887 u. ff.

Wenn nun diese Feststellungen auch zeigen, daß bei Minderung der Rauchentwicklung die wirtschaftlichen Interessen meist nicht im Vordergrund stehen, daß es sich vielmehr zur Hauptsache um Fragen des öffentlichen Interesses handelt, so greifen doch beide, die Frage der Rauchverhütung und diejenige möglicher Ausnutzung der Brennstoffe, so vielfältig ineinander, daß man zur Erzielung eines durchgreifenden Fortschrittes gut tun wird, nicht die eine Frage ohne die andere zu behandeln. Jenes Ineinandergreifen ist nach den gemachten Erörterungen allerdings anders, als es häufig dargestellt wird. Rauchfreies Arbeiten ist im allgemeinen um so weniger einfach zu erreichen, je wirtschaftlicher die Verbrennung gestaltet werden soll, je mehr man den Luftüberschuß einzuschränken bestrebt ist. Gerade diese Verhältnisse bilden den Kernpunkt der Rauchfrage, und in ihnen liegt die Schwierigkeit der Lösung, sofern diese in einer genügend einfachen, ausreichende Betriebssicherheit gewährleistenden Weise erfolgen soll. Man hat alsdann nicht nur dafür zu sorgen, daß Luftbedarf und Luftzufuhr einander möglichst angepaßt werden, man wird außerdem, um mit geringem Luftüberschuß auskommen zu können, danach trachten müssen, daß eine möglichst rasche und gute Mischung der Gase mit der Luft eintritt, so daß trotz der geringeren Luftmenge die Gase ihren Bedarf doch genügend rasch, d. h. bevor sie sich zu stark abgekühlt haben, decken können.

Das zuweilen angetroffene Bestreben, die Rauchentwicklung vermindern zu wollen durch starke nachträgliche Luftzufuhr an einer Stelle, wo den Heizgasen schon zu viel Wärme entzogen ist, um noch eine Verbrennung einzugehen, ist natürlich immer verfehlt. In diesem Falle handelt es sich um eine Selbsttäuschung. Der Rauch wird nicht vermindert, sondern nur verdünnt. Dabei ist es ein Unterschied, ob solche zu spät zugeführte und daher überschüssige Luft noch in den Heizzügen oder hinter denselben zu den Heizgasen gelangt. In letzterem Falle tritt nur eine Zug-Schwächung ein, während im ersten Falle außerdem noch die Wärmeausnutzung beeinträchtigt wird.

Am Schlusse dieser Darlegungen erscheint es angebracht, auf zwei verfehlt Bezeichnungen hinzuweisen, die selbst in technischen Kreisen ziemlich fest eingewurzelt sind. Erstens handelt es sich in allen unseren Feuerungen nicht um „Rauchverbrennung“ oder „Rauchverzehrung“, sondern das Bestreben kann nur darauf gerichtet sein, die Entstehung des Rauches zu verhüten. Die Verbrennung einmal ausgeschiedenen Rußes ist so schwierig zu erreichen, führt zu derartigen Umständlichkeiten und wäre außerdem meist wirtschaftlich so unzweckmäßig, daß eine solche ernstlich gar nicht in Frage kommen kann. Richtig ist deshalb nur, von „Rauchverminderung“ oder „Rauchverhütung“ zu sprechen.

Sodann wird mit dem Begriff „Rauchlosigkeit“ viel Mißbrauch getrieben. Auch der Ausdruck „Technische Rauchlosigkeit“ wird gerne unberechtigt angewendet, wenn nur zeitweilig gar kein Rauch auftritt, oder wenn der Fortfall von dunkelgrauem oder schwarzem Rauch zum Ausdruck gebracht werden soll. Im vorliegenden Werk ist die Bezeichnung „rauchlos oder rauchfrei“ natürlich nur im vollen Sinne der sprachlichen Bedeutung dieses Wortes gebraucht. Dasselbe gilt von den einzelnen Stufen der Rauchstärken-Bewertung in den Rauchübersichten, wonach die Rauchstärken 1–2 noch so unbedeutend sind, daß der hierbei entstehende Rußauswurf, zumal bei nur vorübergehendem Auftreten, kaum als belästigend bezeichnet werden kann.

I. Die einfache Planrostfeuerung.

Die allgemeinen Bedingungen für vollkommene, rauchfreie Verbrennung auf dem einfachen Planrost.

Zunächst ist der Verlauf der Verbrennung in Planrost-Feuerungen von einer Beschickung zur andern zu verfolgen. Da nach den Erörterungen des vorigen Abschnitts Brennstoffe wie Koks usw., die keine oder nur wenig flüchtige Bestandteile enthalten, nicht Anlaß zu Rauchentwicklung geben, so ist für die folgenden Betrachtungen die Verwendung von gasreichen Brennstoffen ein für allemal vorausgesetzt. In diesem Falle kann man sich den zur vollkommenen Verbrennung erforderlichen Bedarf an Luft in zwei Teile zerlegt denken:

- in den Luftbedarf zur Verbrennung der festen, kohligen Bestandteile (auf dem Rost) und
- in den Luftbedarf zur Verbrennung der flüchtigen Bestandteile (über der Brennstoffschicht).¹⁾

Bei gleichbleibender Kesselbelastung und Zugstärke wird sich der erstere Betrag des Luftbedarfs auf den ganzen Zeitraum zwischen zwei Rostbeschickungen annähernd gleichmäßig verteilen; dagegen entfällt der andere Betrag nur auf einen mehr oder weniger kurzen Teil dieses Zeitraums und zwar so, daß der Gesamtluftbedarf anfänglich nach dem Aufwerfen des frischen Brennstoffs am größten ist und im allgemeinen nach einiger Zeit rasch kleiner wird. Die verhältnismäßige Größe dieser beiden Luftmengen verändert sich für verschiedene Brennstoffe mit dem Verhältnis vom Gehalt an fixem Kohlenstoff zu demjenigen an flüchtigen Bestandteilen. Außerdem ist das augenblickliche Anwachsen des Mehrbedarfs an Verbrennungsluft bzw. die Zeitdauer des Mehrbedarfs von der Lebhaftigkeit der Entgasung abhängig, welche, abgesehen von den individuellen Eigenschaften des Brennstoffs, von der Beanspruchung und Feuerführung, ganz wesentlich durch die Ausgestaltung des Feuerraums beeinflusst wird. Ist die Feuerung durch Wärmespeicher (Mauerwerk) gebildet, so beschleunigt deren Wärmestrahlung die Entgasung des frischen Brennstoffs; dementsprechend wird der Luftbedarf für die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile stark anwachsen, sich aber auf eine verhältnismäßig kurze Zeit beschränken; ist dagegen der Feuerraum von wärmeentziehenden Heizflächen umgeben, so wird die Entgasung verzögert und der Mehrbedarf an Verbrennungsluft verteilt sich auf einen längeren Zeitabschnitt gleichmäßiger. Stark backende Kohlen werden nach dem Aufwerfen zur Hauptsache nur an der Oberfläche der glühenden

¹⁾ S. auch S. 8.

Brennstoffschicht entgasen, während der verhältnismäßig große, im Innern der frischen Schicht verbleibende Gasrest sich erst nach dem hierbei notwendig werdenden Lockern ausscheidet. Damit tritt auch eine entsprechende Änderung im Verlauf des Luftbedarfes ein.

Die zuströmende Luftmenge wird entgegengesetzt dem Verlauf des Luftbedarfes von einer Beschickung zur andern zuerst gering sein und über eine gewisse Zeit ungefähr gleichbleiben, allmählich aber naturgemäß anwachsen in dem Maße, als der ihr entgegëtretende Widerstand auf dem Rost mit dem fortschreitenden Abbrand des Feuers sich verringert.

Die anfänglich kleinste Luftzuströmung und der größte Luftbedarf während jeder Arbeitsperiode fallen somit zeitlich zusammen. Um nun durchschnittlich mit einem mäßigen Luftüberschuß, wie er mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit immer verlangt werden muß, in der Feuerung auszukommen, darf auch am Ende jeder Periode das Übermaß der größten zuströmenden Luftmenge über den zu dieser Zeit herrschenden kleinsten Bedarf einen bestimmten Betrag nicht überschreiten. Wird dieser Forderung Genüge geleistet, so herrscht aber zu Anfang, während der Entgasung, Luftmangel in der Feuerung, sofern nicht entsprechende Vorkehrungen dagegen getroffen werden.

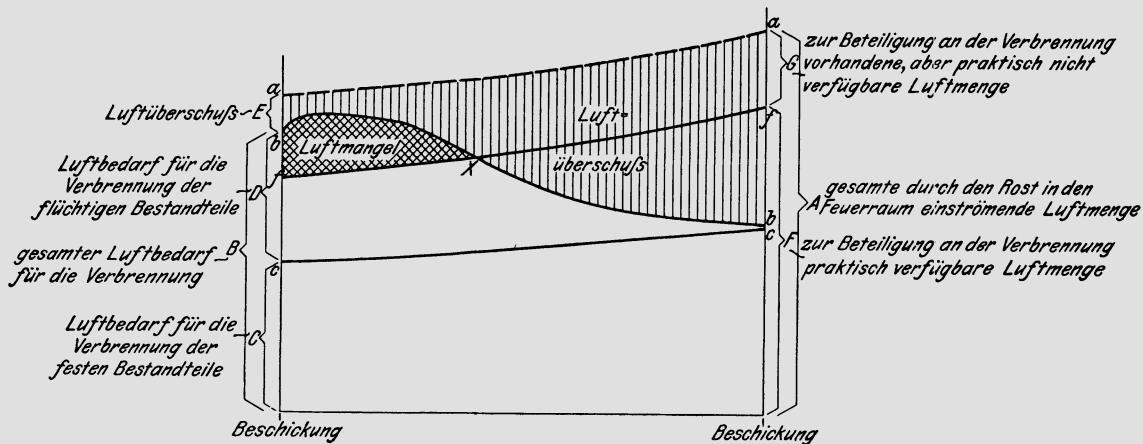


Fig. 8.

Verlauf von Luftbedarf und Luftzuströmung bei periodischer Rostbeschickung.

In Fig. 8 ist versucht, diesen Zusammenhang zu veranschaulichen; die Darstellung ist natürlich nur als ganz schematisch aufzufassen und setzt auch gleichbleibende Brenngeschwindigkeit voraus. Unter dem Linienzug $a-a$ ist der Verlauf der gesamten in den geschlossenen Feuerraum durch den Rost einströmenden Luftmenge A während einer Beschickungsphase gedacht. Die Luftzufuhr wächst entsprechend dem mit dem Abbrand der Schicht sich verringernden Rostwiderstand. Den tatsächlichen Luftbedarf B für die vollständige Verbrennung der flüchtigen und festen Bestandteile stellt der Linienzug $b-b$ dar. Seine Größe und der Verlauf können in Wirklichkeit sehr verschieden ausfallen. Hiervon kommt der durch die Linie $c-c$ gekennzeichnete Betrag C auf die Verbrennung der festen Bestandteile, und der Rest D wird zur Verbrennung der flüchtigen Bestandteile gebraucht.

Da in Abhängigkeit vom Grad der Mischung gewisse Sauerstoffteilchen durch die Feuerung ziehen werden, ohne sich an der Verbrennung zu beteiligen, so findet die durch den Rost zuströmende Luftmenge A praktisch nicht vollständig Verwertung für die Verbrennung; sie wird schon zu Anfang der Phase etwas größer sein als der gesamte Luftbedarf B , so daß ein Luftüberschuß E besteht. Dieser wächst natürlicherweise an mit fortschrei-

tender Entgasung, d. h. mit dem abnehmenden Luftbedarf B und der gleichzeitig zunehmenden Luftzuströmung A .

Infolge der vorstehend erwähnten, je nach der Innigkeit der Mischung im Feuerraum mehr oder weniger unvollständigen Beteiligung an der Verbrennung ist nur ein entsprechender Betrag F der zugeführten Luftmenge A zur Verbrennung praktisch verfügbar. Ein gewisser Teilbetrag G muß unnütz mitgeführt werden. Dieser letztere Teil G erreicht unter gegebenen Verhältnissen eine bestimmte Größe und sei näherungsweise über die ganze Beschickungsphase als gleichbleibend angenommen. Da er im allgemeinen den Überschuß E der gesamten Luftzufuhr über den Bedarf überwiegen wird, so ist während der ersten Zeit der Phase trotz eines Überschusses der Gesamtluftzufuhr ein Mangel an derjenigen Luft vorhanden, die sich tatsächlich an der Verbrennung beteiligt. Von X ab findet ein Übergang dieses Mangels an beteiligter Luft in einen Überschuß statt. Der in Fig. 8 angedeutete Verlauf der Linienzüge $b-b$ und $f-f$ ist ein um so stärker entgegengesetzter, je gasreicher der verwendete Brennstoff, und je rascher der Abbrand auf dem Rost vor sich geht.

Im Sinne der Verhütung von unvollkommener Verbrennung und Rauch ist nun danach zu trachten, daß die doppeltschraffierte Fläche möglichst in Fortfall kommt, andererseits aber auch die einfach schraffierte Fläche im Interesse der Einschränkung des Abwärmeverlustes auf ein praktisch erreichbares Mindestmaß eingeschränkt wird. Richtet sich das Bestreben darauf, den Rauch während der hauptsächlichen Entgasung zu verhüten, so muß der Linienzug $f-f$ annähernd mit $b-b$ an dessen höchster Stelle zusammenfallen. Damit verläuft aber auch $a-a$ mit Rücksicht auf den unveränderten Betrag G entsprechend hoch, solange die am einfachen Planrost bei gleichbleibender Brenngeschwindigkeit bestehenden Voraussetzungen vorliegen. Es ist an Hand der Fig. 8 erklärlich, daß auf diese Weise, wenn Luftmangel vermieden werden soll, der gesamte Luftüberschuß und mit ihm auch der Abwärmeverlust leicht mehr anwachsen wird, als sich durch vollkommenere Verbrennung gewinnen läßt.

Nach diesen Darlegungen wird man leicht einsehen, daß auf dem gewöhnlichen Planrost für unterbrochene Beschickung mit gasreichen Brennstoffen bei gleichzeitiger Einschränkung des durchschnittlichen Luftüberschusses auf ein wünschenswertes Mindestmaß die Herbeiführung rauchfreier Verbrennung ohne weiteres gar nicht zu erreichen ist. Luftbedarf und Zuströmung weisen einen entgegengesetzten Verlauf auf; daher kann die erste Bedingung für vollkommene Verbrennung¹⁾ „möglichste Anpassung der Luftzufuhr an den Bedarf“ nicht erfüllt werden. Wohl ist es möglich, wie im nächsten Abschnitt noch näher erörtert, durch die Art der Beschickung einen Mittelweg einzuschlagen und sich mit einer teilweisen Rauchverminderung bei gleichzeitiger Zulassung eines etwas größeren durchschnittlichen Luftüberschusses abzufinden.

Der vielfach verfolgte Gedanke, durch Wechsel der Zugstärke zwischen einer Beschickung und der anderen die Luftzufuhr an den Luftbedarf anzupassen, kann unter Wahrung guter Wirtschaftlichkeit insofern zu keinem befriedigenden Erfolge führen, als es zunächst schwierig wäre, auf diese Weise den ganzen Mehrbedarf an Luft nach dem Aufwerfen zu decken. Mit der durch den stärkeren Zug bedingten Zunahme der Brenngeschwindigkeit wird sofort auch wieder die Ausscheidung der Gase aus dem Brennstoff beschleunigt, und damit der augenblickliche Luftbedarf noch weiter erhöht. Der Linienzug $b-b$ wird also anfänglich $f-f$ immer wieder vorausseilen.

Erfahrungsgemäß ist in Kesselfeuerungen bei hochwertigen Brennstoffen überhaupt, und bei

¹⁾ S. S. 9.

solchen mit geringem Heizwert im allgemeinen, die weitere Bedingung für vollkommene Verbrennung; „genügend hohe Temperatur im Verbrennungsraum“ erfüllt. Die Verhältnisse liegen deshalb auch meist um so ungünstiger, je mehr die Entgasung des Brennstoffs etwa durch Einwirkung von Wärmespeichern beschleunigt wird. Damit vergrößert sich anfänglich nur das Übermaß des Bedarfs an Luft über deren Zuströmung durch den Rost. Luftmangel und unvollkommene Verbrennung werden zu Anfang noch größer, wenn auch ihre Zeitdauer sich etwas verringert. Durch eine absichtliche Steigerung der Temperatur im Verbrennungsraum wird demnach — zum mindesten bei Verheizung von hochwertigen gashaltigen Brennstoffen — die Erzielung eines mit mäßigem Luftüberschuß rauchfrei erfolgenden Betriebs nicht gefördert, sondern erschwert. Rasche Entgasung des Brennstoffs wirkt natürlich noch ungünstiger, wenn eine „frühzeitige gründliche Vermischung der Luft mit den entwickelten Gasen“ nicht gewährleistet ist durch geeignete Anordnung des Feuerraums. Dieser Forderung werden meist jene Anlagen nicht gerecht, bei welchen starke Rauchentwicklung schon während der Beschickung zu beobachten ist, also solange die Feuertür noch geöffnet und die Luftzufuhr auf alle Fälle größer ist als der Bedarf. Dafür spricht auch die Tatsache, daß bei einem hinreichend bemessenen und genügende Mischung gewährleistenden Verbrennungsraum — selbst wenn dieser von wärmeaufnehmenden Heizflächen umgeben ist — im allgemeinen die Feuerung während dieser Zeit rauchlos geht, obwohl schon erhebliche Mengen flüchtiger Bestandteile aus dem frischen Brennstoffe sich ausscheiden.

Häufig findet man über den Einfluß des Öffnens der Feuertür auf die Rauchbildung sehr unzutreffende Ansichten. Dieser Einfluß hat, sofern auf dem Rost dauernd eine gute Grundglut aufrecht erhalten wird, eigentlich nur Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit, und zwar am meisten bei Verwendung gasarmer, nicht zur Rauchbildung neigender Brennstoffe. Werden dagegen solche mit erheblichem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen verfeuert, so beginnt gleich nach dem Aufwerfen eine Aufwirbelung der freiwerdenden Gase, welche die Geschwindigkeit der durch die Türöffnung strömenden Luft einschränkt; auch wird ein Teil dieser Luft zur Verbrennung der Gase verbraucht. Die Luftzuströmung durch den Rost ist zu dieser Zeit gering, da der Widerstand der Brennstoffschicht bestehen bleibt und durch die neue Beschickung sogar etwas vergrößert wird. Während daher in wirtschaftlicher Beziehung kaum ein großer Nachteil eintritt, wird die Vollkommenheit der Verbrennung unter der eingangs erwähnten Voraussetzung guter Grundglut eher begünstigt, da während des Offenstehens der Feuertür Luftmangel über dem Rost jedenfalls nicht vorhanden ist.

Neben den bereits angeführten Gründen kann auch in der Art des Aufgebens frischer Kohle auf den Rost eine wesentliche Ursache der Rauchentwicklung liegen. Bei der Verschiedenheit der in Frage kommenden Verhältnisse läßt sich jedoch dieser Einfluß nicht in kurzen Worten zusammenfassen. Die Kunst des Heizens ist von einer großen Zahl von Faktoren abhängig, deren Bedeutung in den einzelnen Fällen ganz verschieden sein kann. Oft hat die Vernachlässigung des einen dieser Faktoren nur so wenig ungünstige Folgen, daß sie der Vorteil eines hierdurch besser zu berücksichtigenden anderen Moments weitaus aufwiegt.

Allgemein kann nur gesagt werden, daß bei einem regelmäßigen Aufgeben des Brennstoffes auf den Rost in nicht zu langen Zeiträumen die Vorbedingungen für die Verhütung starker Rauchentwicklung, soweit sie von der Bedienung abhängen, am ehesten erfüllt werden können. Auf besondere Arten des Aufgebens der Kohle auf die Glut ist im nächsten Kapitel ausführlich eingegangen.

Eine gewisse Erhöhung der Rauchentwicklung kann ferner das Bearbeiten des Feuers (Ausgleichen und Schüren) und das Abschlacken des Rostes verursachen. Mit dem Voran-

schreiten der Schlackenabsonderung¹⁾ ist indessen gewöhnlich eine Zunahme der Rauchentwicklung nicht verbunden, sondern eher eine Abnahme derselben, da mit wachsendem Rostwiderstand der Unterdruck im Feuerraum zur Erzielung gleichbleibender Brenngeschwindigkeit vergrößert werden muß und bei Zuströmung gleicher Luftmenge durch den Rost an den etwa undicht schließenden Feuertüren usw. mehr Luft über dem Rost zuströmt, welche der vollkommeneren Verbrennung der sich ausscheidenden flüchtigen Bestandteile zugute kommt. Auch während des Abschlackens tritt eine Steigerung der Rauchentwicklung nicht ein, wenn keine besonders ungünstige Arbeitsweise oder sonst außergewöhnliche Umstände mitsprechen. Dagegen ist oft in der ersten Zeit nach dem Abschlacken, sofern diese Arbeit während des Betriebs stattzufinden hat, stärkeres Rauchen wahrzunehmen. Zum Ausgleich der mit dem Abschlacken zusammenhängenden geringeren Wärmeentwicklung und zur Wiederherstellung einer genügenden Grundglutschicht muß die Feuerung für einige Zeit mehr beansprucht werden. Um die etwa gefallene Dampfspannung wieder hoch zu bringen, verfällt dann häufig der Heizer in die verwerfliche Arbeitsweise, in der noch nicht entgasten Brennstoffschicht mit der Krücke viel herumzurühren.

Bedienung, Bau und Betrieb des Planrostes.

Steht der Heizer vor der Aufgabe, eine gasreiche Kohle auf dem einfachen Planrost wirtschaftlich und rauchschwach zu verfeuern, so muß er sehr aufmerksam und mit Verständnis arbeiten. Die Erfahrung lehrt, daß weniger der Mangel an Verständnis als die Schwierigkeit, des Heizers Aufmerksamkeit dauernd gleich stark anzuspannen zu unbefriedigenden Ergebnissen führt. Diese Tatsache, die nicht verschwindet, sondern sich bei den heutigen Arbeiterverhältnissen immer fühlbarer macht, läßt den Wert von Heizmethoden, welche die Unvollkommenheit der einfachen Planrostfeuerung durch eigenartige und mühevoll Bedienung zu ersetzen suchen, nicht allzu hoch anschlagen. Immerhin mag es sich verlohnen auf die einzelnen Methoden näher einzugehen.

Bei der Planrostfeuerung kommen hauptsächlich drei verschiedene Bedienungsarten zur Anwendung:

Gleichmäßige Beschickung der ganzen Rostfläche;

¹⁾ Die Bildung und das Verhalten der Schlacke hängen einerseits von der Art und Menge der mineralischen Bestandteile der Kohle, wesentlich aber auch von der in der Brennschicht herrschenden Temperatur ab; die Erscheinungen ungünstiger Schlackenbildung wachsen im allgemeinen mit der Schichthöhe, sowie mit den sonstigen, diese Temperatur erhöhenden Einflüssen, wie unzureichende Abmessungen der Roststäbe, Wärmestauung im Feuerraum und dergleichen. Hierbei erhöht sich die Neigung der Schlacke zum Fließen, und dieselbe schließt mehr Kohlenteilchen ein, das Entfernen der Schlacken vom Rost erschwert sich und muß häufiger vorgenommen werden, was einen größeren Verlust durch unverbrannte Teile, sowie eine Erhöhung des Abwärmeverlustes zur Folge hat. Ferner wird die Brenngeschwindigkeit beeinträchtigt und bei starker Erwärmung der Roststäbe deren Haltbarkeit wesentlich verringert. Ist der Feuerraum durch Mauerwerk begrenzt, so backt die Schlacke daran fest und bedingt häufigere Ausbesserung. Alle diese Übelstände werden noch gefördert, wenn, wie dies nicht selten zu beobachten ist, der Heizer Glut und Schlacke durcheinanderrührt, oder auch nur die letztere mit dem Schürzeug (der Schleuse) vom Rost anhebt bzw. aufbricht, um den Durchtritt der Verbrennungsluft in die Glut zu erleichtern. Dieser Zweck kann natürlich nur für den ersten Augenblick erreicht werden; denn während vorher die unmittelbar auf dem Roste liegende Schlacke ständig gekühlt wurde, wird sie nunmehr in die Glutschicht geraten und rasch schmelzen, die Rostspalten also um so mehr dichtsetzen, auf dem Rost festbrennen und denselben starkem Verschleiß unterwerfen. Auf diese Weise wird die Schlacke zum Schmierer gebracht, selbst wenn sie sonst gar keine besondere Neigung dazu hat, und das Abschlacken muß unter erschwerten Umständen in kürzeren Zeiträumen vorgenommen werden.

Beschickung des vorderen Rostteiles nach vorherigem Zurückschieben der Glut (sog. Kopffeuer);¹⁾

Teilweises Bedecken der Rostfläche mit frischem Brennstoff, sei es durch Beschickung des Rostes auf die ganze Länge mit nur teilweiser Bedeckung der Seiten, oder auch Beschickung nur einer Rosthälfte.

Das Überstreuen der Kohle auf die ganze Rostfläche, Fig. 9 und 10, hat in wirtschaftlicher Hinsicht den Vorteil der Einfachheit in der Ausübung für sich, ist übersichtlich, leicht kontrollierbar und gestattet eine weitgehende Einschränkung des Luftüberschusses, jedoch keine rauchschwache Verbrennung. Die über die ganze Fläche dünn übergestreute Kohle entgast

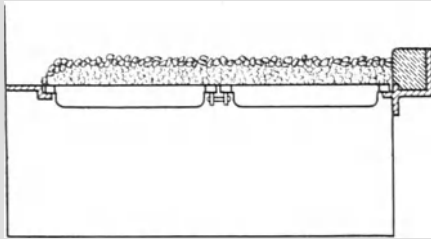


Fig. 9.

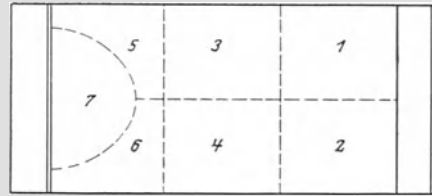


Fig. 10.

fast gleichzeitig. Es tritt augenblicklich über der Schicht hoher Luftbedarf ein, dem die durch den Rost einströmende Luft nicht Rechnung tragen kann. Unvollkommene Verbrennung und Rauch bleiben dabei nicht aus. Je kürzer die Zwischenräume, in denen aufgefueuert wird, und je kleiner damit auch die Mengen an frischer Kohle sind, die auf das Feuer kommen, desto günstiger gestalten sich die Verhältnisse für den Rauch wie auch für die Wirtschaftlichkeit. In den meisten Betrieben ist jedoch die Häufigkeit des Auffeuerns so begrenzt, daß ein Beschicken in sehr kleinen Mengen nicht eingehalten werden kann. Dagegen erfüllen eine große Zahl mechanischer Einrichtungen²⁾ diese Forderung in vollkommener Weise. Bei ihnen entfällt wenigstens der mit periodischer Beschickung verursachte wechselnde Luftbedarf und alle hiermit verknüpften Nachteile.

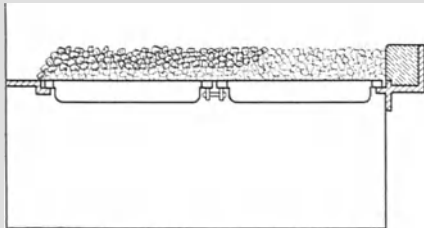


Fig. 11.

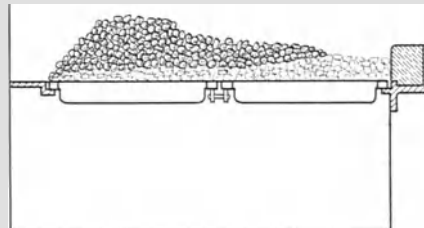


Fig. 12.

Bei der zweiten Beschickungsart, dem sogenannten Kopffeizen, schiebt der Heizer die bereits entgaste Gluttschicht auf die hintere Hälfte des Rostes und legt den frischen Brennstoff vorn auf (Fig. 11 und 12). Hierbei geht die Entgasung nur langsam vor sich. Der Luftbedarf für die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile wächst zu Anfang in geringem Maße an, so daß er sich aus der etwa durch den Rost und die durchgebrannte Gluttschicht unverbraucht in den Verbrennungsraum gelangenden Luftmenge teilweise oder unter Umständen vollständig decken kann. Da bei Vorhandensein einer genügenden Gluttschicht der

¹⁾ Nach Schimming, Die Beurteilung der Dampfkessel 1886, soll dieses Verfahren zuerst in Cornwall gehandhabt worden sein.

²⁾ S. Abschnitt V.

Verbrennungsraum die nötige Temperatur besitzt, so kann hinsichtlich der Rauchentwicklung mit dieser Arbeitsweise eine Besserung geschaffen werden. Deren Grad und die Begrenzung der Anwendbarkeit sind außer von den Eigenschaften des Brennstoffes (Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, Neigung zum Backen, Entzündungsfähigkeit usw.) in erster Linie abhängig von der Größe der herrschenden Rostanstrengung. Soll nämlich die aus praktischen Rücksichten jeweils aufzugebende Menge des Brennstoffes rascher verbrannt werden, als daß sie genügend Zeit für die allmähliche Entgasung finden kann, so versagt diese Arbeitsweise. Andererseits kann sich leicht durch starken Abbrand der hinteren Glutschicht bis zum nächsten Zurückschieben der Luftüberschuß wesentlich erhöhen und die Wirtschaftlichkeit recht ungünstig gestalten.

Eine andere, dem Kopfheizen ähnliche Methode, bei der jedoch die Entgasung sich nicht dadurch verzögert, daß die Kohle vorn hoch aufgeschüttet, sondern dadurch, daß sie nicht direkt auf die Glutschicht gelegt wird, ist durch Fig. 13 und 14 erläutert. Diese eigenartige Bedienungsweise wurde nach C. Bach¹⁾ von einem Lehrheizer in Basel geübt und verbreitet. Vor dem Aufwerfen wird der glühende Brennstoff mit einer entsprechend geformten Krücke zurückgeschoben (Fig. 13), so daß ein nach drei Seiten von glühendem Brennstoff begrenzter Raum frei bleibt, der Heizer wirft die frischen Kohlen (etwa 2—3 Schaufeln) auf den freigemachten Rostteil auf, wobei er aber, wie Fig. 14 zeigt, einen Teil des Rostes von 20—30 cm Breite und 2—5 cm Länge unbedeckt läßt.

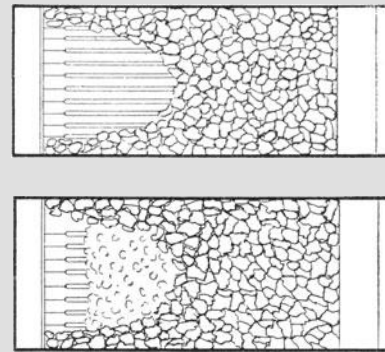


Fig. 13 und 14.

Statt die zur Verbrennung der ausgetriebenen Gase erforderliche Luft durch die kleine auf dem Rost freigelassene Fläche zuströmen zu lassen, welche Methode, wenn sie nicht zur Verschwendung führen soll, einen erheblichen Grad von Aufmerksamkeit voraussetzt, werden für diesen Zweck auch einstellbare Öffnungen in der Feuertür benutzt. Um ferner zu vermeiden, daß beim Aufwerfen auf den entblößten Rost und beim Zurückschieben des Brennstoffes Kohlenstückchen durch die Rostspalten fallen, sind auch schon Rostplatten vorn eingebaut worden, so groß, daß sie den frischen Brennstoff aufnehmen können. Die zur Verbrennung nötige Luft soll dabei meist vollständig durch den eigentlichen, die glühende Brennstoffschicht tragenden Rost zuströmen, und die ausgetriebenen Gase sollen beim Wegstreichen über letzteren mit ihr zusammentreffen. Natürlich hindert nichts, auch in diesem Fall einen Teil der Luft durch Öffnungen an der Feuertür, oder durch teilweises Offenlassen der letzteren selbst zuzuführen. Ein Nachteil dieser Rostplatte besteht darin, daß sie leicht verbrennt. Ferner ist die erreichbare Rostanstrengung sehr beschränkt, weil der vorn aufgebene Brennstoff je nach den Eigenschaften und der Menge für seine Entgasung geraume Zeit erfordert, die ja auch zu gewähren ist, wenn der Rauchbildung wirksam entgegen getreten werden soll. Fehlt diese Zeit, so ist starkes Rauchen beim Zurückschieben der Glut unvermeidlich.

Da bei derartigen Bedienungsweisen nur ein Teil des Rostes der eigentlichen Verbrennung dient, so ist für dieselbe Leistung eine größere Rostfläche vorzusehen, als bei gleichmäßiger Verteilung der Kohle über den ganzen Rost.

Bei der dritten Beschickungsart, die frische Kohle beispielsweise auf die ganze Länge des Rostes, jedoch mit nur teilweiser Bedeckung der Seiten, aufzugeben (Fig. 15, 16 und 17).

¹⁾ S. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1883, S. 180.

hat es der Heizer bei geringerer Abhängigkeit von der auftretenden Rostanstrengung in der Hand, die Rauchentwicklung einzuschränken, namentlich, wenn auf gute Brennstoffausnutzung keine besondere Rücksicht genommen wird. Soll aber die Verbrennung gleichzeitig rauchschwach und wirtschaftlich erfolgen, so müssen dauernd große Anforderungen an die Aufmerksamkeit und das Verständnis des Heizers gestellt werden. Namentlich bei der Seitenausdehnung der Schicht ist sehr sorgfältig zu verfahren, wenn starke Rauchentwicklung nach der Beschickung und ferner übermäßig hoher Luftüberschuß nach der Entgasung verhütet werden sollen.

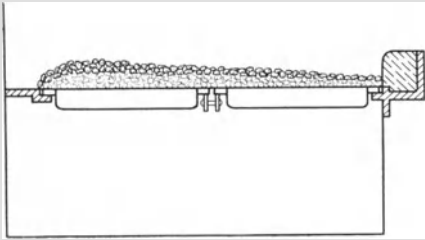


Fig. 15.

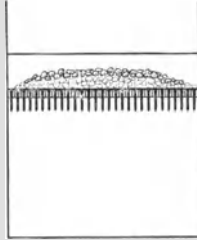


Fig. 16.

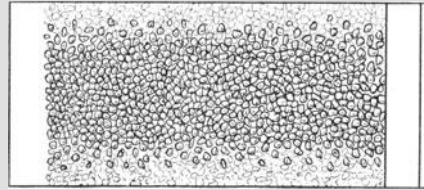


Fig. 17.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem auch zuweilen geübten teilweisen Freilassen des Rostes vorne oder nach hinten zu.

In allen jenen Fällen, in welchen die Verbrennungsgase vom Feuerraum nicht über eine hinter demselben gelagerte Feuerbrücke, sondern in senkrechter Richtung abziehen, wird natürlich die Wirkung dieser Arbeitsweisen hinsichtlich der Rauchverhütung beschränkt sein.

Eine weitere, bei breiten Rostflächen mit mehreren Feuertüren gebräuchliche Bedienungsart besteht darin, die Rostfläche durch die einzelnen Türen abwechselnd zu beschicken, so daß immer ein Teil der Brennschicht schon durchgebrannt ist, wenn auf den anderen frische Kohle kommt. Natürlich erhöht sich hierdurch die Inanspruchnahme des Heizers, da die Beschickungen in kürzeren Pausen aufeinander folgen. Auf die Rauchentwicklung sind dabei zweierlei Einflüsse wahrzunehmen. Einerseits erscheint die nach der Beschickung auftretende Rauchstärke geringer, weil die Menge des entwickelten Rauches zeitlich gleichmäßiger verteilt ist; andererseits kann aber auch an dem bereits durchgebrannten Teil der Schicht überschüssige Luft in den Feuerraum strömen, welche der Verbrennung der flüchtigen Bestandteile aus der frisch beschickten Fläche zugute kommt und tatsächlich die Bildung von Rauch verringert.

Die Verhältnisse in der Planrostfeuerung lassen sich in kurzen Zügen folgendermaßen kennzeichnen: Es ist eine erwiesene Tatsache, daß auf dem einfachen Planrost bei periodischer Beschickung (von Hand) mit gasreichem Brennstoff zwar rauchschwach gearbeitet werden kann, solange die Rostbeanspruchung gewisse Grenzen nicht überschreitet, daß dann aber, sofern nicht ganz mäßige Beanspruchung vorliegt, hinsichtlich der Ausnutzung die Ansprüche verhältnismäßig bescheiden sein müssen. Dies begründet sich damit, daß die unmittelbar nach dem Aufgeben der Kohle sich entwickelnden Gase zu ihrer vollkommenen Verbrennung sehr viel Luft verlangen; diesem Bedarf kann bei derart erfolgreicher Beschickung, daß der frische Brennstoff gleichmäßig über den ganzen Rost aufgegeben und letzterer hierbei überall gut bedeckt gehalten wird, nicht entsprochen werden, falls die Luftzufuhr ausschließlich durch den Rost stattfindet. Die Folge solcher Arbeitsweise ist allerdings die Erzielung eines mäßigen durchschnittlichen Luftüberschusses, aber auch die Entwicklung starken Rauches jedesmal nach der Beschickung, bzw. bei backender Kohle auch nach dem

Auflockern. Eine Einschränkung des Entstehens von Rauch, also die Herbeiführung einer vollkommeneren Verbrennung der aus dem Brennstoff sich entwickelnden Gase, ist wohl dadurch zu erreichen, daß der Rost nur teilweise bedeckt wird, und die zu vollkommener Verbrennung der Gase erforderliche Luft somit durch unbedeckte oder nur schlecht bedeckte Stellen des Rostes eintritt. Da der Luftbedarf mit fortschreitender Entgasung sich erheblich vermindert, hat aber eine solche Arbeitsweise den Nachteil, daß die mit dem natürlichen Abbrand zunehmende Luftströmung nach der Entgasung viel zu groß ist und hierdurch die Wirtschaftlichkeit im allgemeinen noch mehr leidet, als durch die zeitweilig auftretende unvollkommene Verbrennung bei geringem Luftüberschuß. Nur bei schwacher Beanspruchung, welche zuläßt, in der Weise zu heizen, daß der Brennstoff vorn aufgelegt und erst nach annähernd vollständig erfolgter Entgasung zurückgeschoben wird, läßt sich mäßige Rauchentwicklung bei geringem Luftüberschuß erzielen. Indessen können auch in diesem Fall infolge der dabei erforderlichen Schichthöhe und des bei besonders gasreichen Brennstoffen eintretenden Schwelens des Feuers noch Verluste durch unverbrannte Gase entstehen, die mehr ins Gewicht fallen, als man gemeinhin anzunehmen pflegt. Ist eine solche Arbeitsweise mit Rücksicht auf die Belastungsverhältnisse nicht durchführbar, so muß entweder mit geringerer Ausnutzung vorlieb genommen werden, oder man hat nach dem Aufwerfen starke Rauchentwicklung zu gewärtigen, wobei dann auch die Verluste durch unvollkommene Verbrennung recht erhebliche Beträge annehmen können.

Die Erkenntnis, sich bei allen Anstrengungen hinsichtlich der Beschickung des einfachen Planrostes mit einem gewissen Mittelweg in bezug auf möglichste Verhütung des Luftmangels während der Entgasung und übermäßigen Luftzutritts nach der Entgasung abfinden zu müssen, führt zu dem Schlusse, daß es da, wo man sich durch die Betriebsbedingungen auf den von Hand beschickten Planrost und die Verwendung eines gasreichen Brennstoffes angewiesen sieht, naturgemäß richtiger ist, eine tunlichst einfache Feuerführung einzuhalten. Eine solche kann die Erzielung durchschnittlich geringen Luftüberschusses am ehesten sichern. Der zeitweilig regelmäßig wiederkehrende Luftbedarf für die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile ist dann durch besondere Vorkehrungen zu decken. Zu diesem Zweck kann, wie unter Abschnitt II G und H noch näher erläutert, bei andauernd gleichmäßiger Rostbedeckung auf zweitem Wege über oder hinter der Brennstoffschicht den entwickelten Gasen Luft beigemischt werden. Diese zweite Luftzufuhr muß den Bedürfnissen entsprechend regelbar und abschließbar sein.

In Wirklichkeit ist auch bei den vorstehend behandelten Beschickungsarten die Wirkung der unvollständigen Bedeckung des Rostes nichts anderes, als eine über dem Rost in den Verbrennungsraum erfolgende Luftzufuhr. Sie ist allerdings bei geschlossener Feuertür unsichtbar und besitzt den Nachteil, daß sie nicht abgestellt werden kann; durch den natürlichen Abbrand des Feuers ändert sie sich sogar in einem, den Bedürfnissen entgegengesetzten Sinne.

Eine tunlichst vollkommene Ausbildung der von Hand beschickten Planrostfeuerung ist insofern von Wichtigkeit, als eine Reihe von Vorzügen in vielen Fällen für ihre Anwendung spricht. Dieselben erstrecken sich vornehmlich auf Einfachheit und geringe Instandhaltungskosten, Übersichtlichkeit des Feuerraums und der Brennstoffschicht, bequeme Regulierfähigkeit der Wärmeentwicklung, bzw. Anpassungsfähigkeit an wechselnden Wärmebedarf, Unabhängigkeit von der Beschaffenheit und den Eigenschaften des Brennstoffs. Demgegenüber ist aber auch nicht zu verkennen, daß die mit der periodischen Zufuhr größerer Brennstoffmengen zusammenhängenden Schwankungen in dem Verhältnis der beiden Teile des Luftbedarfs für die „Verbrennung auf dem Rost“ und für die „Verbrennung

über dem Rost“ einen Nachteil bedeuten, dessen geeignete Behebung unter Würdigung der jeweiligen Sonderverhältnisse unbedingt anzustreben ist. Wird eine Trennung zwischen ununterbrochener Luftzufuhr durch den Rost und zeitweiliger Luftzufuhr in den Verbrennungsraum verfolgt, so ist es nicht schwierig, durch geeignete konstruktive Durchbildung der Feuerung selbst bei den gasreichsten Brennstoffen gute Ausnutzung und weitgehende Einschränkung der Rauchentwicklung zu vereinigen.

Ist die einfache Planrostfeuerung im Grunde eine mangelhafte Einrichtung für die Verfeuerung von gasreichen Brennstoffen, weil bei ihr das Erfordernis größerer Luftzufuhr nach der jeweiligen Beschickung nicht berücksichtigt wird, so muß doch da, wo sie sich ohne besondere Ausrüstung im Gebrauch befindet, wenigstens die Feuerung in ihren übrigen Teilen zweckentsprechend gebaut sein; der Heizer sollte tunlichst in den Stand gesetzt werden, den im Vorstehenden erörterten Gesichtspunkten einigermaßen Rechnung zu tragen und mit Aufwand von Mühe und Aufmerksamkeit gewisse Erfolge hinsichtlich des rauchschwachen und gleichzeitig wirtschaftlichen Betriebes zu erzielen.

Was zunächst die Rostfläche anbelangt, so soll diese in bequemer Höhe von ungefähr 800 mm über dem Heizerstand liegen; ihre Länge muß so bemessen sein, daß sich einerseits die vorkommenden Brenngeschwindigkeiten möglichst innerhalb günstiger Grenzen¹⁾ bewegen, und daß andererseits die Möglichkeit vorliegt, mit handlichen Werkzeugen ohne allzu große Anstrengung die Arbeiten rasch vorzunehmen. Überhaupt ist im Interesse der Rauchverhütung wie auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu berücksichtigen, daß der Heizer seinen Dienst um so eher sachgemäß durchführen kann, je mehr ihm dieser erleichtert und vereinfacht, nicht aber durch ungeschickte und lästige Zutaten erschwert ist.²⁾ Zweckmäßig erscheint es, dem Rost eine schwache Neigung nach hinten zu geben, wodurch derselbe an Übersichtlichkeit gewinnt und möglicherweise auch die Bedienung eine gewisse Erleichterung erfährt. Diese Neigung kann schon durch die Anordnung der ersten Heizflächen bedingt oder erforderlich sein, damit bei passender Höhe der Feuerbrücke genügender Querschnitt für den Durchgang der Heizgase über derselben erhalten wird. In manchen Fällen, besonders bei sehr breiten Rostflächen wird der besseren Bedienung halber nicht mit Nachteil eine Querteilung der Rostfläche durchgeführt, die sich jedoch nicht empfiehlt, wenn im Interesse der Rauchverhütung bzw. der Anpassung von Luftbedarf und Luftzuströmung eine Verzögerung der Entgasung erwünscht ist, oder wenn die Schlacke der zu verfeuernden Kohle zum Fließen neigt. Die aufgespeicherte Wärme in den Zwischenwänden fördert außer der Entgasung auch lästige Eigenschaften der Schlacke und bewirkt deren Festbrennen.

Hinsichtlich der Gestaltung der einzelnen, die Rostfläche bildenden Stäbe sind zur Hauptsache in passender Weise zwei Bedingungen zu vereinigen: der freie Querschnitt muß hinreichend sein, um die zur Verbrennung des festen Brennstoffs nötige Luftmenge durchströmen zu lassen; ferner soll die Asche durch die Spalten fallen, ohne daß übermäßig viel unverbrannte Kohle in den Ascheraum gelangt. Da die Verheizung von Brennstoffen in Frage kommt, die sowohl ihrer chemischen Zusammensetzung als auch ihrer äußeren Beschaffenheit (Stückigkeit) nach außerordentlich verschieden sind, so müssen auch die Brennbahn und die Spaltweite unter Einhaltung eines bestimmten Verhältnisses zwischen freier und gesamter Rostfläche verschieden bemessen werden. Hierbei ist nicht allein Stückigkeit und Schlackenmenge, sondern ganz besonders auch die Art der Schlackenbildung, ob zum Fließen

¹⁾ Diese Grenzen sind bei den meisten Brennstoffen nicht so eng gezogen, wie vielfach angenommen wird.

²⁾ S. S. 46.

neigend usw., zu berücksichtigen. Nach den so häufig wahrzunehmenden Übelständen darf wohl mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß das einseitige Bestreben, das Durchfallen von unverbrannten Bestandteilen in den Ascheraum zu verhüten, in vielen Fällen zu unangenehmen Betriebsschwierigkeiten führt. Diese Schwierigkeiten äußern sich in ungünstiger Verschmutzung des Rostes und Beeinträchtigung der Brenngeschwindigkeit. Da zur Erzielung einer angemessenen Höhe der letzteren bei dem engen Rost mit verhältnismäßig starkem Zug gearbeitet werden muß, so erhöhen sich außerdem die — allerdings unsichtbaren — Wärmeverluste in den Abgasen oft um das Vielfache von dem, was am Rückständeverlust im Ascheraum günstigenfalls gewonnen werden kann, zumal diesem letzteren Verlust, soweit es sich nicht um außergewöhnlich aschereiche Brennstoffe handelt, nur untergeordnete Bedeutung zukommt. Tritt infolge zu enger Rostspalten ein Warmwerden des Rostes ein, so gestalten sich die Verhältnisse noch viel ungünstiger; das Abschlacken muß häufiger vorgenommen werden und erheischt große Anstrengung des Heizers, der Strahlungsverlust erhöht sich, das Rostmaterial ist größerem Verschleiß unterworfen und anderes mehr. Übrigens wird bei ordnungsgemäßer Feuerführung, besonders dann, wenn der Brennstoff zu ungünstiger Schlackenbildung neigt, schon kurze Zeit nach der Reinigung des Rostes, selbst bei verhältnismäßig weiten Spalten die rasch sich wieder bildende Schlackenschicht übermäßig starkem Durchfall von unverbrannten Brennstoffteilen vorbeugen. Es ist eben nicht nur notwendig, daß in ungebrauchtem Zustand das Produkt aus Länge und Weite der Spalten ein bestimmtes oder möglichst günstiges Verhältnis der freien zur ganzen Rostfläche ergibt, sondern es ist auch ebenso wichtig, daß eine gewisse Mindestweite je nach den Eigenschaften des Brennstoffes und der Schlacke im Betrieb eingehalten wird. Natürlich kann es sich niemals darum handeln, die Wahl des Brennstoffes einer bestimmten Rostart anzupassen, sondern es muß in jedem Fall der Rost für die unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse preiswürdig zur Verfügung stehenden Brennstoffe passend gewählt werden.

Die Anforderungen, die an einen sich bewährenden Rost gestellt werden müssen, sind ungefähr die folgenden:

1. Der Rost soll die Verbrennungsluft mit Leichtigkeit und in guter Verteilung auf die ganze Brennstoffschicht zuströmen lassen.
2. Durch die Rostspalten sollen unbedingt die bei der Verbrennung sich bildenden Aschenteile, aber nicht übermäßig viel unverbrannte Brennstoffteile in den Ascheraum fallen können.
3. Der Rost soll die Schlackenbildung nicht ungünstig beeinflussen und sich bequem und rasch im Betrieb reinigen lassen.
4. Der Rost soll gegen Verbrennen und Verbiegen möglichst große Haltbarkeit besitzen, so daß der Verbrennungsvorgang auf demselben nicht gestört wird und die Betriebsdauer in günstigem Verhältnis zu den Anschaffungskosten steht.

Die zum Zweck der Rauchverhütung und Kohlenersparnis so oft in den verschiedensten Ausführungen angepriesenen Roststabformen vermögen auf erstere nur mittelbaren Einfluß auszuüben. Durch unzulässige Gestaltung der Stäbe kann das Festsetzen der Schlacke begünstigt, die Reinigung erschwert und damit der Rauchbildung, wie auch den Wärmeverlusten um so mehr Vorschub geleistet werden, als jene Umstände den Heizer oft dazu veranlassen, in unsachgemäße Arbeitsweise zu verfallen. Man trifft vielfach die kompliziertesten Rostanordnungen, bei welchen, ausgehend von dem Bestreben gleichmäßiger Luftverteilung und der Verhütung jedes Durchfalls unverbrannter Teile, die Verbrennungsluft durch sehr enge, zur Erzielung des nötigen freien Querschnitts kreuz und quer laufende

Spalten oder in möglichst vielen, fein verteilten Strahlen zugeführt werden soll. Solche Bestrebungen können aber ihren Zweck höchstens bei Inbetriebnahme des Rostes erreichen, während doch von demselben verlangt werden muß, daß er die an ihn zu stellenden Anforderungen über eine längere Betriebsdauer in gleich gutem Maße erfüllt. Hinsichtlich der günstigen Gestaltung der Roststäbe darf in erster Linie der wirkliche Zweck des Rostes nicht übersehen werden, daß er nämlich nur als Träger des Brennstoffs zu dienen hat, und im übrigen die Luftzufuhr auch im Dauerbetrieb möglichst wenig beschränken soll. Die Verteilung der Luft wird am besten durch die Brennstoffschicht selbst besorgt, deren gleichmäßige Beschaffenheit daher vom Heizer sorgfältig zu erhalten ist.

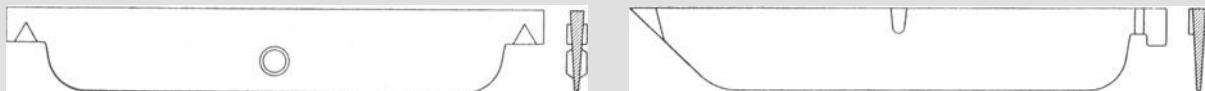


Fig. 18 und 19.

Fig. 20 und 21.

Im allgemeinen kann der einfache Flachstab Fig. 18—21 den zu erfüllenden Bedingungen am ehesten entsprechen, sofern er in bezug auf Spaltweite und Bahnbreite den Betriebsverhältnissen und den Eigenschaften des zu verfeuernden Brennstoffes entsprechend richtig bemessen ist. Ferner muß der Stab oben glatt sein und eine harte Bahn besitzen, damit diese von der Schlacke möglichst wenig angegriffen wird, und die ursprüngliche Spaltweite erhalten bleibt. Solche Stäbe lassen auch eine verhältnismäßig leichte und rasche Entfernung der Schlacken zu, während dieselbe durch die Anordnung von Querspalten oft erschwert wird. Die Spaltweite ist, wie bereits erwähnt, abhängig von der Zusammensetzung und der Beschaffenheit des Brennstoffs; jedoch weniger von dessen Stückgröße und der Menge der sich bildenden Rückstände, als vielmehr von der Art der Schlackenbildung. Zum Fließen neigende Schlacke fordert tunlichste Einschränkung der toten Rostfläche an den Auflageenden der Stäbe und weitere Spalten als kurzstückige, poröse Schlacke, um Festbrennen der letzteren, starke Erwärmung der Stäbe, Dichtsetzen des freien Querschnitts usw. zu vermeiden. Sehr wichtig ist es, daß der Stab auf seine ganze Länge zwischen den Auflagen genügend hoch gewählt wird, damit große seitliche Flächen der vorbeistreichenden Luft die Möglichkeit gewähren, den Rost und indirekt auch die Schlackenschicht kühl zu halten. Der Stabquerschnitt muß sich nach unten zu verjüngen, so daß am Eintritt der Luft die Spalten möglichst breit und die Stabstege dünn sind. Vollständig unbegründet und falsch ist es daher, die Stäbe nach Form der „Träger von gleichem Widerstand gegen Biegung“ von der Mitte aus nach den Enden zu niedriger zu machen, ebenso wie es unrichtig ist, eine bestimmte Länge und Höhe des Stabes anzunehmen und dann die Bahnbreite allein aus Festigkeitsrücksichten in ein bestimmtes Verhältnis zu den ersteren zu setzen. Für die Wahl der Bahnbreite und Spaltweite sind stets an erster Stelle die Betriebsverhältnisse bestimmend. Da seitlich ausgebogene Stäbe den ordnungsgemäßen Gang der Feuerung stören, ist für hinreichende Stabilität gegen Verbiegen Sorge zu tragen. Auch ist genügend Spielraum für die bei der Erwärmung eintretende Längenausdehnung der Stäbe vorzusehen, weil sich diese sonst ebenfalls verbiegen, oder, falls sie hieran behindert sind, in die Glutschicht hochschieben, um dort in kurzer Zeit zu verbrennen. Die Lebensdauer des Rostes ist außer vom Material und der Schlacke abhängig von der Temperatur, welche die Stäbe im Betrieb annehmen. Diese verändert sich mit der Bedienungsweise, mit der Größe der Berührungsfläche zwischen Stab und Brennstoff, mit dem Grad des Wärmeentzugs von Stab und Schlacke seitens

der vorbeistreichenden Luft und insbesondere mit der Temperatur der Brennstoffschicht, welche ihrerseits wieder durch die Art des Brennstoffs, die Schichthöhe und den Bau der Feuerung bedingt ist.

Außer dem Rost müssen auch die anderen Teile der Feuerung zweckmäßige Anordnung und Abmessungen besitzen.

Die Länge der Schürplatte ist so zu wählen, daß einerseits die Bedienung des hinteren Rostteiles nicht unnötig erschwert, andererseits aber auch starke Wärmestrahlung nach vorn, Verbrennen der Feuertür und des Geschränkes tunlichst ferngehalten werden.

Die Feuertür soll nicht unnötig groß sein, damit der Luftzutritt beim Öffnen beschränkt bleibt; sie muß aber unter allen Umständen so bemessen sein, daß die bequeme Bedienung des Rostes nicht beeinträchtigt wird durch zu kleine Öffnung. Um das Nachsaugen von Luft zu vermeiden, müssen sämtliche Anlageflächen vollständig eben sein, und es ist durch zweckmäßige Wahl der Form und der Abmessungen dafür zu sorgen, daß kein Verziehen stattfindet.

Das Öffnen und Schließen der Feuertür soll sich durch Anordnung eines passenden Griffes an der Tür handlich gestalten; durch entsprechendes Gefälle kann selbsttätiger Abschluß bewirkt werden. In gewissen Fällen mag es angebracht sein, zur Beobachtung der Flamme Schaulöcher anzubringen, so daß der Heizer nicht genötigt ist, zu diesem Zweck jedesmal die Feuertür zu öffnen.

Von Einfluß auf die Verbrennung ist weiter die Anordnung der Feuerbrücke und der darüber verbleibende Querschnitt für den Durchtritt der Gase, sofern diese nicht in senkrechter Richtung abgeführt werden. Der Zweck der Feuerbrücke besteht zunächst darin, den Feuerraum nach hinten zu begrenzen und zu verhindern, daß Kohle in den ersten Feuerzug gelangt. Ferner soll durch geeignete Höhe der Brücke an allen Stellen des Rostes die Einströmung der Luft möglichst in steile Richtung gelenkt werden, um einen gleichmäßigen Abbrand zu fördern. Es ist aber trotzdem niemals zu erreichen, den Zustand des Feuers überall gleichartig zu gestalten, daher besitzt auch das vom Rost abziehende Gasgemisch keine gleichmäßige Beschaffenheit, sondern es besteht aus einer Reihe nebeneinander herziehender Gasströme von ungleicher Zusammensetzung. Die Feuerbrücke hat deshalb die weitere Aufgabe, diese Verschiedenheiten, die um so größer ausfallen, je ungleichmäßiger Rostbedeckung und Stückgröße sind, dadurch auszugleichen, daß sie den Gasen einen gewissen Widerstand bietet, sie auf einen kleineren Querschnitt zusammendrängt und in der Regel außerdem nötigt, ihre Bewegungsrichtung zu ändern, um so gute Mischung und möglichst vollkommene Verbrennung zu begünstigen. Natürlich darf die Verengung nicht so stark sein, daß dadurch der Zug über dem Rost unzulässig beeinträchtigt und die Brenngeschwindigkeit eingeschränkt wird, oder daß unter Umständen, falls bei leicht entzündlichen Brennstoffen dennoch rasche Verbrennung stattfindet, die Temperatur im Feuerraum, sowie die Wärmestrahlung ungünstig gesteigert, Rauchentwicklung und lästige Schlackenbildung bewirkt werden.

Wird die nötige Verbrennungsluft, wie dies bei den Planrostfeuerungen in der Regel die vorteilhafteste Arbeitsweise ist, durch natürlichen Zug zugeführt, so ist auf richtige Bemessung des Schornsteins zu achten. Für dessen Höhe ist der erwünschte größte Unterdruck unter Berücksichtigung der Temperatur der Abgase bestimmend, sowie die Rücksichtnahme auf die Umgebung hinsichtlich Belästigung oder Schädigung durch die Austrittsgase. Der erforderliche Unterdruck ist abhängig von der Art und Weise der Gasführung vom Feuer bis zum Eintritt in den Schornstein und von der Rostanstrengung bei bestimmten Brenn-

stoffen. Die lichte Weite hat sich nach der Menge der abzuführenden Gase mit Berücksichtigung etwaiger Betriebserweiterungen zu richten. Die Gasgeschwindigkeit bewegt sich zweckmäßig zwischen 2 und 8 m/Sek. Die ganze Anlage ist so zu gestalten, daß unnütze Verengungen in den Heizzügen, unnötig viele und scharfe oder gar spitzwinklige Wendungen, Abkühlung des Fuchskanals oder Zutritt kalter Luft in denselben möglichst vermieden werden, und das ganze Mauerwerk sich in dichtem Zustand erhält. Die Zugstärke soll größer sein als die vorherrschenden Betriebsverhältnisse erfordern, jedoch ist für jede Feuerung eine geeignete, vom Heizerstand aus in bequemer Weise zu betätigende Drosselvorrichtung anzurorden, da bei gleichbleibender Rostgröße die Dampf- bzw. Wärmeentwicklung ausschließlich mit der Brenngeschwindigkeit zu regeln ist. Zur Erzielung wirtschaftlicher Verbrennung darf nie mehr Zug zur Verwendung kommen, als bei gleichmäßig guter Feuerführung zur Erhaltung der richtigen Dampfspannung eben notwendig ist.

Weiteres über den Zusammenbau der Feuerung mit dem Kessel ist für die verschiedenen Arten der Planrostfeuerung (Vor-, Unter- und Innenfeuerung) gesondert besprochen. Zunächst mag noch auf die Betriebsverhältnisse sowie deren Einfluß auf die Rauchentwicklung und die Wirtschaftlichkeit eingegangen werden.

Für jeden Brennstoff lassen sich die besten Ergebnisse und das günstigste Verhalten in der Feuerung bei einer bestimmten Brenngeschwindigkeit erzielen, daher ist es wünschenswert, daß die Rostanstregung sich innerhalb gewisser Grenzen bewegt. Wenn nun auch diese bei den meisten Brennstoffsorten einen weiten Spielraum gewähren, so können doch bei den verbreitetsten unserer Rostfeuerungen die für die Verbrennung günstigsten Verhältnisse nicht immer eingehalten werden. Es liegt dies daran, daß in den meisten Kesselanlagen der Dampfbedarf nicht annähernd gleichbleibend ist, sondern beträchtliche und oft plötzlich eintretende Schwankungen unvermeidlich sind. Durch rücksichtslose Einteilung der Dampfenahme kann dieser Umstand noch mehr ins Gewicht fallen, als es die Betriebserfordernisse bedingen. Allein abgesehen davon, daß in vielen Fällen die Größe der Kesselanlage nicht im richtigen Verhältnis zum regelmäßigen Dampfbedarf steht, wird nicht selten der Fehler gemacht, die Rostfläche nur nach der mit ihr verbundenen Heizfläche, nicht aber nach deren Beanspruchung, nach dem zur Verwendung gelangenden Brennstoff und der tatsächlich in der Zeiteinheit zu verbrennenden Menge zu bemessen. Diese letztere ist naturgemäß auch bei gleichem Verhältnis von Wärmebedarf zu Rostfläche abhängig von der Güte der Verbrennung. Eine mittelbare Steigerung der Rostbeanspruchung kann ferner eintreten, wenn durch zu kleine Heizfläche oder zu enge Züge eine große Geschwindigkeit bzw. kurze Berührungsdauer der Gase mit den Heizflächen bedingt wird, welche eine hohe Abgangstemperatur und großen Wärmeverlust nach dem Schornstein zur Folge hat. Alle diese Gesichtspunkte bedingen eine Sonderbehandlung von Fall zu Fall.

Wird die Rostbeanspruchung in der einfachen Planrostfeuerung über gewisse Grenzen gesteigert, so wächst die Gefahr des Luftmangels während der Brennstoffentgasung und damit auch die Gefahr der Rauchbildung.

Ist dagegen die Rostanstregung sehr gering, d. h. die Rostfläche für die betreffenden Verhältnisse zu groß, so muß der Zug stark gedrosselt werden. Das hierbei eintretende Schwelen des Brennstoffs kann ebenfalls zu unvollkommener Verbrennung Veranlassung geben.

Bei wechselnder Beanspruchung, namentlich bei plötzlicher Verminderung des Wärmebedarfs, ist es schwierig, der Entstehung von Rauch entgegenzutreten, weil das Gleichgewicht zwischen der zu verbrennenden Gasmenge und der hierzu erforderlichen Luft gestört wird.

In diesem Fall wird der Luftzutritt plötzlich gehemmt, so daß die bereits entwickelten oder aus dem schon in Brand geratenen Brennstoff noch frei werdenden Gase, wieder aus Mangel an Luft, Rauchbildung verursachen. Um diesen Mißständen zu steuern, sollten eben die Änderungen nur allmählich vorgenommen werden; für den Fall, daß rasch eintretende Steigerungen zu erwarten sind, ist es ratsam, durch Anlegung eines genügend großen, als Wärmespeicher dienenden Wasserraumes dafür zu sorgen, daß sich der Übergang ohne unzulässige Schwankungen der Dampfspannung vollziehen kann.

Übermäßige Rostanstrengungen sollten überhaupt ferngehalten werden. Ist dagegen zu große Rostfläche vorhanden oder stellt sich in längeren Zeiträumen, beispielsweise während der Sommermonate, ein viel geringerer Dampfbedarf ein, als in der übrigen Zeit, so kann durch Versetzen der Feuerbrücke, Abdecken des hinteren Rostteils oder auf andere Art die Rostfläche den jeweiligen Bedürfnissen so angepaßt werden, daß die Beanspruchung der günstigen Größe möglichst nahe bleibt.¹⁾

Von Bedeutung ist ferner die Höhe der Brennstoffschicht; sie darf nicht zu klein sein, um gegenüber der niemals vorhandenen Gleichmäßigkeit der Kohlenstücke, der Lagerung und des Abbrandes einen genügenden Ausgleich zu bieten und großem Luftüberschuß vorzubeugen; andererseits darf sie aber auch nicht zu groß werden, weil mit ihrer Höhe die unangenehmen Eigenschaften der Schlackenbildung zunehmen und der Zutritt sowie die Verteilung der Verbrennungsluft, damit aber auch die Brenngeschwindigkeit und die Vollkommenheit der Verbrennung in wachsendem Maße beeinträchtigt werden (Verlust durch Kohlenoxyd). Die günstigste Schichthöhe kann je nach dem Brennstoffe sehr verschieden sein. So ist beispielsweise Koks, der sich im Feuerraum porös lagert und schwer entzündet, mit höherer Schicht zu verfeuern ohne Rücksicht auf den hierdurch bedingten stärkeren Verschleiß des Rostmaterials und der umgebenden Teile; anthrazitartige Brennstoffe müssen dünn über den Rost gestreut

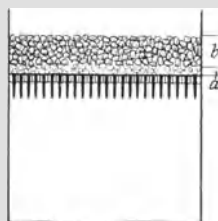


Fig. 22.

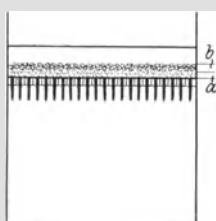


Fig. 23.

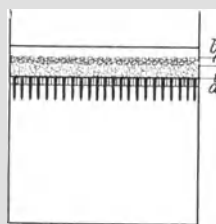


Fig. 24.

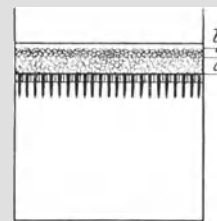


Fig. 25.

und dürfen nicht gerührt werden, um lebhaften Brand zu erzielen und ungünstige Verschlackung zu vermeiden; stark backende Kohlen, namentlich wenn sie grieshaltig sind, werden vorteilhaft bei Erhaltung guter Grundglut durch leichtes Überstreuen des frischen Brennstoffs nach vorherigem Lockern der Schicht verarbeitet usw. Von den in den obenstehenden Skizzen schematisch veranschaulichten Arbeitsweisen bezüglich der Schichthöhe ist diejenige nach Fig. 22, starker Abbrand der Schicht und Aufwerfen einer jeweils großen Menge frischen Brennstoffs, immer verwerflich; in Abhängigkeit vom Verhalten des Brennstoffs und von den Betriebsverhältnissen ist es zweckwäßig, mehr nach Fig. 23, Fig. 24 oder

¹⁾ S. auch R. Flimmer, Über rauchfreie Verbrennung, Leipzig 1883, S. 17 u. f., wo diese Verhältnisse eingehend behandelt werden, sowie C. Bach, Über den Stand der Frage der Rauchbelästigung durch Dampfkesselfeuerungen, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1896, S. 492 u. f. (Begleitwort, S. VIII u. f., besonders auch S. VIII, Anmerkung 1). Zu verweisen ist außerdem noch auf die S. 63 beschriebene Einrichtung von Müller & Korte, Berlin, sowie auf die beachtenswerten Schrägrostkonstruktionen von G. W. Kraft und Fr. Hochmuth, S. 175 u. f., welche diese Forderungen zu verwirklichen suchen.

Fig. 25 zu arbeiten, wobei natürlich auch die allgemeine Inanspruchnahme des Heizers eine Rolle spielt.

An dieser Stelle mögen noch einige Worte einem Gesichtspunkte gewidmet sein, der, auf Seite 40 bereits gestreift, indirekt zur Rauchentwicklung Veranlassung geben kann und bei Neueinrichtung wie auch beim Betrieb von Feuerungs- bzw. Kesselanlagen fast allgemein zu wenig Beachtung findet. Es ist dies tunlichste Fernhaltung aller, den Heizer belästigenden und schädigenden Nebenumstände, welche vorzeitige Erschlaffung und Einbuße der Aufmerksamkeit des Heizers unwillkürlich im Gefolge haben müssen.¹⁾ In erster Linie bedarf es frischer Luft, Licht und Ordnung im Kesselhaus. Je mehr allerhand lästige Zutaten dem Heizer eine sachgemäße Arbeitsverrichtung erschweren und seine Achtsamkeit von den wichtigsten, konsequent zu befolgenden Obliegenheiten ablenken, um so weniger wird er, selbst wenn neben körperlicher Gewandtheit und Gesundheit, Verlässlichkeit und genügendes Pflichtgefühl zu den Eigenschaften des Mannes zählen, den im Interesse der Sicherheit, der Wirtschaftlichkeit und nicht zuletzt der Rauchfreiheit des Betriebs billigerweise zu stellenden Ansprüchen gerecht werden.²⁾ Gute Isolierung aller, insbesondere der nach dem Heizerstand zugekehrten, Wärme ausstrahlenden Teile sind nicht allein empfehlenswert aus wirtschaftlichen Erwägungen, sondern auch mit Rücksicht darauf, daß die auf den Heizer abspannend wirkende hohe Temperatur im Kesselhaus und die dadurch bedingte Anreizung zum Trinken die dauernde Durchführung einer sachgemäßen Bedienung der Feuer beeinträchtigen. Zum Schutze des Kesselpersonals gegen Hitze, und aber auch gegen Zugluft ist beim Bau von Dampfanlagen auf zweckentsprechende, leicht regelbare und in eine bestimmte Richtung geleitete Lüftung des Kesselhauses, namentlich in der Gegend des Heizerstandes gebührende Sorgfalt zu legen. Dabei darf nicht außer acht gelassen werden, wie erschlaffend und gesundheitsschädlich auf den Heizer kalter Luftzug (den er bei unzureichender Lüftung häufig durch Öffnen der Türen selbst herstellt) wirkt, insbesondere wenn dieser ihn trifft, während er gleichzeitig von anderer Seite, beispielsweise beim Bearbeiten der Feuer, durch große Hitze bestrahlt wird.

Ferner sollten die Wege für die Kohlenzufuhr und der ganze Heizerstand eben und der Platz vor den Feuerungen so bemessen sein, daß der Brennstoff zwar bequem zur Hand ist, der Heizer aber nicht auf denselben zu treten braucht und seine Arbeit unbehindert vornehmen kann. Im Falle starker Inanspruchnahme ist die An- und Abfuhr des Brennstoffs sowie der Rückstände dem Heizer abzunehmen. Im übrigen leisten die Wahl passender Roststäbe, richtige Bemessung der Rostfläche, Beschaffung eines handlichen Werk- bzw. Schürzeuges nebst bequemer Ablage für dasselbe, zweckmäßige und leicht zugängliche Anordnung der Armaturen, sowie der im Greifbereich des Heizers bequem zu handhabenden Regulierung der Zugstärke und der Speisewasserzufuhr, immer gute Dienste.

Endlich sollte es nicht unterlassen werden, durch ein Fenster im Dach des Kesselhauses, nötigenfalls in Verbindung mit einer geeigneten Spiegelvorrichtung, dem Heizer den Schornsteinkopf sichtbar zu machen, so daß er, ohne seinen Stand vor dem Kessel zu ver-

¹⁾ S. auch H. Hauck, Zeitschrift der Dampfkessel-Untersuchungs- und Versicherungs-A.-G., Wien 1907, Nr. 6 und 7.

²⁾ Auch der Besorgnis um die Sicherheit und die sanitäre Wohlfahrt des Kesselpersonals selbst gebührt mehr Beachtung, als ihnen nach den zuweilen wahrzunehmenden Gepflogenheiten zugewendet wird. Eine Erörterung dieses Punktes fällt indessen nicht in den Rahmen der vorliegenden Arbeit; hervorgehoben sei hier nur, daß der unter gewissen Umständen nicht seltenen Gefahr der Gasexplosionen durch die Bestrebungen zur Erzielung vollkommener Verbrennung und zur Rauchverhütung schon im Grunde entgegengewirkt wird.

lassen, den Erfolg seiner Tätigkeit stets beobachten und eher zur Verantwortung gezogen werden kann, wenn er durch Nachlässigkeit hinsichtlich der Feuerbedienung vermeidbare Rauchentwicklung verschuldet. In Fällen, in denen der Heizer täglich bei langer Arbeitsdauer angestrengt beschäftigt ist, mag ihm an geeigneter Stelle Gelegenheit geboten werden, sich zeitweise ein wenig zu setzen, dagegen sind namentlich bei ungenügender Überwachung auf Nachtschichten Bänke im Kesselhaus zu verbieten, da diese den Heizer zu längerer Ruhe und Unachtsamkeit einladen.

Aber nicht nur einer Erleichterung und Vereinfachung der Heizertätigkeit ist im besprochenen Sinne Rechnung zu tragen, sondern auch einer ständigen Überwachung, gegebenenfalls mit Zuhilfenahme von zuverlässigen selbsttätigen Kontroll-Einrichtungen.¹⁾ Diese Überwachung ist von seiten sachverständiger Personen auszuüben, die sich durch gern gebrauchte haltlose Einwendungen der Heizer nicht beirren lassen.

Die Planrostfeuerungen werden nun, je nach ihrer Lage zum Kessel, als Vorfeuerung, Unterfeuerung oder Innenfeuerung bezeichnet.

Vorfeuerung. Die Feuerung ist dem Kessel vorgebaut. Ihre Wände sind aus feuerfestem Mauerwerk gebildet, das eine erhebliche Menge Wärme aufzuspeichern vermag. Die Anordnung unterscheidet sich von der Unter- und der Innenfeuerung dadurch, daß im Verbrennungsraum unter sonst gleichen Umständen während der ganzen Dauer des Betriebes eine höhere Temperatur herrscht, daß die Abkühlung unmittelbar nach der Beschickung durch die in den Wänden aufgespeicherte Wärme teilweise wieder ausgeglichen wird, und daß sich geringere Temperaturschwankungen im Feuerraum einstellen. Ferner ist nicht zu übersehen, daß der Konstrukteur sowohl in der ganzen Anordnung als auch in der Wahl der einzelnen Abmessungen wegen der geringeren Abhängigkeit vom Kessel viel mehr Spielraum hat als bei Unter- oder Innenfeuerungen, bei denen in der Regel eine Beschränkung dieser Abmessungen ziemlich scharf gegeben ist durch die angrenzenden Kesselteile.

Diese Umstände können eine rauchfreie Verbrennung begünstigen, allerdings nur dann, wenn die nötige Luftmenge im Feuerraum vorhanden ist; im Falle ungenügender Anpassung der Luftzufuhr wird indessen die höhere Temperatur in der Feuerung die Vollkommenheit der Verbrennung ungünstig beeinflussen, indem sie die Ausscheidung der flüchtigen Bestandteile des Brennstoffs nach der Beschickung auf einen kurzen Zeitraum zusammendrängt und damit eine Steigerung des augenblicklichen Mehrbedarfs an Verbrennungsluft bewirkt. Im übrigen leidet die Vorfeuerung an einer Reihe erheblicher Nachteile, von denen hauptsächlich die folgenden in Betracht zu ziehen sind:

1. Beeinträchtigung des strahlenden Wärmeübergangs in die ersten Kesselheizflächen, daher höhere Temperatur der Abgase und größerer Abwärmeverlust;
2. höherer Brennstoffaufwand zum Anheizen, welcher bei Anlagen, die nur Tagesbetrieb haben, gegenüber der Innenfeuerung einen unmittelbaren täglichen Verlust bedeutet, da die am Ende der Betriebszeit im Mauerwerk aufgespeicherte Wärme während der Nacht zum größten Teil verloren geht;
3. größere Strahlungsverluste nach außen;
4. stärkeres Nachsaugen von Luft durch das Mauerwerk des Verbrennungsraumes;
5. größerer Raumbedarf;

¹⁾ S. S. 6, Fußbemerkung 1.

6. höhere Anlage- und Unterhaltungskosten, letztere bedingt durch die stärkere Abnutzung,¹⁾ welche um so größer ausfällt, je höher die Temperatur, je größer deren Schwankungen und je weniger widerstandsfähig das Mauerwerk ist.

Bei unterbrochenem Betrieb ist streng darauf zu achten, daß während der Pausen, insbesondere während der Nacht, die Zugwirkung des Schornsteins vom Kessel abgesperrt, und auch nach vorn die Feuerung verschlossen ist, damit in dieser vollkommener Ruhezustand herrscht und von der am Ende der Betriebszeit im Mauerwerk aufgespeicherten Wärme nicht mehr verloren geht als unumgänglich ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß beim Stillstand zunächst die Dampfspannung steigt, weil das Mauerwerk noch Wärme an den Kessel abgibt, ohne daß dieser Dampf liefert.

Um die unter 3 und 4 aufgeführten Nachteile nach Möglichkeit einzuschränken, ist es sehr wichtig, daß das Mauerwerk, welches die Umgrenzung des Feuerraumes nach fast allen Seiten bildet, äußerst sorgfältig ausgeführt, gut verfugt und isoliert wird.²⁾ Die an unvermeidlichen Undichtheiten des Mauerwerks in den Feuerraum nachströmende Luft ist zwar während der Entgasung des Brennstoffs im allgemeinen der Erzielung vollkommener Verbrennung dienlich; ist sie jedoch überschüssig, so kommt ihre schädliche Wirkung infolge der hohen Temperatur der Gase, welche an dieser Stelle noch keine Wärme an die Kesselheizflächen abgegeben haben, in gleichem Maße zur Wirkung wie bei mangelhafter Rostbedeckung.

In der Anwendung besonders ausgebildeter Vorfeuerungen mit großen Wärmespeichern wurde lange Zeit von mancher Seite eine allgemeine Lösung der Rauchfrage gesucht. Bei richtiger Regelung der Luftzufuhr ist ja auch ein rauchfreier Betrieb — allerdings meist nicht leichter als bei der Innen- oder Unterfeuerung — zu erreichen, doch hat man allmählich eingesehen, daß die mannigfaltigen Nachteile den Vorzügen gegenüber besonders bei hochwertigen Brennstoffen sehr im Übergewicht sind, und das Verwendungsgebiet der Vorfeuerungen sich mehr und mehr auf eine Verbindung mit dem Treppen- und Schrägrost zur Verheizung von Brennstoffen mit niedrigem Heizwert zu beschränken hat.

Die Anordnung einer Planrost-Vorfeuerung³⁾ kann möglicherweise berechtigt sein für Brennstoffe, welche keine so hohe Temperatur zu erzeugen imstande sind, daß sie einen Wärmeeintrag vor völlig beendeter Verbrennung ohne Nachteil ertragen⁴⁾ und deren Verbrennungswärme alsdann nicht so groß ist, daß das Mauerwerk übermäßig angegriffen würde.

Als solche Brennstoffe kommen in Betracht die meisten Braunkohlensorten, ferner Torf, Holz⁵⁾, Lohe, Kaffeeschalen, Zuckerrohr, Sägespäne, Früchteschalen usw., welche nicht nur einen verhältnismäßig niederen Heizwert besitzen, sondern außerdem auch noch oft und lang ein Offenhalten der Feuertür zum Beschicken notwendig machen. Letzterer Umstand ergibt sich schon daraus, daß zur Erzielung einer bestimmten Dampfleistung eine viel größere Menge der spezifisch leichten und geringwertigen als der hochwertigen Brennstoffe erforderlich ist.

Vollständig verkehrt erscheint es aber, wie dies früher vielfach anzutreffen war, Stein-

¹⁾ Die hierbei notwendig werdenden Ausbesserungsarbeiten fallen der damit verbundenen Betriebsstörungen halber bei Feuerungen für Dampfkessel viel nachteiliger in die Wagschale als z. B. bei solchen für metallurgische und technologische Zwecke, für Brennöfen und dergleichen, wo man zur Erzeugung großer Hitze gleichfalls auf ausgedehnten Gebrauch von feuerfestem Mauerwerk angewiesen und zeitweiliges Stillliegen durch die Betriebsbedingungen gegeben ist.

²⁾ Zur Vermeidung der Nachteile 2—4 wird zuweilen versucht, die Wände der Vorfeuerung als Heizflächen auszubilden, womit sich die Feuerung in eine unter Umständen nicht ganz einwandfreie Innenfeuerung verwandelt.

³⁾ Vorfeuerungen in Verbindung mit Treppenrosten usw. sind im Abschnitt IV behandelt.

⁴⁾ S. S. 9 und 10.

⁵⁾ S. Jahresbericht des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung Hamburg 1909, S. 29—36.

kohlen mit hohem Heizwert in Vorfeuerungen zu verbrennen, da hierbei sämtliche Nachteile dieser Bauart in empfindsamstem Maße zur Geltung kommen.

Eine gebräuchliche Planrostvorfeuerung für Braunkohle zeigt Fig. 26. Das Gewölbe geht wagerecht oder mit geringer Steigung in Höhe der Heizzür bis etwa zur Mitte des Rostes, worauf es sich in der dargestellten Weise zum Anschluß an das Flammrohr erweitert. Zweckmäßige Form des Übergangsgewölbes ist sowohl für lange Dauer des Mauerwerkes, als auch für gute Verbrennung von großer Wichtigkeit. Zur Schonung der Nietnähte und zur Sicherung einer guten Verbindung des Gewölbes mit dem Kessel, wird das Anschlußmauerwerk auf kurze Strecke in das Flammrohr hineingeführt.

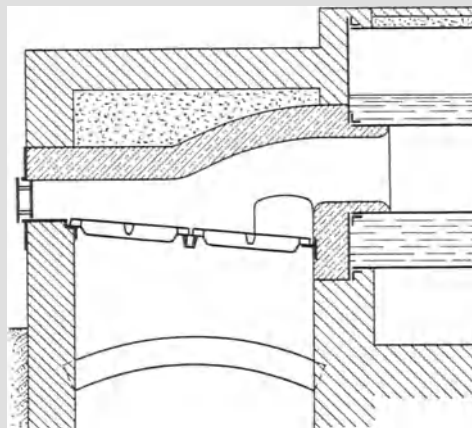


Fig. 26.
Einfache Planrost-Vorfeuerung.

Bei der vorliegenden Anordnung läßt sich mit der zweiten der früher beschriebenen Beschickungsarten unter geeigneten Betriebsverhältnissen ziemlich vollkommene Verbrennung erzielen. Wird aber durch die Einwirkung der Mauerwerkswärme die Entgasung des frisch aufgeworfenen Brennstoffs erheblich beschleunigt und nicht für genügend gesteigerte Luftzuströmung in den Verbrennungsraum während dieser Zeit gesorgt, so kann trotz reichlicher Temperatur ein Teil der flüchtigen Gase nicht zur Verbrennung gelangen und es tritt starke Rauchentwicklung ein.

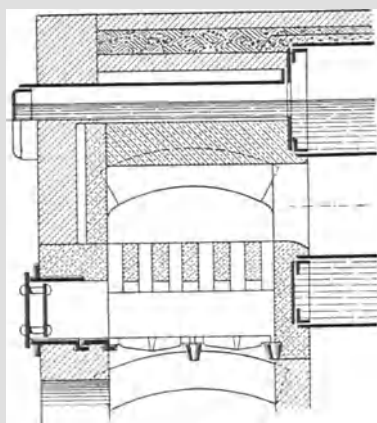


Fig. 27.
Planrost-Vorfeuerung von v. Reiche.

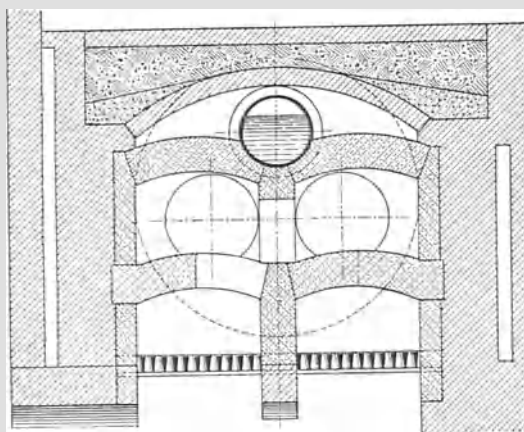


Fig. 28.

Eine von H. v. Reiche früher vielfach ausgeführte Bauart zeigen die Fig. 27 und 28.¹⁾ Über dem Rost ist ein durchbrochenes Gewölbe angeordnet, welches mit seiner Wärme den frisch aufgeworfenen Brennstoff bestrahlt, die abziehenden Gase kräftig mischen und erhitzen soll, um in der über dem Gewölbe befindlichen Verbrennungskammer vollkommene Verbrennung herbeizuführen. Bei der ersten Ausführung waren alle Durchbrechungen gleich groß. Da hierbei erfahrungsgemäß die Gase hauptsächlich durch die hinteren Schlitze ab-

¹⁾ H. v. Reiche, Anlage und Betrieb der Dampfkessel, 3. Auflage, I. Band S. 139 u. f., II. Band Tafel 6.
Haier, Dampfkessel-Feuerungen. 2. Aufl.

strömten, so wurden diese enger gemacht; außerdem wurde bei zwei nebeneinander liegenden Feuerungen die Verbrennungskammer gemeinsam angeordnet, die Schlitzreihen jedoch auf die innere, an die Zwischenmauer stoßende Hälfte der Gewölbe beschränkt und derart gegeneinander versetzt, daß immer die Schlitzreihen des einen den Rippen des andern entsprachen. Es soll gelungen sein, bei abwechselnder Beschickung der Roste¹⁾ die Rauchentwicklung sehr zu beschränken. Man sieht indessen bei der Bauart dieser Feuerung, wie in so vielen anderen Fällen das einseitige Bestreben der Temperatur-Erhaltung bzw. Steigerung verfolgt, wobei es dem Heizer überlassen bleiben mußte, die Luftzufuhr entsprechend dem wechselnden Bedarf in mehr oder weniger mangelhafter Weise zu regeln. Wenn tatsächlich eine wesentlich vollkommene Verbrennung erzielt werden konnte, so ist dies weniger der Feuerung, als vielmehr der Bedienungsweise zuzuschreiben, welche derart ausgeübt wurde, daß während der Entgasung des frisch aufgeworfenen Brennstoffs in der einen Feuerungshälfte, der Abbrand der Schicht in der anderen genügend vorangeschritten war, um ziemlich viel überschüssige Luft durchströmen zu lassen. Diese

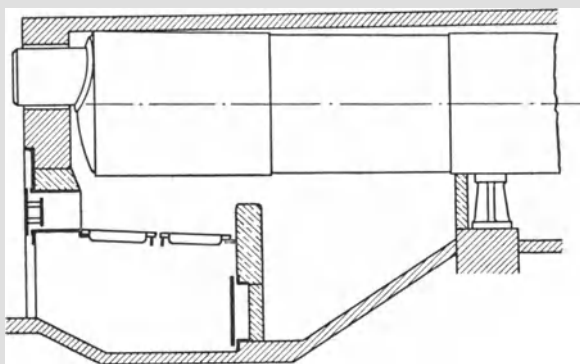


Fig. 29.
Planrost-Unterfeuerung für Walzenkessel.

konnte jeweils der Verbrennung der flüchtigen Bestandteile über dem frisch beschickten Rost zugute kommen, welcher Vorgang eben durch die Beschränkung der Schlitzreihen auf die nach innen liegende Hälfte des Gewölbes ermöglicht wurde. Dabei wird die Entzündung der rauchbildenden Gase nicht in der Vorfeuerung, sondern nach Zutritt von Luft aus der jeweils abgebrannten Feuerhälfte erst im Flammrohr zustande gekommen sein.

Unterfeuerung. Diese Feuerung ist unterhalb des Kessels angeordnet, wird seit-

lich durch das Kesselmauerwerk, vorn durch dieses in Verbindung mit dem Feuerungsgeschränke, nach oben aber durch Kesselheizfläche begrenzt. Wesentlich ist hierbei die Höhe des Verbrennungsraumes, welche sich nach Art des Brennstoffs, der Heizflächen usw. zu richten hat; sie soll einerseits genügend groß sein, damit der Vollzug der Verbrennung gesichert ist, bevor eine gründliche Vermischung behindert oder den Gasen zu viel Wärme entzogen wird, andererseits soll aber auch für die Erfüllung dieser Forderung der Wärmeübergang an die erste Heizfläche nicht eingebüßt werden. Bei Verfeuerung von gasreichen Steinkohlen wird man im allgemeinen nicht weniger als 600—800 mm, bei Magerkohle — gute Wasserkühlung der Heizflächen vorausgesetzt — indessen ein etwas kleineres Maß für die Höhe des Verbrennungsraumes zu wählen haben. Dabei ist noch zu unterscheiden, ob es sich um Walzenkessel (Fig. 29) oder um Röhrenkessel (Fig. 30—32) handelt und ob in letzterem Falle die Gase senkrecht zu den Heizflächen, oder zunächst über eine Feuerbrücke abgeführt werden.

Wegen der Schwierigkeit einer vorteilhaften Ausbildung des Verbrennungsraumes ist man bei Walzenkesseln vielfach auch zu anderen Anordnungen des Feuerraumes übergegangen (s. Abschnitt IV); dagegen läßt sich bei Wasserrohrkesseln die Unterfeuerung nicht leicht umgehen, und gerade hier liegen die Verhältnisse äußerst ungünstig, sofern gasreiche Brennstoffe bei periodischer Beschickung zur Verwendung gelangen.²⁾

¹⁾ S. auch S. 38, sowie S. 67 u. f. ²⁾ S. S. 10, sowie S. 21 u. f.

Bei der senkrecht zum Rohrbündel gewählten Führung der Gase (Fig. 30) kommen diese, vom Rost aufsteigend, mit den Wasserrohren in Berührung, verteilen sich zwischen dieselben

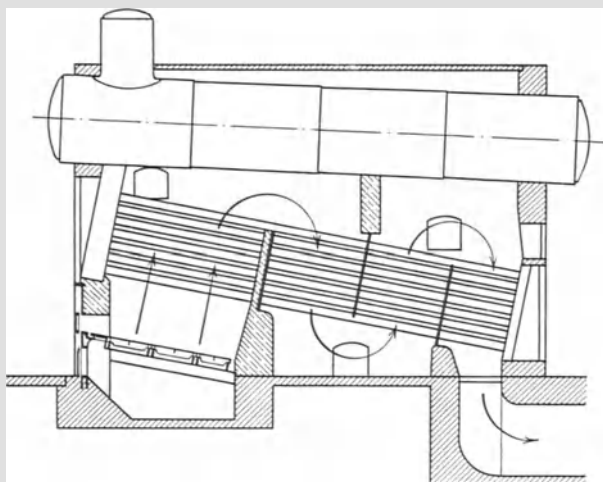


Fig. 30.
Planrost-Unterfeuerung für Wasserröhrenkessel
(senkrechte Gasführung).

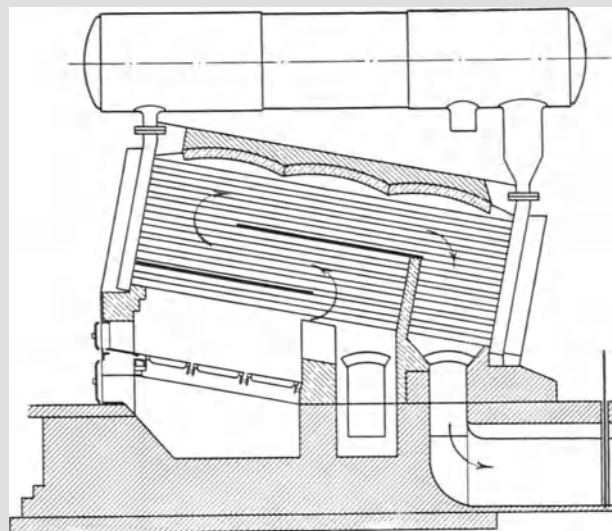


Fig. 31.
Planrost-Unterfeuerung für Wasserröhrenkessel
(wagrechte Gasführung).

und erleiden rasch einen bedeutenden Wärmeentzug, ohne daß ihnen vorher die Möglichkeit zu genügender Vermischung und vollkommener Verbrennung geboten wäre. Um diese nachteiligen Einflüsse auf die Rauchverhütung abzuschwächen, ist man von dieser senkrechten Gasführung vielfach zu einer in Fig. 31 dargestellten Anordnung übergegangen,¹⁾ bei welcher der Verbrennungsraum nach oben durch eine flache Abdeckung in der Regel über der zweiten oder dritten Rohrlage begrenzt ist, und die Gase über eine Feuerbrücke hinweggeleitet werden, um sich erst dann zwischen das Rohrbündel zu verteilen. Teilweise wurde noch durch eine andere aus Fig. 32²⁾ ersichtliche Anordnung der Gasführung versucht, die Übelstände zu mildern. Dieselbe gestattet, die Feuerung als eine Art Vorfeuerung einzurichten, welche

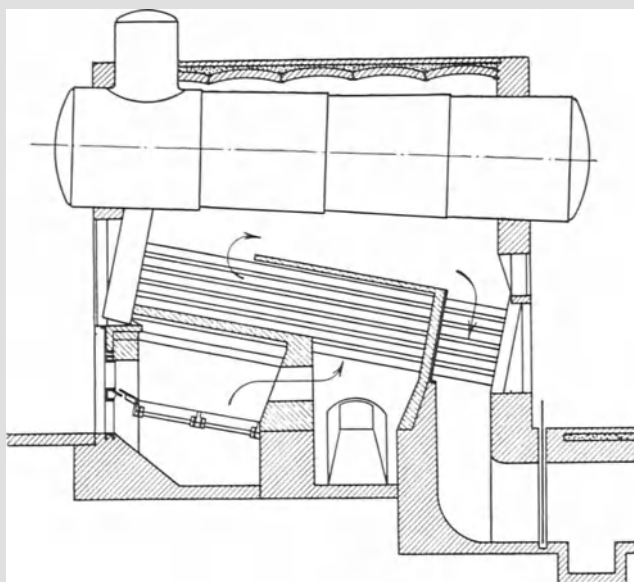


Fig. 32.
Planrost-Unterfeuerung für Wasserröhrenkessel (mit Mauerbogen).

¹⁾ Unter gewissen Umständen, beispielsweise bei den kurzen Schiffs-Wasserrohrkesseln, ist nur die erste Anordnung möglich. Sie wird ferner auch bei ununterbrochener Zuführung und allmählicher Entgasung des Brennstoffs (s. Abschnitt V) meist eingehalten; in diesem Falle treten natürlich die Nachteile der Unterfeuerung hinsichtlich der Erzielung vollkommener Verbrennung auch bei Wasserrohrkesseln zurück.

²⁾ Konstruktion von E. Willmann in Dortmund, s. auch den Bericht von R. Striebeck: Die Dampfkessel der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. 1891. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1891, S. 1124.

aber auch bis zu einem gewissen Grad deren Nachteile aufweist. Namentlich ist in bezug auf rauchschwachen Betrieb das in ziemlich großer Masse angewandte glühende Mauerwerk keineswegs günstig, weil durch dessen Einwirkung auf den frischen Brennstoff nach jedesmaligem

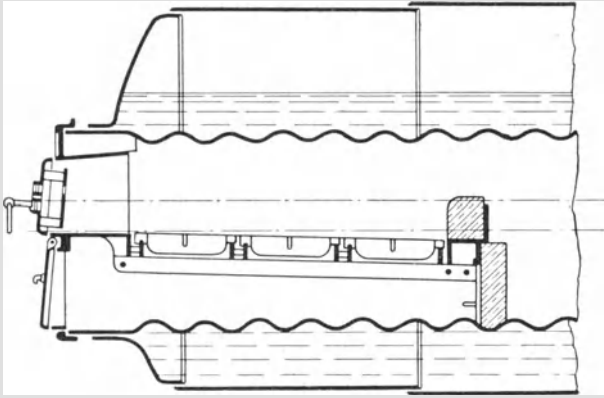


Fig. 33.
Planrost-Innenfeuerung für Flammrohrkessel.

Beschicken des Rostes die Entgasung wesentlich beschleunigt und die Steigerung des Luftbedarfs während dieser Zeit noch weiter erhöht, hierdurch aber auch zeitweiligem Luftmangel und starker Rauchentwicklung Vorschub geleistet wird.

Bei allen diesen Anordnungen der Unterfeuerung an Wasserrohrkesseln ist es im Falle periodischer Beschickung unter Verzicht auf eine besondere Einrichtung¹⁾ selbst bei sorgfältigster Feuerführung nicht möglich, gasreiche Brennstoffe ohne starke Rauchentwicklung zu verheizen, sofern nicht ganz schwache Beanspruchung vorliegt oder ein großer Luftüberschuß aufgewendet wird.

Als wichtige Forderung gilt ebenso wie bei der Vorfeuerung, daß das den Feuerraum umgebende Mauerwerk kräftig und gut dicht ausgeführt wird, um starke Wärmestrahlung nach außen, sowie Nachsaugen von Nebenluft tunlichst zu verhindern.

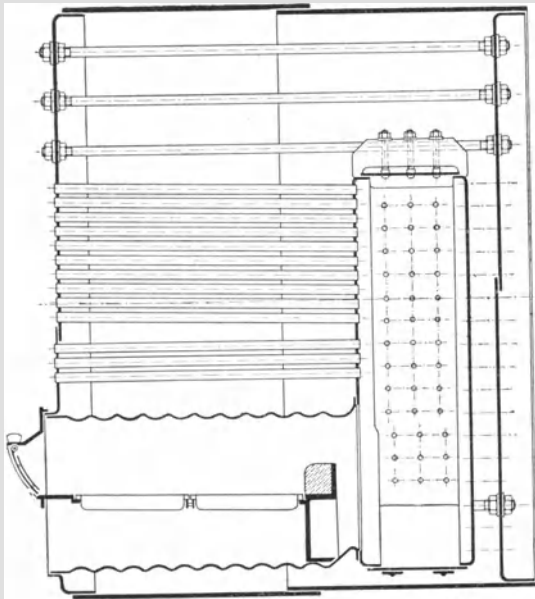


Fig. 34.
Planrost-Innenfeuerung für Schiffs-Zylinderkessel.

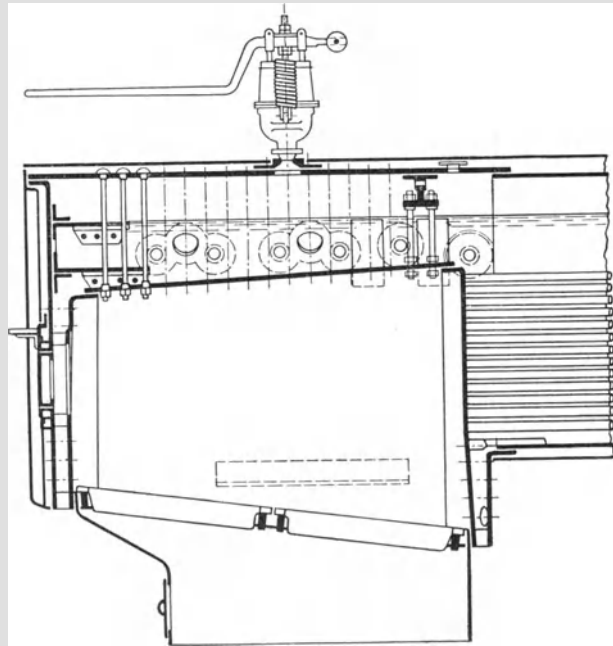


Fig. 35.
Planrost-Innenfeuerung für Lokomotivkessel.

Innenfeuerung. Die Feuerung ist in einen besonderen Teil des Kessels, z. B. in das Flammrohr oder in die Feuerbüchse eingebaut; sowohl die Decke als auch die Seitenwände des Verbrennungsraumes bestehen aus Heizflächen. Das Bestreben ist bei der Innenfeuerung

¹⁾ S. auch Abschnitt II G, H, J u. Abschnitt V.

dahin gerichtet, die aus dem Brennstoff entwickelte Wärme möglichst rasch an den Ort ihrer Bestimmung, das Kesselwasser, überzuführen, um möglichst wenig Wärme zu verlieren und außerdem an Raum zu sparen. Die strahlende Wärme ist gut ausgenutzt, woraus sich der Verlust durch Wärmeleitung und -Strahlung nach außen geringer ergibt, als bei der Vor- und bei der Unterfeuerung; auch werden die Gase den Kessel eher mit niedrigerer Temperatur verlassen, so daß der Abwärmeverlust kleiner ausfällt. Zum Fließen neigende Schlacke setzt sich weniger auf dem Rost fest.

Die Innenfeuerung ist vornehmlich für Brennstoffe mit hohem Heizwert geeignet, da ein rascher Wärmeentzug willkommen ist, und die Vollkommenheit der Verbrennung durch letzteren nicht gefährdet wird; indessen lassen sich auch geringwertige Brennstoffe in der Innenfeuerung vollkommen verbrennen.¹⁾

Im Gegensatz zu der Einwirkung des glühenden Mauerwerks der Unter- und Vorfeuerungen bewirkt die wärmeentziehende Eigenschaft der die Innenfeuerung umgrenzenden Teile eine Verzögerung der Entgasung des frisch aufgeworfenen Brennstoffs. Infolgedessen erstreckt sich der jeweilige Luft-Mehrbedarf für die Verbrennung über dem Rost bei geringerem Höchstmaß auf eine längere Zeit, wodurch die Anpassungsfähigkeit der Luftzufuhr an den Wechsel im Bedarf eine leichtere ist.

Bei der Flammrohr-Innenfeuerung, wie sie für ortsfeste Landkessel verbreitete Anwendung findet (Fig. 33), ist der Verbrennungsraum groß, wenigstens bei nicht allzu engen Flammrohren, und nach hinten gewissermaßen unbegrenzt, außerdem wird unter Mitwirkung der Feuerbrücke eine gute Mischung erzielt. Auch die Temperatur ist im allgemeinen trotz des starken Wärmeübergangs an die Heizflächen genügend, um vollkommene Verbrennung zu gewährleisten, sofern nur für richtige Regelung der Luftzufuhr gesorgt wird. Nicht ganz so günstig gestalten sich die Verhältnisse bei dem an Bord der Schiffe gebräuchlichen Zylinderkesseln mit kurzen Flammrohren (Fig. 34), sowie bei den Feuerbüchsen-Innenfeuerungen der Lokomotiv- und Lokomobilkessel (Fig. 35), wenn der Verbrennungsraum in der Abzugsrichtung der Heizgase, nach hinten oder oben, verhältnismäßig eng und der Weg der letzteren von der Feuerbrücke bzw. dem Rost bis zum Eintritt in ein sich anschließendes Heizrohrbündel sehr kurz ist. In solchen Fällen ist es — ähnlich, wenn auch infolge der langsameren Entgasung nicht in gleichem Maße wie bei der Unterfeuerung des Wasserrohrkessels — schwieriger, vollkommene und rauchfreie Verbrennung zu erzielen. Entsprechend dem kürzeren Weg, der für den Vollzug der Verbrennung zur Verfügung steht, kann es nötig werden, die Mischung von Gasen und Luft durch besondere Hilfsmittel zu beschleunigen²⁾. Von Belang ist hierbei weniger die absolute Länge des Wegs, als das Verhältnis dieser Länge zur Rostgröße und Länge des Feuerraums.

¹⁾ S. S. 9.

²⁾ S. auch Abschnitt II H.

II. Besondere Einrichtungen an der von Hand beschickten Planrostfeuerung.

Die bisherigen Erörterungen haben gezeigt, daß auf dem einfachen Planrost die Rauchentwicklung bis zu einem gewissen Grad eingeschränkt werden kann, daß aber schon hierzu eine fortgesetzt sorgfältige Bedienung, sowie unter Umständen mehr Mühe, Geschicklichkeit und Verständnis von seiten des Heizers erforderlich ist, als durchschnittlich im Dauerbetrieb von diesem erwartet werden darf. Um nun dem Heizer die Erfüllung seiner Aufgabe zu ermöglichen oder doch wenigstens zu erleichtern, sind eine ganze Reihe von Einrichtungen am Planrost getroffen worden, welche auf verschiedene, mehr oder weniger geeignete und erfolgreiche Art und Weise den Zweck verfolgen, eine Verbesserung des Verbrennungsvorganges herbeizuführen. Die dabei versuchten Bestrebungen zielen hauptsächlich darauf hin, Luftzufuhr und Luftbedarf einander anzupassen, übermäßige Luftzufuhr während der Beschickung und des Bearbeitens der Feuer möglichst fernzuhalten, oder aber die mit der überschüssigen Luftzufuhr verbundene zeitweilige Abkühlung des Verbrennungsraums durch Wärmezufuhr bzw. Wärmespeicher teilweise wieder auszugleichen, oder eine innige Mischung der Luft mit den Gasen zu fördern.

Von sämtlichen derartigen Einrichtungen können als rauchverhütend natürlich nur diejenigen ernstlich in Frage kommen, welche bei Vorhandensein frühzeitiger, inniger Mischung und genügender Temperatur einer Anpassung der Luftzuströmung an den wechselnden Luftbedarf in richtigem Sinne Rechnung tragen. Alle übrigen Konstruktionen, welche nicht gleichzeitig jede dieser drei Forderungen berücksichtigen, können als überlebt betrachtet werden. Insbesondere hinsichtlich der Anpassung der Luftzufuhr sind viele Einrichtungen mangelhaft. Wenn solche im folgenden zum Teil doch noch erwähnt sind, so geschieht dies eben nur im Hinblick auf ihre historische Bedeutung.

A. Einrichtungen, welche bezwecken, die Störungen des Feuers durch das Beschicken, Schüren und Abschlacken dadurch zu vermindern, daß sie das Öffnen der Feuertür beschränken.

Kohlensaufschütter von Strupler, D. R. P. Nr. 18718. Diese Vorrichtung stammt vom Jahre 1882, sie besteht aus einem Rahmen von der Größe des Rostes, welcher derart auf einem Wagen montiert ist, daß er über der glühenden Brennstoffschicht in die Feuerung

eingeschoben werden kann. Der Rahmen enthält eine Anzahl jalousieartig beweglicher Klappen, die eine geschlossene Fläche zu bilden vermögen, auf welcher die aufzugebende Kohle in gleichmäßiger und beliebig hoher Schicht ausgebreitet wird, um in derselben Verteilung nach Einschieben des Rahmens in den Feuerraum und hierauf folgendem gleichzeitigen Umkippen sämtlicher Klappen durch die gebildeten Spalten auf den Rost zu fallen.

Ein derartiger, von Gebr. Sulzer in Winterthur gebauter Kohlenaufschütter ist durch Fig. 36—38¹⁾ dargestellt. Derselbe soll gleichmäßiges Aufgeben der Kohle besonders auch bei langen Rostflächen erleichtern, infolge kürzerer Dauer der Beschickung und des dabei stattfindenden teilweisen Abschlusses der Feuertür den Luftzutritt einschränken, somit durch Verminderung des Abwärmeverlustes die Ausnutzung erhöhen. Der Brennstoff darf eine bestimmte Stückgröße nicht überschreiten, auch kann unregelmäßigem Abbrand

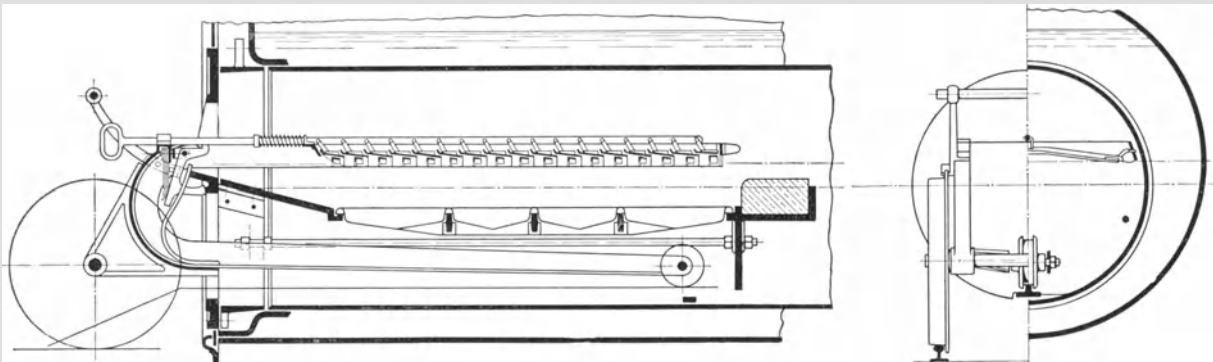


Fig. 36.

Fig. 37.

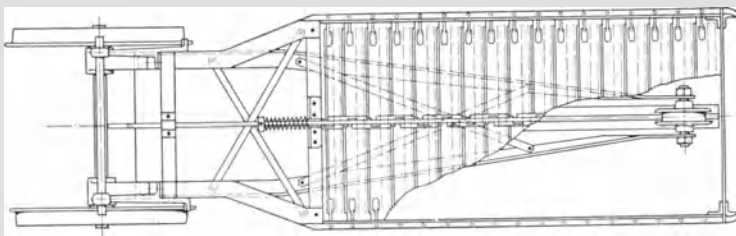


Fig. 38.

Kohlensaufschütter von Strupler.

der Schicht zu wenig Rechnung getragen werden. Die Vorrichtung muß der Feuerung sorgsam angepaßt sein und beansprucht ziemlich viel Raum vor dem Kessel. Große Verbreitung hat die Einrichtung wohl nicht gefunden, da sie ziemlich teuer ist, ohne in bezug auf die Rauchverhütung und

auf die Brennstoffausnutzung gegenüber einer ordnungsgemäßen Beschickung von Hand wesentliche Vorzüge zu bieten.²⁾

In verwandter Weise erfolgt die Rostbeschickung bei der Cario-Feuerung, D. R. P. Nr. 32833.

Die geänderte Cario-Feuerung ist in Fig. 39 und 40 dargestellt. Sie wird in dieser Ausführung von der Firma Spezialwerk Thost'scher Feuerungsanlagen vorm. Otto Thost, G. m. b. H., Zwickau, gebaut und als Thost-Cario-Feuerung bezeichnet. Die Roststäbe sind quer in die Feuerung eingelegt, so, daß sie in der Mitte der letzteren dachförmig zusammenstoßen und zwei parallel zur Längsrichtung der Feuerung verlaufende

¹⁾ Siehe „Neuere Dampfkesselkonstruktionen und Dampfkesselfeuerungen mit Rücksicht auf Rauchverbrennung“; herausgegeben vom Verband deutscher Dampfkesselüberwachungsvereine, Berlin 1890, Blatt 49.

²⁾ Eine Vorrichtung, welche die Beschickung auf ähnliche Art selbsttätig mittels Kraftbetriebs bewirkt, ist auf Seite 216 beschrieben.

Schrägroste bilden. Diese gehen vermöge der winkelförmigen Gestalt ihrer Stäbe seitlich in Planroste über, auf denen die Verbrennung der entgasten Glut stattfindet und bei nicht schmierender Schlackenbildung die Rückstände sich ansammeln. Die Beschickung des Rostes erfolgt mittels einer langen Muldenschaufel durch eine über dem First des Rostes befindliche, der Mulde angepaßte Einführungsöffnung. Die Schaufel liegt beim Anfüllen mit Brennstoff außerhalb der Feuerung einerseits mit ihrer Spitze auf einem vor der zweiteiligen Einführungstür angeordneten Bügel und stützt sich andererseits mit einem an der Schaufel angeschraubten

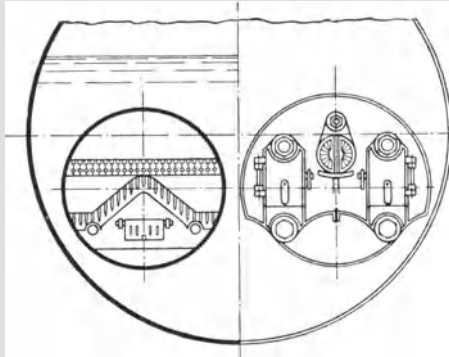


Fig. 39.

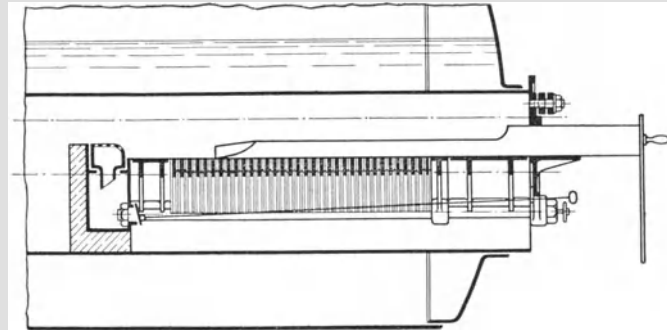


Fig. 40.

Thost-Cario-Feuerung.

Bock auf den Boden. Beim Beschicken stößt die pflugartige Spitze der Schaufel die beiden, pendelnd aufgehängten Türhälften auseinander und durchschneidet den auf der Mitte des Rostes liegenden Brennstoff. Die Schaufel wird umgewendet und dann wieder herausgezogen, wobei der frische Brennstoff die gebildete Furche ausfüllen soll, um hier allmählich zu entgasen; er wird indessen auch teilweise nach der Seite gelangen, weshalb es zweckmäßig erscheint, die Schaufel abwechselnd nach links und rechts umzuwenden. Mit dem Herausziehen der Schaufel schließen sich die beiden Türhälften wieder selbsttätig. Außer der Beschickungsöffnung besitzt die Feuerung zwei weitere, beiderseits in Höhe der unteren Rostteile angeordnete Türen, welche zum Abschlacken dienen.

Die Roststäbe werden neuerdings einteilig (nicht mehr in zwei Hälften) angefertigt, so daß auch am First des Rostes Luft zugeführt wird und derselbe nicht mehr eine tote Fläche bildet. Außer dem gewöhnlichen, geradbahnigen Stab kommen auch die verschiedensten unterteilten Roste wie Polygon-, Kreuzroste usw. zur Anwendung.

Durch die rohrförmigen und vorn mit stellbaren Ventilen versehenen Rostträger wird in die Feuerbrücke Luft geleitet, welche in der ursprünglichen Ausführung bei Unter- und Vorfeuerungen durch Kanäle in der Feuerbrücke oder in den Seitenwänden zur Flamme gelangte. Von Thost werden nunmehr Feuerbrückenroststäbe verwendet, welche durch Spalten erhitzte Luft in den Verbrennungsraum gelangen lassen; außerdem ist zu beiden Seiten der Kohlen-Einführungstür je ein kleines Dampfschleiergebläse vorgesehen, durch welches ein Gemisch von Luft und Dampf in Form eines dünnen Schleiers in den Feuerraum geblasen wird.¹⁾

¹⁾ Diese Zutaten (D. R. P. Nr. 98098) ließen eigentlich die Thost'sche Bauart der Cario-Feuerung unter II G und H einreihen, auch eine Anzahl weiterer mit ihr in Verbindung gebrachten Einrichtungen gehören dorthin: C. Haage, D. R. P. Nr. 41224, wandte eine durch Hemmwerk mit Windflügel selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr an; der Brennstoff wird einem Planrost mit seitlich vertieft liegenden Schlackenrosten zugeführt. — Die D. R. P. Nr. 105828 und 110847 von H. & M. Dreßler, Nürnberg, stellen eine Cario-Feuerung dar mit

Ähnlich wie der Kohlenaufschütter von Strupler, verhindert auch die Cario'sche Einrichtung während des Beschickens den Eintritt größerer Luftmengen in den Feuerraum. Sie beansprucht selbst bei langen Rosten keine besondere Geschicklichkeit des Heizers beim Aufgeben des Brennstoffes und belästigt diesen weniger durch Wärmestrahlung. Infolge der eigenartigen Form vergrößert sich die verfügbare Breite des Rostes, so daß man hinsichtlich der Bemessung der Rostfläche etwas weniger beschränkt ist als beim gewöhnlichen Planrost. Dagegen erschwert die Art der Rostanordnung das etwa erforderliche Auflockern und Ausgleichen der Brennstoffschicht, sowie das Abschlacken, welche Arbeiten durch die kleinen Schlackentüren oft nur unvollkommen besorgt werden und ein langes Offenhalten der letzteren bedingen. Diese Umstände machen sich in erhöhtem Maße fühlbar bei Kohlensorten, die stark backen, und bei solchen, die viel oder schmierende Schlacke absondern, und können den durch die Beschickung bei geschlossener Feuertür erwachsenden Vorteil in manchen Fällen mehr als aufheben.

Auf die Rauchentwicklung vermag die Cario-Feuerung insofern einigen Einfluß auszuüben, als sich beim Einschieben der Muldenschaufel auf dem First des Rostes eine Furche bilden und in dieser der frische Brennstoff sich ablagern soll, um von hier erst nach allmählich erfolgter Entgasung auf die schrägen Rostflächen zu gelangen. In Wirklichkeit wird sich indessen der Verlauf der Verbrennung nicht immer mit solcher Regelmäßigkeit gestalten. Auch kann, wenn sich an den Seiten des Rostes reichlich Schlacken ablagern, an dieser Stelle viel Luft Zutreten, welche zwar während der Entgasung der Raucheinschränkung dienlich, nach der Entgasung aber überschüssig ist und zur Erhöhung des Abwärmeverlustes führt. Dasselbe gilt für die dauernde Luftzufuhr durch die rohrförmigen Rostträger, welcher ebenso wie der von Thost hinzugefügten Lufteinführung mittels des Dampfgebläses nur unmittelbar nach der Beschickung Berechtigung zukommt. Während dieser Zeit der hauptsächlichsten Entgasung handelt es sich übrigens bei gasreichen Brennstoffen zur Verhütung unvollkommener Verbrennung um die Deckung eines erheblich größeren Luftbedarfes, als die vorgesehenen Querschnitte gestatten, sofern nicht eine beträchtliche, die Wirtschaftlichkeit verringernde Dampfmenge für das Gebläse aufgewendet wird.

Auch bei den Feuerungen von Steinau & Witte, Hannover-Linden, und von Lembke & v. Reichmeister, Hannover, findet die Cario-Schaufel Anwendung für die Bedienung des Planrostes, derart, daß an beliebiger Stelle einzelne Längsstreifen der Rostfläche abwechselnd beschickt werden können. Die letztere Anordnung, die „Adler-Feuerung“, D. R. P. Nr. 144873, wird auch von der Bernburger Maschinenfabrik A.-G., Bernburg, hergestellt.

Eine weitere verwandte Einrichtung ist diejenige von Fr. Hochmuth, Dresden, welche durch Anwendung eines kürzeren und breiteren Beschickungskastens denselben Zweck verfolgt wie die auf S. 37 beschriebene Beschickungsart. Mit dem Einführen des Beschickungskastens wird die Glut auf dem Planrost nach hinten geschoben, und beim Herausziehen desselben streift sich die frische Kohle auf den freigewordenen Rostteil ab.

Eine mit diesen Methoden zu erreichende Einschränkung der Rauchbildung begründet sich durch die Einflüsse, die bereits auf S. 38 für den gewöhnlichen von Hand beschickten Planrost angeführt wurden.

Oberluftzufuhr an den Seiten des Rostes. — In gleicher Weise wird seitliche Oberluft zugeführt bei der Anordnung von Popp & Weisheit, Nürnberg, welche sich im übrigen auf die nachstehend erwähnte Bauart von Hochmuth stützt.

Die Feuertür von Holdinghausen, D. R. P. Nr. 35445, und die Handschaufel von Melville bestehen im Prinzip darin, daß die Glutschicht vorn angehoben und die frische Kohle unter diese auf den Rost gebracht wird.

Die Feuertür von W. A. Martin & Co. und die Schür- und Schlackenbrechvorrichtung von J. Kudlicz, Prag-Bubna, sowie noch eine Reihe von Einrichtungen suchen dadurch Vorteile zu gewähren, daß sie das Schüren und Abschlacken ermöglichen, ohne den Zutritt einer übermäßig großen Luftmenge zu gestatten.¹⁾ Auch sollen zuweilen die Roststäbe von außen gedreht oder gerüttelt, oder aber abwechselnd gegeneinander gehoben und gesenkt werden. Erfolgt in solchem Fall der Antrieb durch eine Transmission, so befinden sich gewöhnlich die Stäbe in ununterbrochener Bewegung und besorgen auch gleichzeitig die Beförderung des Brennstoffs auf dem Rost (s. Abschnitt V, Mechanische Rostbeschickung).

Um günstige Schlackenbildung zu erzielen und das Reinigen des Rostes zu erleichtern, bzw. die Zeitdauer des Abschlackens und des damit verbundenen Luftzutritts zur Feuerung zu verringern, wird oft mit Vorteil für die ununterbrochene Kühllhaltung der Roste und der Schlacken besondere Anordnung getroffen. Das einfachste Mittel besteht darin, im Aschfall beständig eine gewisse Menge Wasser zu halten, welches seitens der vom Rost nach unten strahlenden Wärme und der durchfallenden Teile zur Verdunstung gebracht wird. Wirksamer ist die Anwendung von Roststäben mit Außen- oder Innen-Wasserkühlung. Bei dem Rost von Ebert, ausgeführt von der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Richard Hartmann, Chemnitz, ragen beispielsweise die Stege der entsprechend geformten Roststäbe in rinnenförmige Unterstäbe, welche zur Aufnahme von Wasser dienen, dessen Menge selbsttätig geregelt wird. Hierbei kann für den unteren Teil der Stege eine gute Kühlung erreicht werden; dagegen wird diese nur mittelbar auf die Rostbahn übertragen, deren Kühllhaltung doch in erster Linie wichtig ist. Von den Rostarten mit Innenkühlung (Hohlroste) verdient namentlich diejenige von John H. Mertens, Hannover, Erwähnung. Sie ist für dauernde Kühllhaltung der Rostbahn gut durchgebildet und kann auch für die Raucheinschränkung insofern eine gewisse Beachtung in Anspruch nehmen, als der Erbauer mit der Einführung seiner Umlaufroste für Kesselfeuerungen gleichzeitig nach einer verbreiteteren Verwendung von Koks, Koksabfällen und anderen gasarmen Brennstoffen strebt, die zur Rauchbildung keinen Anlaß geben können, aber auf dem gewöhnlichen Vollrost schwieriger zu verheizen sind und dabei nur unter gewissen Umständen eine Befriedigung der Betriebsbedürfnisse gestatten.²⁾

Alle hier aufgeführten zum Teil gekünstelten Hilfsmittel vermögen wohl einen Teil der mit den Bedienungs-Arbeiten verbundenen Übelstände zu mildern. Jedoch darf eine belangreiche Raucheinschränkung im allgemeinen Sinne von ihnen nicht erwartet werden, zumal sie meist von dem in wirtschaftlicher Hinsicht einseitigen Gesichtspunkte aus entstanden sind, beim Bearbeiten der Feuer größere Luftzuströmung zu verhüten, um die für vollkommene Verbrennung notwendige — meist überhaupt vorhandene — Temperatur im Verbrennungsraum zu gewährleisten. Unberücksichtigt bleibt bei diesen Einrichtungen die Anpassung der Luftzufuhr an den wechselnden Bedarf. Insbesondere wird einer Deckung des Luftmangels zur Zeit der Entgasung nicht gebührend Rechnung getragen, welcher Umstand

¹⁾ S. auch Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1903, S. 902 u. ff.: Abschlacken ohne Öffnen der Feuertür bei von Hand bedienten Feuerungen, von A. Dosch. Ferner 1904, S. 509 derselben Zeitschrift.

²⁾ S. auch die interessante Abhandlung von John H. Mehrrens, Heizerfachkunde (ein Beitrag zur Rauchbelästigungsfrage). Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1907, S. 21 u. ff.

ja gerade in den meisten Fällen bei periodischer Rostbeschickung als die Hauptursache der Rauchbildung erkannt werden muß. Außerdem kranken diese Hilfsmittel in der Regel an so manchen anderen Übelständen, daß sich von den vielen, im Laufe der Zeit aufgetauchten Konstruktionen nur wenige andauernd im Betriebe erhalten konnten.

Die Cario-Feuerung und auch die mit ihr verwandten Einrichtungen haben in Hannover und einem Teile von Mitteldeutschland eine ziemlich ausgedehnte Verbreitung erlangt. Diese können ja auch tatsächlich Anspruch auf Erfolge in bezug auf Rauchverhütung machen, da sie eine Annäherung von Luftzuströmung und Luftbedarf bewirken. Insbesondere trifft dies für die Cario-Feuerung zu, welche eine allmähliche Entgasung des frisch aufgegebenen Brennstoffs anstrebt und auch erzielen läßt. Bei den anderen ähnlichen Beschickungsvorrichtungen für den gewöhnlich geformten Planrost kommt jeweils die an den bereits durchgebrannten Stellen überschüssig zutretende Luft einer Herbeiführung vollkommener Verbrennung der aus dem frisch beschickten Längsstreifen sich ausscheidenden flüchtigen Bestandteile zugute (s. auch S. 38, 50 u. 67—68).

B. Einrichtungen, durch welche beim Öffnen der Feuertür der Zug vermindert wird.

Das soeben erwähnte Bestreben, die bei der Bedienung des gewöhnlichen Planrostes in regelmäßigen Zeiträumen wiederkehrende Einströmung kalter Luft in den Feuerraum zu verhindern, legte es nahe, jedesmal vor dem Öffnen der Tür die Zugstärke mittels eines entsprechenden Abschlußorganes so weit zu vermindern, daß nur wenig Luft durch die Feuertür eingesaugt wird, und die Gase eben noch nach dem Schornstein abziehen können. Zu diesem Zwecke sind verschiedene Anordnungen getroffen worden, welche die Zugdrosselung entweder hinter den Heizflächen mittels des Zugschiebers, oder in den Heizzügen, oder aber schon an der Feuerbrücke mittels eingebauter Drehklappen bewerkstelligen.

Da diese Mittel mehr Aufmerksamkeit und Sorgfalt vom Heizer erfordern und die Belästigung durch strahlende Hitze erhöhen, so wird nicht immer aus freien Stücken Gebrauch davon gemacht. Man hat daher versucht, ihre Anwendung dadurch dem Belieben des Heizers zu entziehen, daß man den Zugschieber bzw. die Drosselklappen zwangsläufig mit der Feuertür kuppelte, derart, daß beim Öffnen der letzteren der Zug verringert wird.

Eine solche Einrichtung stammt z. B. von der Rheinischen Apparate-Bau-Anstalt in Brühl bei Köln, D.R.P. Nr. 58050. Rauchschieber und Feuertür werden durch einen Hebel gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung bewegt, und zwar erfolgt die Übertragung auf ersteren durch einen Rollenzug, während die Feuertür, deren Achse eine als Schraubensfläche ausgebildete Verlängerung trägt, durch Rollen gedreht wird, die als Muttern dienen.

Die Anordnung hat den Nachteil, daß sich die Zugstärke nicht auf genügend einfache Weise ändern läßt; hierdurch wird bei wechselndem Betrieb die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt. Sind mehrere Feuertüren an einer Feuerung vorhanden und mit einem gemeinschaftlichen Zugschieber gekuppelt, so kann die Verbrennung auf dem einen Rostteil durch die Bedienung des anderen leicht gestört werden.

Diesen Mängeln suchten eine Reihe von Kesselbauanstalten¹⁾ dadurch abzuwehren, daß sie in die Heizzüge besondere drehbare Klappen einbauten, welche ebenfalls durch zwang-

¹⁾ H. Paucksch, Landsberg a. W., K. & Th. Möller, Brackwede, Siller & Jamart, Barmen-Rittershausen, Ottenser Eisenwerk A.-G., Altona-Ottensen, usw.

läufige Kupplung mit der Feuertür beim Öffnen der letzteren nahezu geschlossen werden. Andere Vorrichtungen wie z. B. diejenigen von Jacques Piedboeuf, Aachen und Düsseldorf, sowie von Ingenieur W. Büttner, Düsseldorf, sind mit Klappen hinter der Feuerbrücke (bei Flammrohr-Innenfeuerungen) ausgerüstet. Büttner ordnet eine nach hinten umlegbare Klappe an, welche durch Hebel und Zugstange mit der Achse der Feuertür in Verbindung steht, beim Öffnen der letzteren sich hochstellt und den Raum über der Feuerbrücke größtenteils verdeckt, um beim Schließen der Tür sich wieder nach hinten niederzulegen.

Derartige Einrichtungen machen die Feuertür schwerer beweglich; sie werden nicht selten nach kurzer Zeit wieder außer Betrieb gesetzt oder entfernt.

Um nun die verschiedenen Nachteile der zwangläufigen Kupplung zu umgehen, dennoch aber den Heizer beim Öffnen der Feuertür zum Schließen des Zugschiebers zu zwingen, wird zuweilen die Anordnung so getroffen, daß man das die Bewegung des Schiebers vermittelnde Organ vor die Feuertür legt, damit diese nicht geöffnet werden kann, bevor der Zugschieber geschlossen ist. Der Schieber kann hierbei immer noch unabhängig von der Feuertür verstellt werden.

In dieser Weise wird auch die erwähnte Piedboeuf'sche Vorrichtung ausgeführt. Bei geschlossener Feuertür befindet sich eine halbkreisförmige Drehklappe in der tiefsten Stellung hinter der Feuerbrücke bzw. dem Aschfallverschluß und ein vom Heizerstand aus zu betätigender, auf der horizontalen Drehaxe der Klappe angebrachter Hebel ist vor der Feuertür hochgestellt. Soll die Tür geöffnet werden, so ist dieser Hebel vorher nach unten zu drehen, wodurch die Klappe den freien Querschnitt über der Feuerbrücke nahezu abschließt.

Von einem besonderen günstigen Einfluß auf die Rauchentwicklung, wie er für diese Einrichtungen beansprucht wird, kann nicht die Rede sein. Es gilt von ihnen sinngemäß das gleiche, was über die Einrichtungen unter A auf S. 58 unten gesagt ist.

C. Vorrichtungen zur Regelung des Zuges.¹⁾

Einen ähnlichen Zweck wie die vorstehend beschriebenen Konstruktionen verfolgen die Zugregulierungsvorrichtungen. Diese suchen die Luftzufuhr nicht nur während der Beschickung selbst zu beschränken, sondern sie auch jeweils von einer Beschickung zur ändern, also während des ganzen Verlaufes der Verbrennung, wo ihre Änderung bei dem gewöhnlichen Planrost bekanntlich entgegengesetzt derjenigen des Bedarfes verläuft, dem letzteren möglichst anzupassen.²⁾

Zu diesem Zweck wird der Rauchschieber nur teilweise ausbalanciert, wobei er jedoch seinem Bestreben, sich abwärts zu bewegen und den Zug zu verändern, nur in dem Maße folgen kann, als ein Hemmwerk (Katarakt, Uhrwerk oder dergleichen) dies gestattet. Da nun in der Anordnung derartiger Hemmwerke unzählige Variationen möglich sind, so gibt es auch eine sehr große Zahl solcher Vorrichtungen.

Zunächst fanden die Zugregler von C. W. Strauß, Berlin, Th. Speckbötzel, Hamburg, O. Hörenz, Dresden, einige Verbreitung, denen bald diejenigen von Ulrich & Messerschmidt, Malchow, Ganz & Co., Wien. Szczepanek, Wien,³⁾ W. Büttner, Düssel-

¹⁾ Über solche Vorrichtungen siehe auch Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1893, S. 805, 1894, S. 621, sowie insbesondere 1903, S. 683.

²⁾ Nach dem auf Seite 33 Gesagten kann durch Regelung des Zuges diese Anpassung nicht erreicht werden.

³⁾ S. A. Dosch, Dinglers Polytechn. Journal 1902, S. 259.

dorf, der Zugluftregler von F. Großfuß, Chemnitz, und andere folgten. Bei allen besteht die Wirkungsweise darin, dass der nach dem Beschicken des Rostes aufgezoogene Zugschieber sofort selbsttätig anfängt, sich allmählich wieder bis zu einer gewissen Stellung unter dem Einfluß des Schiebergewichts und des Hemmwerks zu schließen. Außerdem wird häufig ein Ventil am Katarakt durch eine geeignete Verbindung mit der Feuertür derart betätigt, daß beim Öffnen der letzteren der Schieber sofort selbsttätig niedergeht. Auch findet man in vielen Fällen ein Klingelwerk angeordnet, welches dem Heizer anzeigen soll, daß der Schieber niedergelassen, und der Rost zu beschicken ist.

Eine weitere hierher gehörende Vorrichtung ist der Feuerungsregler von H. Kowitzke & Co., Berlin,¹⁾ der im Falle dauernd vorhandener oder häufig eintretender schwacher Belastung von dieser Firma in Verbindung mit ihrer Einrichtung für Oberluftzufuhr²⁾ zuweilen in Anwendung gebracht wird. Dieses Hilfsmittel unterscheidet sich von den soeben aufgeführten grundsätzlich dadurch, daß der Schieber nach dem Abschluß der Feuertür nicht sofort abzulaufen beginnt; es ist vielmehr nicht nur die Stellung, bis zu welcher er aufgezoogen wird bzw. abläuft, sondern auch die Zeitdauer, während welcher der Schieber in aufgezoogener Stellung verbleibt, innerhalb gewisser Grenzen beliebig einstellbar. Es erweist sich deshalb nicht als nötig, den Zugschieber weiter aufzuziehen, als zur Erzielung einer günstigen Brenngeschwindigkeit während der Entgasung erforderlich ist, wie dies die erstgenannten Vorrichtungen bedingen, sofern nicht ein frühzeitiger Abschluß eintreten soll.

Bei den meisten der genannten Einrichtungen soll durch eine Stellvorrichtung, die gestattet, den Schieber in seiner gesenkten Lage je nach Bedarf um einen größeren oder kleineren Betrag offen zu lassen, verschiedener Beanspruchung des Kessels Rechnung getragen werden können. Da jedoch die richtige Regelung der Grenzen für die nach dem Aufziehen und Ablaufen erhaltenen Schieberstellungen bei häufig und stark wechselndem Betrieb für den Heizer nicht nur umständlich, sondern überhaupt zu schwierig ist, so unterläßt er jede Regelung und wählt erfahrungsgemäß immer die Einstellung so, daß die hierbei im Mittel sich ergebende Zugstärke für die vorkommende stärkste Beanspruchung genügt. Zur Zeit der schwächeren Belastung wird alsdann einer geringeren Dampftwicklung durch den Zustand des Feuers, d. h. durch Regulierung mittels des Luftüberschusses, also auf Kosten des Abwärmeverlustes Rechnung getragen, was natürlich zu einer Brennstoffverschwendung führt, die um so größer ausfällt, je stärker die Belastungsschwankungen sind. Die jeweils zu verwendende mittlere Zugstärke ist unter bestehenden Verhältnissen durch die Belastung gegeben, sofern die Verbrennung mit einem bestimmten Luftüberschuß, dessen Größe ja in erster Linie aus wirtschaftlichen Rücksichten begrenzt ist, erfolgen soll.

Aus der Wirkungsweise aller dieser Vorrichtungen folgt nun zunächst, daß sie ihrem Zweck nur dann gerecht werden können, wenn bei jeder Beschickung gleich viel Kohle aufgegeben wird, wenn also bei wechselndem Betrieb nicht die Größe der Beschickungen, sondern deren Anzahl geändert wird. Nun sind aber nach beiden Richtungen praktisch einzuhaltende Grenzen gegeben. Bei Vorhandensein mehrerer Feuertüren und nur eines Zugschiebers sind die einzelnen Teile der Rostfläche immer gleichmäßig zu bearbeiten. Da ferner jeder Zugregler den seiner Konstruktion zugrunde liegenden Voraussetzungen zufolge einen nicht

¹⁾ Eine genaue Beschreibung dieser Vorrichtung findet sich in „Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg“, Berlin 1906.

²⁾ S. auch Abschnitt II, G, S. 85.

unerheblichen Abbrand der Kohlschicht bedingt, wobei natürlich auch die Menge der jeweils aufgegebenen Kohle und damit diejenige der sich ausscheidenden Gase ziemlich groß ausfällt, so wird sich durch eine solche Einrichtung allein die Bildung von Rauch nicht verhindern lassen. Es muß weiterhin hervorgehoben werden, daß die Einrichtung in keiner Weise Gewähr dafür bietet, daß Luftzufuhr und Luftbedarf, namentlich während der Entgasung, einander in jedem Augenblick entsprechen. Während die Luftzufuhr hauptsächlich von der Zugstärke und der Beschaffenheit der Brennstoffschicht abhängig ist, ändert sich der Luftbedarf nicht allein mit der Beanspruchung der Feuerung, der Stärke jeder Beschickung, sondern auch wesentlich mit dem Gehalt des Brennstoffs an flüchtigen Bestandteilen, bzw. mit der Schnelligkeit und dem Verlauf der Entgasung.¹⁾ Daß das Hemmwerk die Änderung der Zugstärke allen diesen Einflüssen entsprechend zu gestalten vermöge, muß ohne weiteres als unzutreffend erscheinen, wenn man sich noch an die auf S. 31 erwähnte dauernde Verbrennung auf dem Rost und die wechselnde Verbrennung über dem Rost erinnert. Gewisse Vorzüge vermögen die Zugregler unter Umständen zu bieten, wenn ganz gleichmäßige Betriebsstärke herrscht — was übrigens in seltenen Fällen zutrifft — und wenn außerdem die Rostanstrengung so klein ist, daß bei unveränderter Einhaltung der im Mittel notwendigen Zugstärke nach dem Aufwerfen der frische Brennstoff gewissermaßen nur schwelen würde.²⁾ Dann ist aber auch im allgemeinen die Zeitdauer zwischen zwei Beschickungen so groß, daß der selbsttätige Regler entbehrt werden kann, ohne an die Aufmerksamkeit des Heizers größere Ansprüche stellen zu müssen. Am einfachsten und sichersten läßt sich in solchen Fällen durch entsprechende Rostverkleinerung eine günstige Brenngeschwindigkeit erreichen. Wo dennoch selbst bei stark wechselnden Betriebsverhältnissen seitens der Erbauer von erheblichen, tatsächlich nachgewiesenen Ersparnissen auf Grund der Verwendung von Zugreglern die Rede ist, deutet dies, soweit es sich überhaupt um zuverlässige Angaben handelt, immer darauf hin, daß die Feuerung vor dem Gebrauch der Vorrichtung nicht ordnungsgemäß bedient wurde und mit sehr hohem Luftüberschuß arbeitete, dem der Apparat einigermäßen Einhalt gebot.³⁾

D. Feuerungen mit veränderlicher Größe der Rostfläche.

Die Betriebseigentümlichkeiten bringen es in manchen Anlagen mit sich, daß der Dampfbedarf zuzeiten recht verschieden groß ist, und dementsprechend auch die Ansprüche an die Wärmeentwicklung in der Feuerung wechseln. Diesen Schwankungen ist bei einer bestimmten Rostgröße und Brennstoffart durch Veränderung der Brenngeschwindigkeit bzw. der Zugstärke Rechnung zu tragen. Nun ist aber nach den Ausführungen auf S. 44 das Unterschreiten wie auch das Überschreiten gewisser Brenngeschwindigkeiten, deren Grenzen beim Planrost allerdings nicht so eng gezogen sind⁴⁾ und je nach den Eigenschaften des Brennstoffs verschieden liegen, von erschwerendem Einfluß auf die Erzielung vollkommener, rauchfreier und wirtschaftlicher Verbrennung. Erstrecken sich die verschiedenen Belastungen

¹⁾ Vergl. S. 32, Fig. 8, ferner auch S. 33.

²⁾ S. Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, Berlin 1906, S. 75—76, sowie S. 62 u. 67 Fußbemerkungen.

³⁾ Vergl. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1903, S. 683.

⁴⁾ Bei den meisten Steinkohlensorten können z. B. in der gewöhnlichen Planrostinnenfeuerungen zeitweilig Schwankungen von 50—100 kg pro Stunde und qm Rostfläche vorkommen, ohne daß sich die Verhältnisse besonders schwierig gestalten. S. auch S. 80 und 82.

jeweils auf längere Zeiträume (z. B. mehrere Monate), so können sie meist in einfacher Weise durch bauliche Veränderung der Rostfläche (s. S. 45) berücksichtigt werden. Wenn aber sehr starke Wechsel in der Beanspruchung oft und plötzlich eintreten, so macht sich die Beeinträchtigung der Verbrennungsverhältnisse besonders fühlbar. Dieser Umstand legt das Bestreben nahe, anstatt bei bestimmter Größe des Rostes dessen Leistung für die Flächeneinheit mittels der Zugregulierung zu ändern, die Rostanstrengung annähernd unverändert zu lassen und die Wärmeentwicklung durch möglichst bequeme Verkleinerung oder Vergrößerung der Rostfläche während des Betriebs dem jeweiligen Bedarf im wesentlichen anzupassen. Alsdann sind nur noch die kleineren Schwankungen in der Dampfantnahme durch Veränderung der Zugstärke und Brenngeschwindigkeit auszugleichen. An Schrägrostfeuerungen bestehen derartige Maßnahmen schon lange;¹⁾ auch am Planrost sind in den letzten Jahren Vorkehrungen getroffen worden, welche sich auf diesen Grundsatz stützen.

Fig. 41 zeigt eine solche Einrichtung von Müller & Korte, Pankow-Berlin. Die gemauerte Feuerbrücke ist auf einen gußeisernen Rahmen aufgebaut, welcher sich mittels Ketten- und Zahntriebs durch Drehen eines seitlich der Feuerung angeordneten Handrades oder Hebels in der Längsrichtung des Rostes verschieben läßt. Der bei teilweise vorgeschobener Brücke außer Tätigkeit gestellte hintere Rostteil wird durch den Gußrahmen dicht abgedeckt. Bei einer zweiten einfacheren, aber auch weniger betriebssicheren Ausführung ohne Ketten- und Zahntrieb erfolgt die Bewegung der Feuerbrücke mittels einer Zug-(Schub-)Stange, welche hinten bzw. vorn an der Feuerbrücke angesetzt wird.

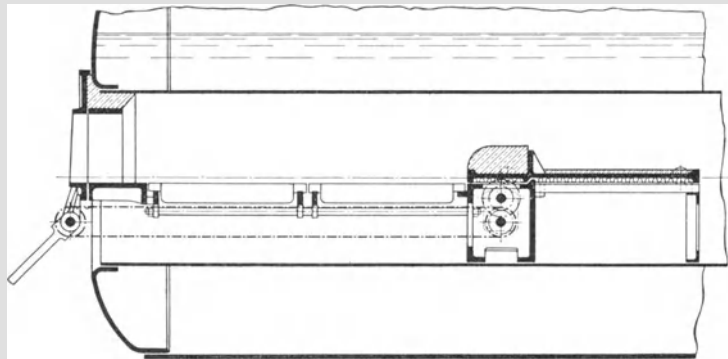


Fig. 41.
Verstellbare Feuerbrücke von Müller & Korte.

Anlässlich eines im Jahre 1901/02 von der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin ausgeschriebenem Wettbewerbs sollen je drei Versuche mit voller Rostfläche bei ca. 25 kg und mit verkleinerter Rostfläche bei ca. $6\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ kg Dampfleistung auf 1 qm Heizfläche in der Stunde mit verschiedenen Kohlsorten Ergebnisse geliefert haben, welche den gestellten Forderungen genügten.

Weitere Vorrichtungen ähnlicher Art sind diejenigen von der Braunschweigischen Maschinenbau-Anstalt, Braunschweig und von Adolf F. Müller, Berlin, von Brett-schneider und von Lewicki. Bei der ersten wird das Verschieben der Feuerbrücke mit Hilfe von zwei Rohren bewerkstelligt, die vorn fest geführt, an ihrem hinteren Ende mit Gewinde versehen und in zwei unten an der Feuerbrücke befindlichen Muttern drehbar sind. Bei der „Wandelfeuerung“ von Adolf F. Müller ist an der beweglichen Feuerbrücke im Aschfall ein Angriffsbolzen; eine Spindelzugstange wird in denselben eingehängt und vorn in einem unter der Schürplatte angeordneten Führungs- und Spindelbock gelagert. Die Veränderung der Rostfläche erfolgt durch Ein- oder Ausrauben der Spindel, wobei die Feuerbrücke nach hinten geschoben bzw. nach vorn gezogen wird. Nach dem Gebrauch läßt sich

¹⁾ S. S. 175.

die Spindel bequem wieder aus dem Aschfall entfernen. Eine Gabelstange, die oberhalb des Rostes durch die Feuertür eingeführt und an der Brücke zu beiden Seiten angesetzt wird, dient zur Nachhilfe beim Verschieben. Die Bewegungsvorrichtung kann dem Gebrauch an mehreren mit beweglichen Feuerbrücken ausgestatteten Kesseln dienen und in der Zwischenzeit beiseite gestellt werden.

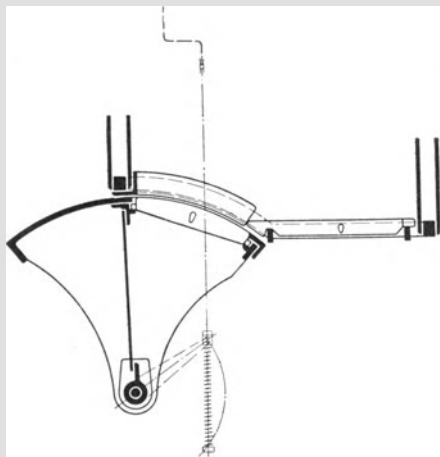


Fig. 42.
Veränderliche Rostfläche an Lokomotiv-
feuerungen, von Krauss & Co.

Die Lokomotiv-Fabrik Krauss & Co. A.-G., München, hatte auf der Nürnberger Landesausstellung 1906 eine Lokomotive mit veränderlicher Rostfläche ausgestellt, welche die Feuerung möglichst anpassungsfähig an die vorkommenden Wechsel der Betriebsverhältnisse gestalten soll. In der aus Fig. 42 ersichtlichen Weise ist unter der Feuerbüchse ein drehbarer Trommelsektor gelagert, dessen Mantel in seiner vorderen Hälfte aus Roststäben, nach hinten aber aus einer vollen Platte besteht. Durch Hebelübertragung auf Spindel und Kurbel kann der Trommelsektor vom Führerstande aus gedreht und hiermit die Rostfläche zwischen 1,69 und 1,0 qm verändert werden.

In bezug auf die Rauchverhütung haben diese Einrichtungen natürlich nur den Zweck die Nachteile ungünstiger (namentlich zu kleiner) Rostbeanspruchungen zu mindern. Der einem normal beanspruchten einfachen Planrost anhaftende Mangel ungenügender Anpassung der Luftzufuhr an den auch bei gleichbleibender Belastung während jeder Beschickungsperiode wechselnden Bedarf bleibt bestehen und ist ebenso wie dort für sich zu behandeln. Wo die Schlacke festbrennt oder eine hohe Anfangstemperatur im Feuerraum herrscht, mag die Beweglichkeit und die Haltbarkeit der Vorrichtungen zu wünschen übrig lassen.

E. Wärmespeicher im Verbrennungsraum.

Übergeschobene Gewölbe, verlängerte Feuerbrücken, Flammrohreinsätze, Gitterkörper, mit Glühkörpern belegte Roste usw.

Die hier zu nennenden Bestrebungen sind zumeist älteren Ursprungs und haben heute nur noch wenig praktische Bedeutung. Die Wärmespeicher bestehen in der Regel aus feuerfestem Mauerwerk, sie sollen während der Zeit der höchsten Glut Wärme in sich aufnehmen, um diese nach der Beschickung entweder an den frischen Brennstoff oder an die Produkte der unvollkommenen Verbrennung abzugeben. Derartige Einrichtungen sind hauptsächlich bei Unter- und Innenfeuerungen im Gebrauch, während die Vorfeuerungen schon an sich mehr oder weniger einen ähnlichen Zweck verfolgen.

Aufspeicherung von Wärme behufs nachheriger Abgabe an den frischen Brennstoff kann auf alle Fälle nur dann Berechtigung haben, wenn die Beschickung in der Weise erfolgt, daß die Kohle vorn aufgegeben und nach erfolgter Entgasung zurückgeschoben wird.¹⁾ Hier-

¹⁾ Bei der anderen Beschickungsart mit gleichmäßiger Verteilung der Kohlen über den Rost werden solche Wärmespeicher die Rauchentwicklung stets nur verstärken, da ja durch ihr Vorhandensein die Entgasung beschleunigt wird.

bei verwendet man in der Regel sogenannte übergeschobene, über den vorderen Teil des Rostes gespannte Gewölbe Fig. 43, welche die Entgasung befördern und die Entzündung der flüchtigen Bestandteile einleiten, somit auch die Steigerungsfähigkeit der Wärmeentwicklung erhöhen sollen, die ja, wie auf S. 37 dargetan wurde, bei dieser Beschickungsart ohne eine solche Einrichtung sehr beschränkt ist.

Zuweilen werden neben dem übergeschobenen Gewölbe auch noch mehr oder weniger stark vorgezogene Feuerbrücken angeordnet, Fig. 44 und 45. Die durch Fig. 44 dargestellte Einrichtung vermag eine sehr bedeutende Temperaturerhöhung im Brennraum nicht hervorzurufen, während durch die Konstruktion Fig. 45, Feuerung von G. Adam in Sebnitz, die Flamme nach dem Vorgange der Tenbrink-Feuerung (S. 131) gezwungen wird, über den vorn lagernden frischen Brennstoff hinwegzuziehen, wodurch natürlich dessen Entgasung erheblich gefördert und auch eine gute Mischung der ausgeschiedenen Gase mit der zu ihrer Verbrennung etwa vorhandenen Luft erzielt wird.

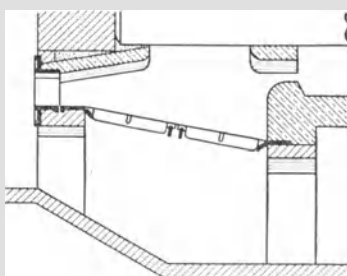


Fig. 43.

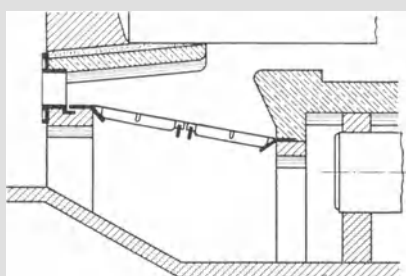


Fig. 44.

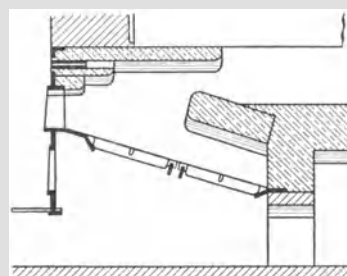


Fig. 45.

Die Adam'sche Feuerung war ursprünglich mit bewegten Roststäben ausgerüstet, D.R.P. 10869, welche aber bald verlassen und durch gewöhnliche Roststäbe ersetzt wurden, die mit geringer Neigung nach hinten verlegt waren. Zur selbsttätigen Beschickung, wie sie z. B. bei den in Abschnitt IV beschriebenen Treppen- und Schrägrosten stattfindet, war diese Neigung nicht ausreichend.

Die Feuerung ist ihrer ganzen Natur nach nur zur Verbrennung von geringwertigen Braunkohlen geeignet. Bei Verheizung von Brennstoffen mit höherem Heizwert unterliegt die Feuerbrücke einem sehr starken Verschleiß, auch tritt infolge der rückkehrenden Flamme eine außerordentlich starke Wärmeausstrahlung nach dem Heizerstand ein, welche die Bedienung erschwert und die Feuertüren sowie das Geschränke meist nach kurzer Zeit zerstört.¹⁾ Die Heizer helfen sich dann dadurch, daß sie die Türen etwas offen halten. Auf die Raucheinschränkung kann dies — etwaigen Luftmangel nach dem Beschicken ver-ringernd — zwar günstigen Einfluß haben; da aber die Luft durch den Spalt an der Feuertür andauernd zugeführt wird, um die Wärmestrahlung nach vorn zu mildern, so führt diese Maßnahme meist zu einem durchschnittlich großen Luftüberschuß.

Wärmespeicher, welche die abziehenden, noch nicht verbrannten Gase entzünden und deren vollkommene Verbrennung herbeiführen sollen, können — vorausgesetzt, daß die erforderliche Luftmenge vorhanden ist — nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn die Wärmezufuhr so zeitig vor sich geht, daß eine Zersetzung der Kohlenwasserstoffe noch nicht eingetreten ist. Wie schon auf S. 30 ausgeführt, kann es sich doch immer nur darum handeln, die Ausscheidung fester Stoffe zu verhindern und die Entzündung einzuleiten, nicht aber

¹⁾ S. C. Haage, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine 1883, S. 135.

die schon ausgeschiedenen festen Stoffe nachträglich zu verbrennen. Konstruktionen, welche das letztere anstreben, sind zwar schon öfters versucht, jedoch immer nach kurzer Zeit wieder verlassen worden und finden sich wohl nur noch in Patentschriften. Sie müssen alle als grundsätzlich falsch bezeichnet werden. Nach C. Bach¹⁾ wurde eine derartige Feuerung dem Engländer Higgin bereits vor mehr als 80 Jahren patentiert, während im Jahre 1839 Bourne eine durch Fig. 46 dargestellte Bauart vorschlug, bei welcher die zu verbrennen-

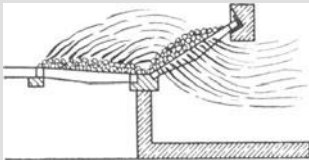


Fig. 46.
Feuerung von Bourne.

den Gase einen zweiten Rost durchstreichen müssen, der mit glühenden Asbestkörpern, glühendem Koks oder dergleichen belegt wird. Eine ähnliche Konstruktion war auch auf der internationalen Ausstellung von Apparaten und Einrichtungen zur Vermeidung des Rauches in London 1881 ausgestellt;²⁾ ihre Übelstände sind so klar ersichtlich, daß sie nicht weiter erörtert zu werden brauchen.

Sehr häufig soll die Entzündung der Gase durch verlängerte Feuerbrücken oder durch Feuerluken, Fig. 43, herbeigeführt werden. Ferner sind Flammrohreinsätze, gitterförmige Einbauten und dergleichen im Gebrauch, welche in der Regel auch noch die Mischung der Gase befördern und zuweilen die Zufuhr und Vorwärmung von Oberluft (s. S. 69 u. ff.) vermitteln sollen.

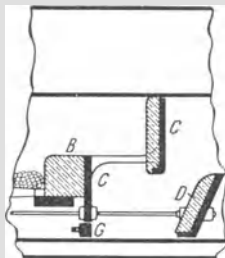


Fig. 47.
Flammrohreinsatz
von Fouqué.

Ein derartiger Flammrohreinsatz von C. W. Fouqué in Paris, D.R.P. Nr. 76264, ist durch Fig. 47 dargestellt. Der hintere Teil *D* ist beweglich. Das Verschlußstück *G* dient zum Entfernen von Flugasche und gestattet außerdem, etwas Luft zuzuführen.

Fig. 48 zeigt den „Flamm-Verteiler Abundex“, der von Schiff & Stern, Leipzig und Wien, vertrieben wird. Im Flammrohr sind eine Anzahl zylindrischer, nach dem Roste hin

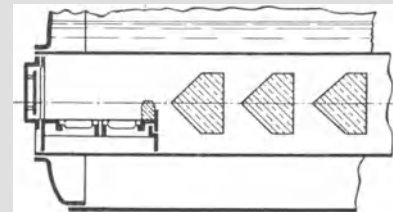


Fig. 48.
„Flammverteiler Abundex“.

kegelförmig zugespitzter Schamottekörper eingebaut, um die Flamme bzw. Heizgase zu zwingen, sich über den ganzen Innenumfang des Flammrohres zu verteilen; auch sollen sie die Ablagerung von Flugasche im Flammrohr verhindern. Angeblich soll hierdurch die Heizwirkung erhöht und beim Vorüberziehen der Heizgase an den glühenden Schamotte-Einsätzen „eine automatische Rauchverhütung“ erzielt werden, was aber in Wirklichkeit natürlich nicht zutreffend ist.

Bei den verschiedenen Mauerwerks-Einbauten muß auf alle Fälle so viel freier Querschnitt für den Durchgang der Gase vorhanden sein, daß der Zug nicht zu stark gedrosselt wird und daß sich ferner nicht zu große Wärmestauung im Verbrennungsraum einstellt, da sonst die Leistungsfähigkeit der Feuerung herabgesetzt, die Schlackenbildung ungünstig beeinflusst und die Bedienung durch Ausstrahlung erschwert wird. Diese Erwägungen werden bei der Anordnung von Wärmespeichern oft nicht gewürdigt.

Ein weiterer Übelstand der Wärmespeicher ist in der raschen Abnutzung des verwendeten Mauerwerks zu erblicken, welche von der Höhe der Temperatur im Verbrennungsraum und namentlich auch von deren Schwankungen abhängt, außerdem von der Zusammensetzung der Steine und dem Grade ihrer Feuerbeständigkeit beeinflusst wird.

¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1882, S. 89.

²⁾ C. Bach, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1882, S. 89.

Decken die Einbauten einen Teil der Heizfläche ab, so besteht wie bei der Vorfeuerung der wirtschaftliche Nachteil, daß die Wärmeüberführung in die Heizfläche durch direkte Einstrahlung beeinträchtigt wird, und daß bei jedem nicht ununterbrochen fort dauernden Betriebe die in dem Mauerkörper aufgespeicherte Wärme einen täglich neuen, unter Umständen bedeutenden Verlust verursacht.¹⁾

Soweit mit der Anordnung von Wärmespeichern nicht gleichzeitig regelbare Oberluftzufuhr vorgesehen ist, bleibt ähnlich wie bei den in den vorangegangenen Abschnitten behandelten Einrichtungen die zu vollkommener Verbrennung unerläßliche Forderung unerfüllt, die Luftzufuhr an den tatsächlichen Verlauf des Luftbedarfs anzupassen, obwohl die Größe des letzteren bei Verfeuerung von gasreichen Brennstoffen je nach der Anordnung der Wärmespeicher und ihrer Einwirkung auf die Entgasung oft in verstärktem Maße von einer Beschickung zur anderen schwankt.²⁾ Eine Temperatursteigerung im Verbrennungsraum oder gar hinter demselben ohne richtige, den wechselnden Bedürfnissen entsprechende Regelung der Luftzufuhr kann als Maßnahme zur Rauchverhütung ernstlich nicht mehr ins Auge gefaßt werden.

F. Anordnung zweier Roste mit abwechselnder Beschickung und gemeinsamer Gasabführung.

Bereits auf S. 38 u. 50 wurde eine Rostbeschickungsweise erwähnt, bei welcher abwechselnd die beiden Hälften eines einzigen Rostes beschickt werden.

Ganz in derselben Weise ist nun auch versucht worden, durch Anordnung zweier neben- oder übereinander liegender Roste mit abwechselnder Beschickung die Vollkommenheit der Verbrennung zu befördern und die Entstehung von Rauch zu verhindern.

Die erste derartige Feuerung wurde bereits im Jahre 1873 von Fairnbairn ausgeführt. Eine nach denselben Grundsätzen von C. Haage in Chemnitz gebaute Feuerung ist durch Fig. 49 und 50³⁾ dargestellt. Durch die eigenartige Gestaltung der Feuerluke sollen die beiden Gasströme bei ihrem Zusammentreffen unmittelbar hinter der Mauerzunge gezwungen werden, sich gegenseitig zu durchdringen. C. Haage erzielte mit einer derartigen Feuerung sowohl hinsichtlich der Ausnützung des Brennstoffs als auch in bezug auf die Rauchentwicklung „vollständig zufriedenstellende“ Resultate. Die starke Verengung an der Feuerluke, welche eine erhebliche Drosselung der Zug-

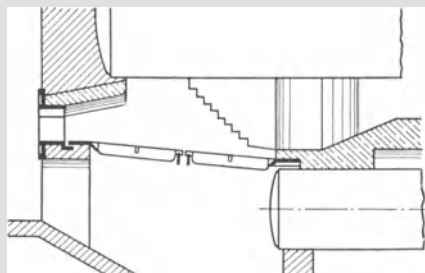


Fig. 49.

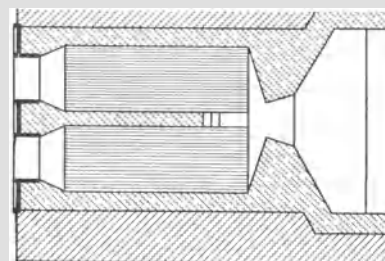


Fig. 50.

Feuerung von Haage.

¹⁾ S. auch S. 31.

²⁾ Dies gilt z. B. auch von einigen in Dingers Polytechn. Journal 1902, S. 402 genannten Feuerungen, welche in Amerika ausgeführt werden sollen.

³⁾ S. Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine 1883, S. 137.

stärke bedingt, weist übrigens darauf hin, daß es sich hierbei um große Beanspruchung nicht gehandelt haben kann.

Eine weitere hierher gehörige Konstruktion ist die auf S. 49 u. f. beschriebene und durch Fig. 27 und 28 dargestellte Vorfeuerung von H. v. Reiche. Sie wird eine Einschränkung des

Rauches auch nur unter den dort gemachten Voraussetzungen bei sorgfältiger Bedienung zulassen.

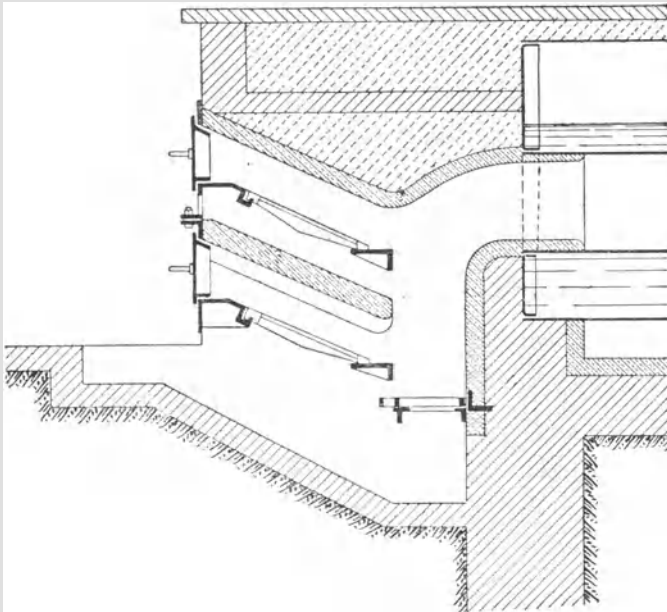


Fig. 51.
Feuerung von Rotter.

Ein Doppelrost ähnlicher Art, aber mit übereinander liegenden Abteilungen von A. Rotter, ist in Fig. 51 veranschaulicht. Daß auch hier bei entsprechender Bedienung eine zufriedenstellend vollkommene Verbrennung erzielt werden kann, ist nicht zu bezweifeln, da während der Entgasung nach dem jeweiligen Beschicken eines Rostes infolge teilweisen Abbrandes des andern und besonders auch durch den unten angeordneten Planrost ein Luftmangel sich leicht verhüten läßt. Schwieriger wird es sein, neben rauchschwachem Betrieb auch einen mäßigen Luftüberschuß zu erzielen. Das Zwischengewölbe dürfte wenig haltbar, und die Feuerung hauptsächlich für geringwertige Brennstoffe bestimmt sein.

Voraussetzung für die Möglichkeit, den Rauch zu verhüten, ist bei diesen Feuerungen, daß die von den beiden Rosten abziehenden Gasmengen frühzeitig zusammentreffen und sich dabei gut vermischen; namentlich muß aber die Beschickung derart durchgeführt werden, daß immer die Schicht auf dem einen Rost gut durchgebrannt ist und genügend überschüssige Luft durchströmen läßt, wenn auf dem anderen Rost frischer Brennstoff aufgegeben wird. Es ist jedoch hierbei nicht möglich, die Rauchverhütung auf wirtschaftlichem Weg zu erzielen, da zeitlich der Verlauf der Luftzuströmung sich noch entgegengesetzt demjenigen des Luftbedarfs bewegt. Die Verbrennung könnte nur dann bei aufmerksamer und verständiger Bedienung mit geringem durchschnittlichen Luftüberschuß geleitet werden, wenn die Beschickungen in kurzen, die Entgasungsdauer nicht wesentlich überschreitenden Zeiträumen aufeinander folgen würden. Überdies sind die Bauarten dieser Feuerungen so wenig einfach, daß sie leicht zu Betriebsstörungen Anlaß geben können, ohne großen Nutzen zu bieten. Es vermochte sich daher keine derselben in einigem Umfange einzubürgern.

G. Feuerungen, bei denen ein Teil der Luft, welcher in der Regel vorher erwärmt wird, vor, über oder hinter dem Rost den verbrennenden Gasen unmittelbar zuströmt.¹⁾

Der Gedanke, die Luftzufuhr zu teilen, verdankt seine Entstehung, ähnlich wie die in Abschnitt C besprochene Zugregelung,²⁾ der Erkenntnis, daß der Luftbedarf im Verbrennungsraum während der Entgasung des Brennstoffs größer ist als nach derselben.³⁾ Bei den hier zu erörternden Einrichtungen findet außer der Luftzufuhr durch den Rost in die Brennschicht noch die Zuführung einer zusätzlichen Luftmenge direkt in den Verbrennungsraum statt.⁴⁾ In Verfolgung dieses Zwecks kommen Hunderte von Ausführungen verschiedener Art zur Anwendung. Dabei wird der Ort für die Zufuhr der Oberluft sehr verschieden gewählt und in vielen Fällen die letztere mittels nutzbarer Wärme, auch mittels Strahlungswärme oder Abwärme mehr oder weniger vorgewärmt, um die Erzielung vollkommener Verbrennung zu fördern. Bei allen diesen Bauarten ist es natürlich bedingungslos erforderlich, die Oberluft in den Verbrennungsraum rechtzeitig einzuführen und dafür zu sorgen, daß sie sich mit den brennbaren Gasen gründlich mischt, so daß nicht etwa nur eine Verdünnung schon gebildeten Rauches und damit eine Erhöhung des Abwärmeverlustes bewirkt wird. Erfolgt aber die Zufuhr einer genügenden Luftmenge derart und so frühzeitig, daß eine gute Mischung mit den Gasen noch bei Vorhandensein der nötigen Temperatur vollkommene Verbrennung mit Sicherheit zustande kommen läßt, so bedeutet diese Maßnahme immer das wirksamste Mittel zur Rauchverhütung beim einfachen, periodisch von Hand beschickten Planrost.

Bei Innenfeuerungen mit genügend großem Verbrennungsraum ist die Erfüllung der genannten Grundbedingungen für eine wirksame Oberluftzufuhr und damit auch die Vermeidung unvollkommener Verbrennung selbst bei Verfeuerung sehr gasreicher Brennstoffe verhältnismäßig leicht zu erreichen.

Viel schwieriger liegen dagegen die Verhältnisse bei der Unterfeuerung, namentlich wenn deren Anordnung so getroffen ist, daß die Gase nicht über eine Feuerbrücke geführt werden; hier fehlt eine frühzeitige Mischung, und den Gasen wird bereits nach einem kurzen Weg vom Rost aus seitens der ersten Heizflächen zu viel Wärme entzogen, bevor die Verbrennung beendet ist. In solchen Fällen ist Befriedigendes nur herbeizuführen durch verzögerte Entgasung bzw. durch eine Vorentgasung des frischen Brennstoffs (hoher Gehalt an flüchtigen Bestandteilen vorausgesetzt); nötigenfalls muß noch die Mischung der Oberluft mit den vom Rost aufsteigenden Gasen durch besondere Vorkehrungen gefördert oder be-

¹⁾ Dieser nicht durch die Brennstoffschicht zugeführte Teil der Verbrennungsluft werde im folgenden kurzweg als „Oberluft“ bezeichnet.

²⁾ Die auf S. 60 u. f. behandelten Zugregler haben neben den bereits dort erwähnten Übelständen im Vergleich zu den Feuerungen mit Teilung der Luftzufuhr noch den weiteren Nachteil, daß ihnen der starken Abdrosselung halber ein viel höherer Zug zur Verfügung stehen muß, bzw. daß der vorhandene Zug schlecht ausgenützt wird.

³⁾ Vgl. S. 32 Fig. 8, sowie S. 33.

⁴⁾ Soweit den bisher besprochenen Maßnahmen nicht eine Verzögerung der Entgasung zugrunde liegt und tatsächlich eine Raucheinschränkung mit denselben erzielbar ist, handelt es sich um stellenweise Zuführung überschüssiger Luft durch den Rost, welche der vollkommenen Verbrennung der an anderer Stelle zu dieser Zeit ausgeschiedenen Gase zugute kommt, also um nichts anderes als eine — gewissermaßen heimliche — Oberluftzufuhr, die den Nachteil besitzt, sich durch den natürlichen Abbrand der Schicht entgegengesetzt dem allmählich abnehmenden Bedarf zu vergrößern.

schleunigt werden. Ist bei horizontalem Abzug der Gase am Ende des Feuerraums eine Feuerbrücke angeordnet, so kann es unter Umständen durch hinreichende Zuführung von Oberluft — am ehesten an dieser Stelle — gelingen, vollkommene Verbrennung herbeizuführen, sofern nur hinter der Brücke und nach dem Ort der Luftzuführung ein gewisser Verbrennungsraum gebildet ist.

Nach der Wirkungsweise sind die Einrichtungen für zusätzliche Luftzufuhr folgendermaßen zu unterscheiden:

1. dauernde Oberluftzufuhr:
 - a) mit unveränderlichem Einströmungsquerschnitt,
 - b) mit verstellbarem Einströmungsquerschnitt;
2. zeitweilige Oberluftzufuhr:
 - a) mit von Hand regelbarem Einströmungsquerschnitt,
 - b) mit selbsttätig regelbarem Einströmungsquerschnitt;
3. dauernde oder zeitweilige Oberluftzufuhr in Verbindung mit Dampf- oder Luftgebläse, welches zur künstlichen Steigerung der Luftmenge und Förderung frühzeitiger Vermischung dient.

Unter diesen drei Gruppen ließen sich wieder eine Reihe von Unterabteilungen bilden und zwar insbesondere nach zwei Gesichtspunkten: nach dem gewählten Ort der Luftzuführung und nach der Art und dem Maße einer etwa bewerkstelligten Vorwärmung der eingeführten Oberluft.

In bezug auf die Einschränkung des Rauches allein vermögen alle drei Arten der Luftzufuhr den gestellten Ansprüchen gerecht zu werden, sofern nur die Ausbildung der betreffenden Vorrichtungen passend gewählt ist. Da jedoch nach dem in der Einleitung sowie auf S. 30 u. f. Gesagten mit der Frage der Rauchverminderung diejenige der Brennstoffausnutzung in unzertrennlichem Zusammenhang steht, darf nicht allein der Luftmangel — als hauptsächliche, häufig einzige Ursache der Rauchentwicklung — während der Entgasung beseitigt, sondern es muß auch nach der Entgasung die Verbrennung in wirtschaftlichem Interesse mit möglichst geringem Luftüberschuß geleitet werden. Dieses letztere Bedürfnis vermögen nun sämtliche Einrichtungen für dauernde Oberluftzufuhr nicht zu befriedigen, wenschon es unter gewissen Umständen gelingt, einen Zustand herbeizuführen, der nach beiden Gesichtspunkten einigermaßen zufriedenstellt. Der zuweilen vorgeschützte Einwand, das Verhältnis der in den Verbrennungsraum gelangenden Oberluftmenge zu der durch den Rost strömenden Luftmenge reguliere sich in richtiger Weise auch bei unverändertem Oberluftquerschnitt dadurch selbsttätig, daß infolge des mit fortschreitendem Abbrand der Schicht geringer werdenden Rostwiderstandes der Schornsteinzug weniger Oberluft ansaugt, ist nicht stichhaltig. Gewiß besteht eine selbsttätige Regelung dieser Art, sie ist aber im allgemeinen beim periodisch mit gasreichem Brennstoff beschickten Planrost durchaus ungenügend. Von einer annähernd richtigen Anpassung kann hierbei nicht die Rede sein. Wenn dies dennoch schon beobachtet wurde, so muß es als zufällig bezeichnet werden. Verändert sich der Rostwiderstand so stark, bzw. brennt die Schicht so weit ab, daß ein hinreichender Einfluß auf die Oberluftzuströmung stattfindet, so handelt es sich keineswegs um eine sachgemäße Feuerführung, und dann wird im allgemeinen allein der durchschnittliche Überschuß der durch den Rost zuströmenden Luft genügen, um die Wirtschaftlichkeit empfindsam zu beeinträchtigen. Grundsätzlich ist bei periodischer Beschickung jede dauernde Zufuhr von Oberluft mindestens als mangelhaft zu be-

zeichnen,¹⁾ und zwar gestaltet sich der Mangel um so einflußreicher, je größer die während der Dauer von einer Beschickung zur andern vorkommende Veränderlichkeit des Luftbedarfs für die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile ist (vergl. Fig. 8, S. 32).

Anders verhält es sich bei zeitweilig zugeführter Oberluft. Hier kann dem Umstand, daß bei der gewöhnlichen Planrostfeuerung mit periodischer Beschickung Bedarf und Zuströmung der Verbrennungsluft in entgegengesetztem Sinne sich ändern, Rechnung getragen und selbst bei sehr gasreichen Brennstoffen eine hinreichende Anpassung beider herbeigeführt werden. Um diese Anpassung zu gewährleisten, muß nach Beendigung der Entgasung bei gut bedecktem Rost die Luft ausschließlich durch den letzteren geleitet, der weitere, diese Luftzufuhr über-schießende Bedarf (Fig. 8, S. 32), welcher während der Entgasung zur vollkommenen Verbrennung der flüchtigen Bestandteile erforderlich ist, durch geeignete Einrichtung geregelt werden. Der Unabhängigkeit halber ist zu verlangen, daß diese Regelung in zuverlässiger Weise selbsttätig erfolgt und den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend in genügend weiten Grenzen einstellbar ist.

Die Einführung (und Vorwärmung) der Oberluft erfolgt in verschiedener Weise, durch Öffnungen in der Feuertür, durch Kanäle in der Feuerbrücke, bei Unterfeuerungen auch durch solche in den Seitenwandungen des Verbrennungsraumes und dergleichen; bei den Vorkehrungen für zeitweilige Luftzufuhr sind die Abschlußorgane (gewöhnlich Klappen), welche die Regelung vermitteln, entweder von Hand zu verstellen, oder sie werden durch Katarakte und dergleichen Regelwerke selbsttätig bewegt.

Als dauernde Oberluftzuführung mit unveränderlichem Querschnitt ist diejenige durch Löcher, Schlitze usw. in der Feuertür — allerdings meist zwecks Kühlung und Schonung der Tür angeordnet — längst im Gebrauch. Bei Unter- und Vorfeuerungen findet

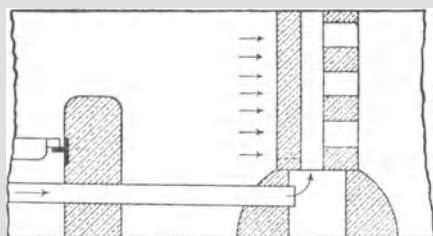


Fig. 52.

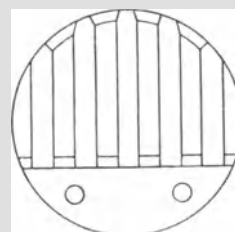


Fig. 53.

Einrichtung von Klose.

man in den Wandungen des Verbrennungsraumes Kanäle, die seitlich, über oder hinter der Brennschicht einmünden. Hierdurch sollen gleichzeitig die Abkühlungs- und Wärmestrahlungsverluste etwas verringert werden, was aber nur insoweit in Frage kommt, als eine für die vollkommene Verbrennung tatsächlich verbrauchte Oberluftmenge die von ihr beim Durchströmen der Kanäle angenommene Wärme der Feuerung wieder zuführt.²⁾ Um vorgewärmte Luft hinter der Feuerbrücke zuzuführen, hat H. Th. Klose, Berlin, in Verbindung mit einem Wärmespeicher, die in Fig. 52 und 53 dargestellte Anordnung getroffen. Otto Thost, Zwickau, wendet Roststäbe mit angegossener „Heißluft-Feuerbrücke“ nach Fig. 54 und 55 an.³⁾ Wenn auch

¹⁾ Nur bei ununterbrochener Beschickung kann eine dauernde Oberluftzufuhr dem Bedarf entsprechen und zweckdienlich sein.

²⁾ S. auch S. 146—148 (Treppen- und Schrägrost von Bader).

³⁾ Vergl. S. 56, Fußbemerkung 1.

in beiden Fällen genügende Temperatur und Mischung als gesichert erscheinen, so sind doch die Querschnitte für die Oberluftzuströmung, namentlich bei den Feuerbrückenstäben, deren Öffnungen sich im Betrieb zum Teil noch verstopfen; so gering gehalten, daß ein erheblicher

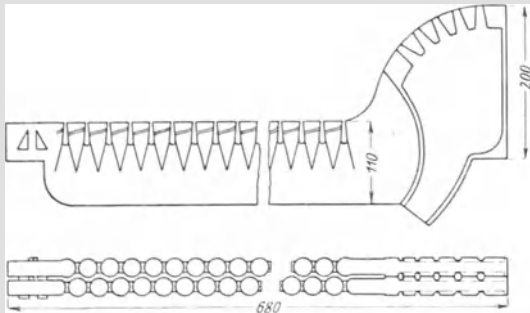


Fig. 54 und 55.

Thost'scher Roststab mit „Heißluft-Feuerbrücke“.

Einfluß auf die Rauchverhütung im Falle der Verwendung gasreicher Brennstoffe nicht möglich ist. Dagegen können die vorgesehenen Querschnitte schon genügen, um nach erfolgter Entgasung den Luftüberschuß merklich zu erhöhen.

Weitere Einrichtungen sind die unter sich ganz gleichartigen Anwendungen erhöhter Seitenroste von Chr. Dieterle, Cannstatt (Erbauer W. Groß, Berlin), Franz Hochmuth, Dresden, sowie von W. Paul, Schiltigheim-Straßburg und von C. A. Lepper, Karlsruhe.

In Fig. 56 und 57 ist die Dieterle'sche Vorrichtung, diejenige von W. Paul in Fig. 58 und 59 dargestellt.

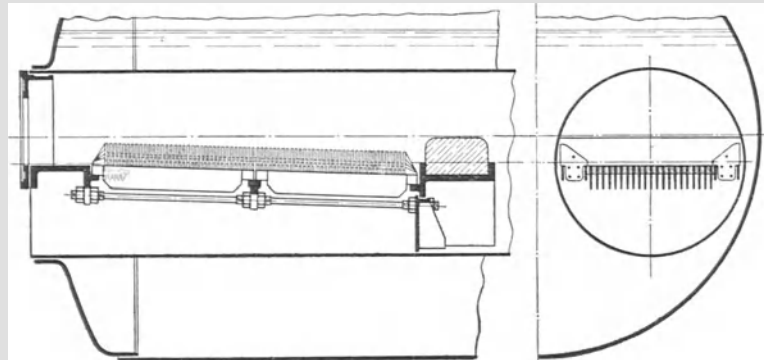


Fig. 56 und 57.

Einrichtung von Dieterle.

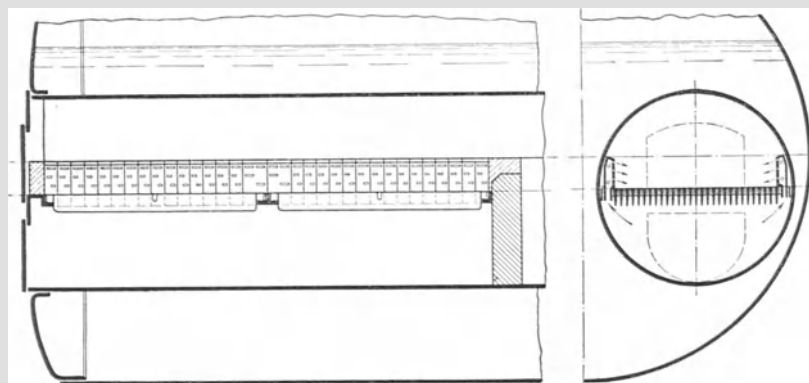


Fig. 58 und 59.

Einrichtung von Paul.

Je nach Bedarf werden auf dem vorderen Teil oder auch auf der ganzen Länge des Rostes nach Herausnahme einiger Seitenroststäbe gußeiserne Platten oder Hohlkörper eingelegt, durch welche Luft vom Aschfall aus, die Seitenstücke kühlend und sich selbst gleichzeitig erwärmend, senkrecht zur Längsrichtung der Rostfläche in den Verbrennungsraum gelangt.

Zufolge des geringeren Widerstandes, den die Brennschicht an den Seiten dem Luftzutritt entgegenstellt, kommt ähnlich wie bei der auf S. 38 besprochenen Beschickungsart am gewöhnlichen Planrost die seitlich überschüssig zuströmende Luft während der Entgasung einer Verbrennung der flüchtigen Bestandteile zugute.¹⁾ In diesem Sinne sind eben derartige Einrichtungen als solche mit Oberluftzufuhr zu bezeichnen. Bei aufmerksamer und verständiger Bedienung läßt sich, insbesondere wenn die Beschickungen in kurzen Zeiträumen mit entsprechend geringen Mengen aufeinander folgen, hinsichtlich der gleichzeitigen Einschränkung der unvollkommenen Verbrennung (des zeitweiligen Luftmangels) und des Luftüberschusses unter Umständen ein ziemlich zufriedenstellender Mittelweg einhalten. Verschiedene Versuchsergebnisse und Urteile des Bayerischen Revisions-Vereins, des Württembergischen Dampfkessel-Revisions-Vereins, der Badischen Gesellschaft zur Überwachung von Dampfkesseln u. a. m. bekunden, daß sich ein günstiger Einfluß der Dieterle'schen wie auch der Paul'schen Vorrichtungen auf die Rauchbildung deutlich erkennen ließ. In einzelnen Fällen war auch eine gewisse Erhöhung der Brennstoffausnutzung damit verbunden; die bessere Ausnutzung dürfte allerdings weniger der Feuerungseinrichtung zuzuschreiben als vielmehr darauf zurückzuführen sein, daß die Feuer besser bedient wurden als vordem. Erfahrungsgemäß läßt sich in den meisten Fällen feststellen, daß unter gleichen Bedingungen durch die dauernde zusätzliche Luftzufuhr wohl die Entstehung von Rauch gemildert wird, daß jedoch der sich höher ergebende durchschnittliche Luftüberschuß meist eine ebenso große oder größere Zunahme des Abwärmeverlustes bedingt, als die Wärmeverluste durch unverbrannte Gase und Ruß sich verringern gegenüber den Verhältnissen bei ordnungsgemäßer Feuerführung auf dem gewöhnlichen Planrost (s. auch S. 16). Auf alle Fälle stellt die Regulierung der Luftzuströmung, welche durch die Art der Rostbedeckung (Schichthöhe des Feuers) bewirkt werden soll, besondere Anforderungen an den Heizer und rückt die Gefahr einer überwiegenden Zunahme des Abwärmeverlustes, oder andernfalls einer verringerten Minderung des Rauches nahe.

Der Ort der Luftzufuhr ist für die Rauchverminderung zweifellos ein günstiger und bedingt eine gute Mischung der Luft mit den sich entwickelnden Gasen. In der Einfachheit dieser Vorrichtungen ist ein gewisser Vorzug zu erblicken, der neben den amtlichen Begutachtungen wohl auch dazu beigetragen haben mag, ihnen immerhin einige Verbreitung sowohl an Flammrohr- und Feuerbüchsen-Innenfeuerungen, als auch an Unterfeuerungen zu verschaffen. Nach neueren Mitteilungen der Firma W. Groß, Berlin, ist für die Dieterle'sche Einrichtung die Anordnung einer Abschlußklappe zur selbsttätigen Regelung der seitlichen Luftzufuhr in Aussicht genommen. Hierdurch dürfte jedoch die Haltbarkeit der Einsätze, welche bei der bis jetzt üblichen Ausführung und sachgemäßer Bedienung befriedigend sein soll, beeinträchtigt werden, zumal die Schwierigkeit des Abschlackens bzw. Reinhaltens der querspaltigen Seitenroste schon bei dauernder Luftkühlung als ratsam erscheinen läßt, keine Brennstoffe zu verwenden, deren Schlacke auf den Roststäben festbrennt.

Die Einrichtungen für dauernde Luftzufuhr mit verstellbarem Einström-Querschnitt und diejenigen für zeitweilige Luftzufuhr mit von Hand regelbarem Querschnitt können gewissermaßen zusammengefaßt werden. Bei beiden hängt es lediglich vom Bedienungspersonal ab, ob von der angestrebten Einstellung Gebrauch gemacht und während jeder Beschickungs- und Entgasungsperiode eine Regelung durchgeführt wird. Letztere setzt auf alle Fälle auch da, wo sie verlangt werden kann, dauernd

¹⁾ Vergl. auch S. 50 u. 67.

eine sachverständigere und sorgsamere Überwachung voraus, als sie bislang im allgemeinen üblich ist.

Die einfachsten Vorkehrungen dieser Art sind die oft gebräuchlichen Rosetten, sowie Schieber oder Klappen an der Feuertür, deren Anwendung zwar häufig nur die Absicht einer Kühllhaltung der Tür zugrunde liegt. Von anderen Anordnungen, welche die Oberluft durch die Feuerbrücke zuführen, hat schon in früheren Jahren diejenige von Chubb,¹⁾ in nur wenig geänderter Form ausgeführt von der Maschinenfabrik Cyclop, Mehliß & Behrens, Berlin, Fig. 60 und 61, Verbreitung gefunden. Die Feuerbrücke besitzt zwei oder mehr über die ganze Breite sich erstreckende Schlitze. Unten ist eine Klappe angebracht, um die Menge der zuströmenden erwärmten Luft mittels einer bis vor die Feuerung reichenden Zugstange drosseln, bzw. von Hand regulieren zu können.

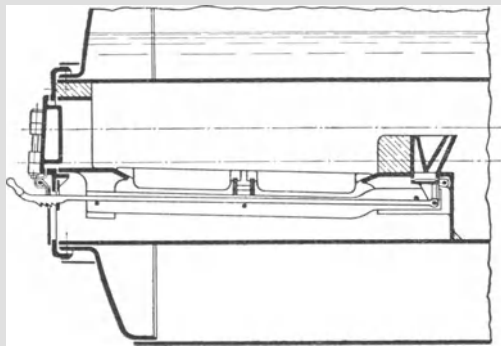


Fig. 60.

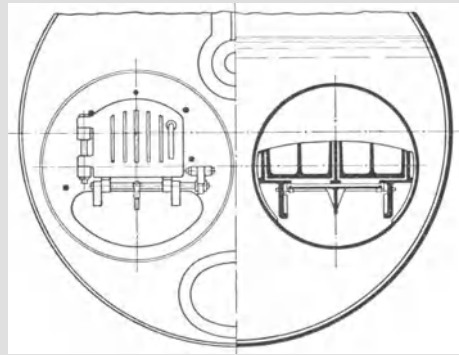


Fig. 61.

Einrichtung von Chubb.

Die Firma Spezialwerk Otto Thost, Zwickau, baut hohle sogenannte „Heißluft-Feuerbrückenkörper“, welche ähnlich den in Fig. 54 und 55 abgebildeten Feuerbrückenstäben nach oben mit Öffnungen versehen sind; unterhalb des Rostes befindet sich an der Feuerbrücke eine mittels Zugstange von Hand verstellbare Luftklappe. Wo es sich um Flammrohre ohne Quersieder handelt, empfiehlt Thost, in einer Entfernung von ca 1,5 m hinter der Feuerbrücke einen eisernen Bogen einzusetzen, welcher die Gase an den ganzen Umfang des Flammrohres, insbesondere nach unten ablenkt und angeblich viel zur Rauchverminderung beitragen soll. Die Querschnitte der Öffnungen in der Feuerbrücke können, wie bereits erwähnt, bei Verwendung gasreicher Brennstoffe und ordentlicher Rostbedeckung keineswegs genügen, um während der Entgasung die zur Herbeiführung vollkommener Verbrennung notwendige Luftmenge einströmen zu lassen. Dasselbe gilt von einer ähnlichen Konstruktion von Ingenieur W. Büttner, Düsseldorf.²⁾ Bei den Einrichtungen von H. Untiedt, Schweinfurt a. M., Walther Dürr, München³⁾ von Pfeiffer & Wolz G. m. b. H., Frankfurt a. M., und von M. Thesing, Darmstadt, finden sich neben einer dauernden Oberluftzufuhr hinter der Feuerung noch Mauerwerks-Einbauten verschiedener Art, teilweise mit der Absicht, eine besondere Verbrennungskammer zu schaffen, um die Mischung zu fördern und die Entzündung noch unverbrannter Gase und Bestandteile zu bewirken.⁴⁾ Da es an einer richtigen Anpassung der Luftzuströmung mangelt, so können diese Vorrichtungen in bezug auf rauch-

¹⁾ S. auch C. Bach, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1882, S. 89.

²⁾ Diese beiden Einrichtungen (Tost und Büttner) werden auch selbsttätig regelbar ausgeführt.

³⁾ S. auch Abschnitt IV.

⁴⁾ Derartige Bauarten führen daher zum Teil die Bezeichnung „Regenerativ-Feuerung“; die letztgenannte von Thesing wird auch mit selbsttätig regelbarer Oberluftzufuhr versehen.

schwachen Betrieb unter Wahrung guter Wirtschaftlichkeit im allgemeinen nicht befriedigen. Die Einbauten sind meist nicht nur als eine überflüssige, sondern noch als eine nachteilige und lästige Zutat zu betrachten.

Eine weitere Anordnung von E. Lewicki, Dresden-Plauen, Fig. 62, dient dazu, vor dem Rost durch einen über dessen ganze Breite reichenden Spalt in der hierfür besonders ausgebildeten Schürplatte Oberluft zuzuführen. Die Öffnung ist vorn durch eine Drehklappe von Hand regelbar. Nach Ergebnissen von Vergleichsversuchen an einer Planrost-Innenfeuerung¹⁾ mit und ohne Lewicki'scher Oberluftklappe wurde bei Verfeuerung böhmischer Braunkohle mit einer Rostbeanspruchung von ca. 185 kg/st/qm weitgehende Einschränkung des Rauches erzielt. Mit Anwendung der Oberluftzufuhr war außerdem eine Steigerung der Brennstoffausnutzung verbunden. Zur Beurteilung der Ergebnisse, die in Zahlentafel 6 wiedergegeben sind, mag hervorgehoben sein, daß an der Feuerung noch ein Zugregler im Gebrauch und derselbe so eingestellt war, daß die Zugstärke nach der Beschickung 18 mm WS, bei gesenktem Schieber noch 5 mm WS betrug. Ferner ist der Rost durch die beiden Feuertüren abwechselnd mit je ca. 35 kg Brennstoff beschickt worden. Diese beiden Nebenumstände ließen naturgemäß die Nachteile der Oberluftzufuhr durch eine dauernd

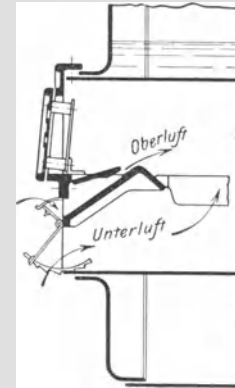


Fig. 62.
Einrichtung
von Lewicki.

Zahlentafel 6.

Bauart des Kessels: Einflammrohrkessel mit Heizrohrkessel Bauart der Feuerung: Planrost	Versuch ohne Oberluft	Versuch mit Oberluft (Lewicki)
Versuchsdauer	7 st	7 st 46 min
Kohlenverbrauch auf 1 qm Rostfläche in 1 Stunde	185,5 kg	185,6 kg
Dampferzeugung auf 1 qm Heizfläche in 1 Stunde	10,1 „	11,7 „
1 kg Kohle verdampft: Wasser von	13° C	33° C
in Dampf von	6,00 at	6,03 at
und zwar	4,44 kg	5,15 kg
1 kg Kohle verdampft Wasser von 0° in Dampf von 100° C	4,49 „	5,04 „
Temperatur der Abgase über Lufttemperatur	202° C	216° C
Durchschnittlicher CO ₂ -Gehalt	12,0 vH	12,3 vH
„ CO ₂ +O-Gehalt	18,0 „	19,9 „
„ Gehalt an unverbrannten Gasen	rd. 2 „	—
Luftüberschuß	1,39 fach	1,55 fach
Wärmeverluste durch die Abgastemperatur	11 vH	13 vH
„ „ unverbrannte Gase	rd. 9 „ ²⁾	—
„ „ Ausstrahlung und Rückstände	rd. 16 „	16 vH
Nutzwirkung der Kesselanlage	64 „	71 „

Brennstoff: Böhmisches Braunkohle Mittel II vom Hermannschacht, Heizwert 4453 WE.

geöffnete Klappe zurücktreten. Einmal vermindert die abwechselnde Beschickung der beiden Rosthälften die Schwankungen im Oberluftbedarf (s. S. 38 u. 67);³⁾ sodann konnte an die noch

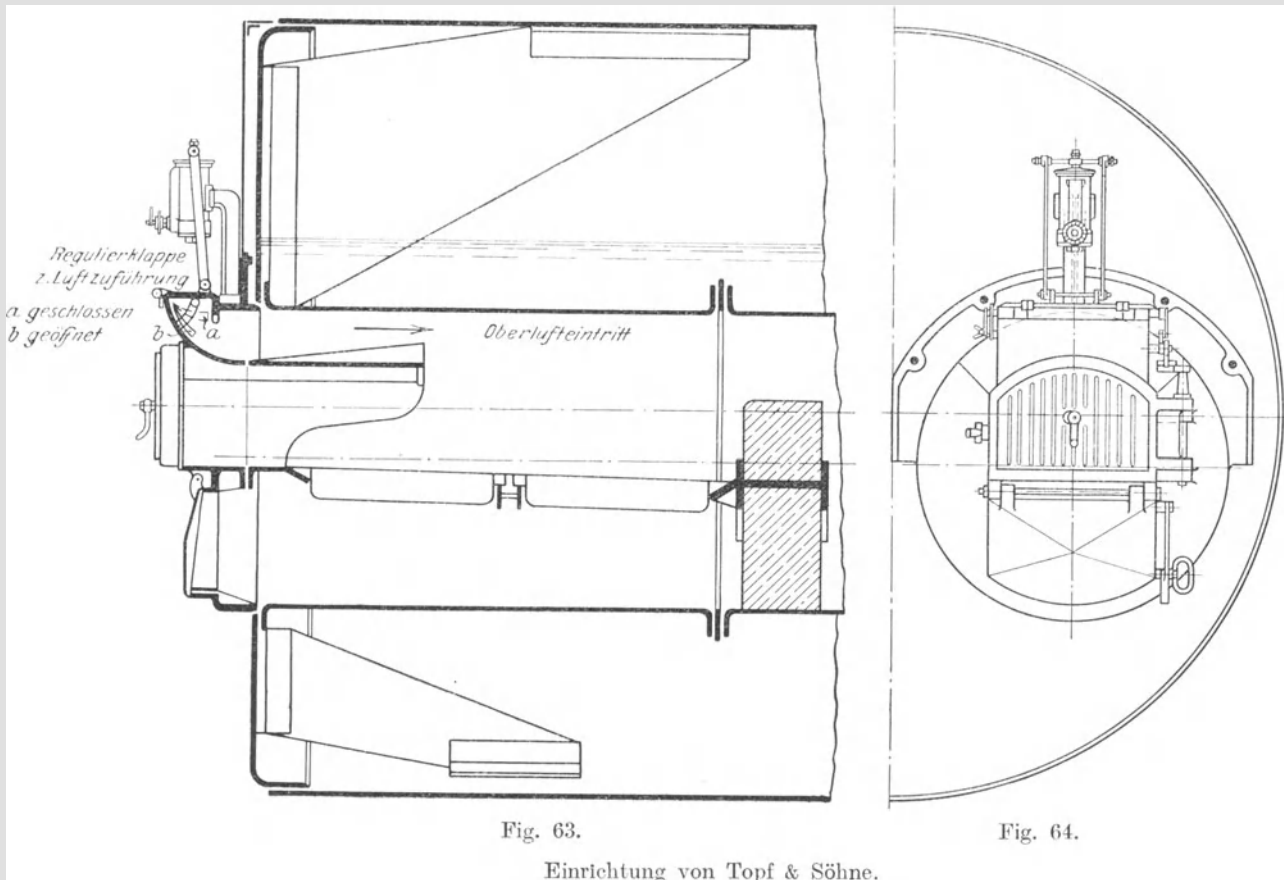
¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1906, S. 1511.

²⁾ Unter der Annahme, daß die unverbrannten Gase als Kohlenoxyd entweichen.

³⁾ Die Einrichtung wird auch für Treppen- und Schrägroste ausgeführt (s. Abschnitt IV). In diesem Falle ist eine dauernde Oberluftzufuhr vollkommen zweckdienlich, wenn der Brennstoff dem Rost ununterbrochen zugeht.

bestehenden Schwankungen der Zugregler eine näherungsweise Anpassung bewirken, indem jedesmal nach dem Aufgeben der Kohle infolge des verstärkten Zuges durch den gleichbleibenden Querschnitt der Klappenöffnung mehr Oberluft zuströmte, als bei vorangeschrittener Entgasung und gesenktem Zugschieber.

Von den Einrichtungen für zeitweilige Oberluftzufuhr mit **selbsttätig** regelbarem Einströmungsquerschnitt seien zunächst drei Anordnungen vergleichsweise eingehender behandelt, über welche umfassendes Versuchsmaterial vorliegt. Die Erfahrung, daß es beim



einfachen, periodisch von Hand beschickten Planrost außerordentlich schwer ist oder gar nicht gelingt, mit gasreichen Brennstoffen vollkommene, rauchschwache Verbrennung zu erzielen und gleichzeitig den Luftüberschuß auf ein Mindestmaß einzuschränken, veranlaßte den Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, im Jahre 1904 eingehende Versuche¹⁾ durchzuführen. Diese Versuche geben zuverlässigen Aufschluß:

1. über die Wirksamkeit der hierher gehörigen Einrichtungen in bezug auf die Verminderung der Rauchentwicklung und
2. über ihren Einfluß auf die Ausnutzung des Brennstoffs.

Sie erstrecken sich hauptsächlich auf drei typische Anordnungen und zwar auf die zeitweilige Zufuhr von Oberluft

¹⁾ Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg. Berlin 1906.

1. von vorn, oben längs des Scheitels des Flammrohrs (Bauart von J. A. Topf & Söhne, Erfurt),
2. am hinteren Ende des Rostes durch die durchbrochene Feuerbrücke (Bauart von H. Kowitzke & Co., Berlin) und
3. hinter der Feuerbrücke in eine dort geschaffene, besondere Verbrennungskammer (Bauart von E. J. Schmidt, Hamburg).

Außerdem kam noch eine Anzahl Versuche mit von Hand geregelter Zufuhr der Oberluft durch Offenlassen eines Spaltes der Feuertür zur Durchführung.

Die getrennte Ermittlung des Unverbrannten (unverbrannte Gase und Ruß) erfolgte mittels des bereits auf S. 13 erwähnten Verfahrens von Bunte. Die Ergebnisse gewähren einen sicheren Aufschluß über den Zusammenhang der Rauchentwicklung und der Brennstoffausnutzung, sowie auch über den Einfluß der Art bzw. des Ortes der Luftzufuhr.

Die Oberluftzufuhr von vorn, oben längs des Scheitels des Flammrohrs, wie sie von J. A. Topf & Söhne, Erfurt, ausgeführt wird, ist aus den Fig. 63—65 ersichtlich. Der Luftzutritt erfolgt durch ein mit dem Feuerungsgeschränke zusammengewachsenes Gehäuse, das sich über der Feuertür erhebt und durch eine Scharnierklappe verschließbar ist. Zur Erzielung möglichst guter Mischung der Luft mit den sich entwickelnden Gasen ist anschließend an das Feuerungsgeschränk über der Rostplatte und dem vorderen Teil des Rostes ein Verteilungsbogen eingebaut, dessen Querschnitt Fig. 65 zeigt. Beim vollständigen Öffnen der Feuertür und darauffolgenden Schließen wird durch Hebelübertragung die Scharnierklappe für den Oberluftzutritt geöffnet und gleichzeitig der oberhalb der Klappe befindliche Ölkatarakt aufgezogen. Die Klappe bleibt alsdann zunächst offen, um sich unter dem Einfluß ihres Eigengewichts allmählich mit einer Geschwindigkeit zu schließen, wie sie die Einstellung des mit einem Umföhrungskanal versehenen Hemmwerks zuläßt. Während also die Zeitdauer des Oberluftzutritts durch die Stellung des Ventils am Katarakt bestimmt wird, kann ihre Menge durch eine zweite innerhalb des Gehäuses liegende und aus Fig. 63 ersichtliche Klappe geregelt werden, welche den Zutrittsquerschnitt von außen zu verstellen gestattet. Der Verteilungsbogen soll noch dazu dienen, die Oberluft vorzuwärmen, wodurch derselbe gleichzeitig geköhlt wird. Ferner ist auch eine dauernde Oberluftzufuhr durch die Feuertür möglich; zu diesem Behufe ist letztere mit dem aus den Figuren ersichtlichen einstellbaren Gitterschieber versehen und besitzt außerdem einen Einsatz von Drahtgeflecht, welcher eine Vorwärmung der Luft bezwecken soll.¹⁾

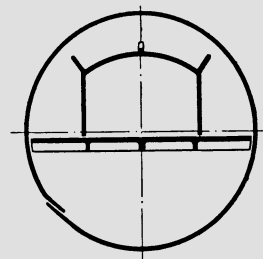


Fig. 65.

Die Einrichtung mit Oberluftzufuhr durch die Feuerbrücke von H. Kowitzke & Co., Berlin, ist in den Fig. 66 und 67 veranschaulicht. Die Feuerbrücke besteht aus einem hohlen, gußeisernen Körper, in welchen unten die Regulierklappe eingebaut ist. Die im Innern dieses Körpers vorhandenen Quer- und Längsrippen, welche derart angeordnet sind, daß oben zwei oder nötigenfalls mehr Reihen rechteckiger Öffnungen entstehen, sollen gleichzeitig dem Zwecke der Luftvorwärmung und der Köhlung der Feuerbrücke dienen. Um Verstopfungen zu vermeiden, wie sie durch Kohlenstücke eintreten können, die auf die Feuerbrücke fallen, ist der Körper so gestaltet, daß die Öffnungen sich nach unten stark

¹⁾ Eine sehr einfache Anordnung für regelbare Luftzufuhr durch die Feuertür von K. Rürger, Zauckerode-Dresden, ist in der Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1904, S. 382 abgebildet; s. ferner S. 87—88.

erweitern. Außer der Feuerbrücke besteht die Einrichtung noch aus dem für jedes Feuer an der Kesselstirnwand angebrachten Räderwerk mit Windflügel, welches in der aus den Figuren ersichtlichen Weise mit der Regulierklappe in Verbindung steht. Beim Öffnen der Feuertür wird selbsttätig der mit dem Kugelgewicht belastete Hebel hochgezogen, hierdurch die Luftzufuhrklappe in der Feuerbrücke geöffnet und das Regelwerk mittels eines in demselben gelagerten Gewichtes aufgezogen. Nach erfolgtem Schließen der Feuertür beginnt die Oberluftklappe unter dem Einfluß des vorher mit hochgezogenen Kugelgewichtes ihre allmähliche Abschlußbewegung, welche in dem Maße, bzw. nur mit der Geschwindigkeit erfolgen

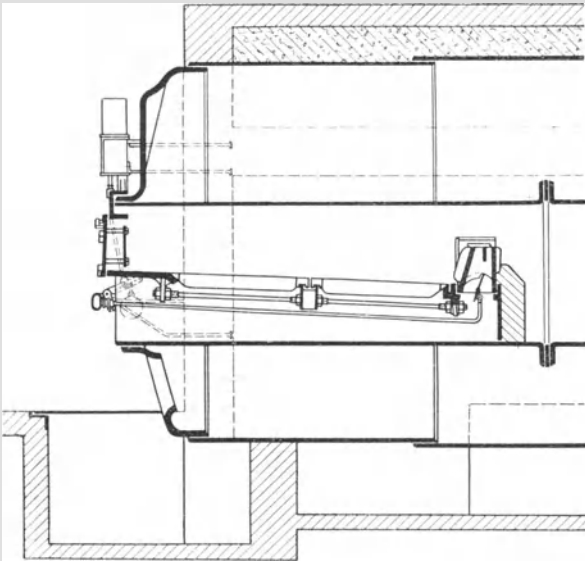


Fig. 66.

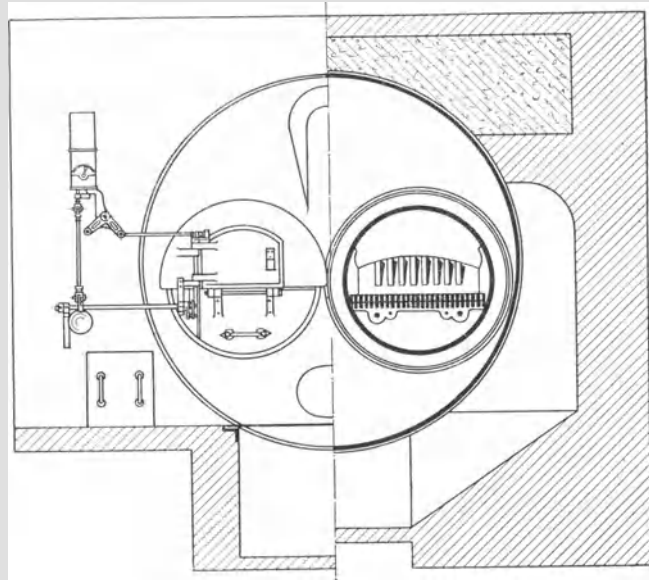


Fig. 67.

Feuerung von Kowitzke.

kann, als dies das Regelwerk zuläßt. Die Hemmung des letzteren wird in kräftiger Weise durch einen innen angeordneten, sehr rasch umlaufenden Windflügel bewerkstelligt. Zur Erzielung eines rascheren oder langsameren Abschlusses läßt man das Kugelgewicht durch Umhängen an einem größeren oder kleineren Hebelarme angreifen. Der jedesmalige Öffnungsquerschnitt der Oberluftklappe ist dadurch beliebig einstellbar, daß mittels Stellschraube die Hubbewegung des inneren Regelwerkgewichtes verändert und somit das Regelwerk mehr oder weniger aufgezogen wird. Beim Schließen der Feuertür bleibt dann die Luftklappe entweder ganz, oder aber nur teilweise geöffnet und beginnt sodann ihren weiteren allmählichen Abschluß.¹⁾

Die Einrichtung für Zufuhr von Oberluft hinter der Feuerbrücke in einen dort geschaffenen besonderen Verbrennungsraum, Bauart E. J. Schmidt, Hamburg, zeigen die Fig. 68—71.

Der Luftzuführungskanal ist zum Zweck der Luftvorwärmung mit einer Reihe von Rippen versehen. Hinter der Feuerbrücke befindet sich der aus den Figuren ersichtliche Einbau aus Schamotte, welcher sowohl die Herbeiführung einer guten Mischung von Luft und Gas befördern, als auch vermöge der Höhe seiner Temperatur die Verbrennung im übrigen

¹⁾ Die Firma H. Kowitzke & Co. bringt seit einiger Zeit für Innenfeuerungen noch eine Anordnung für selbsttätige regelbare Oberluftzufuhr von vorn zur Ausführung, s. S. 87.

günstig beeinflussen soll. Besonderer Wert wird seitens des Erbauers dem Umstand beigelegt, daß einerseits durch die Abschrägung der Feuerbrücke, andererseits durch die dieser Abschrägung entsprechende Versetzung der Durchtrittsöffnung des Einbaues und die Formgebung des letzteren die Gase gezwungen werden sollen, eine drehende Bewegung anzunehmen, nicht nur, um dadurch die Mischung zu befördern, sondern auch um eine bessere Wärmeübertragung aus den Gasen an die Wandungen des Flammrohres zu erzielen und die Ablagerung von Flugasche im Flammrohr zu vermindern. Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt mittels eines Luft- oder Ölkataraktes. Beim Öffnen der Feuertür wird durch die aus den Figuren ersichtliche Rolle *r* mittels des Hebels *h* gleichzeitig die Klappe *l* geöffnet und der Katarakt *k* aufgezogen. Der Abschluß erfolgt jedoch nicht unter dem Ein-

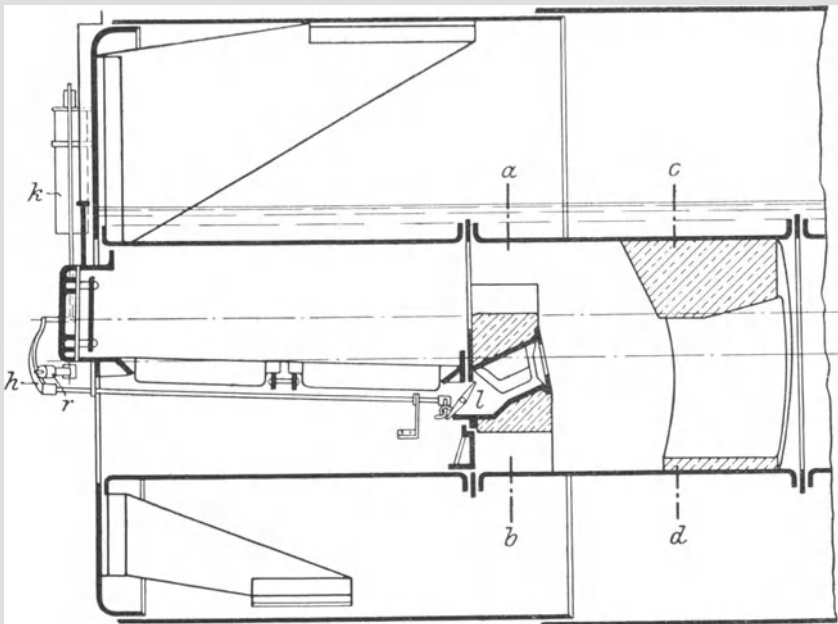


Fig. 68.

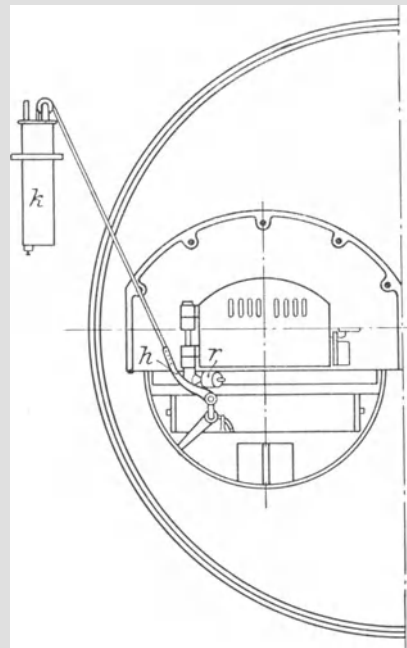


Fig. 69.

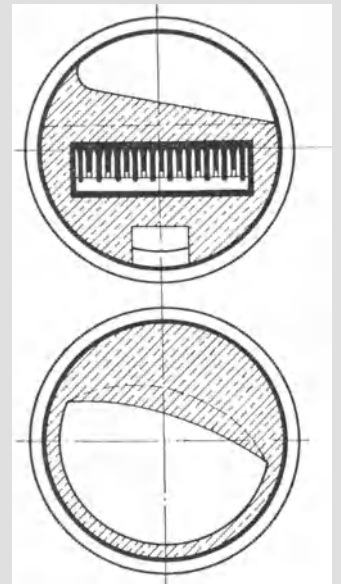


Fig. 70 u. 71.

Feuerung von Schmidt.

fluß eines Gegengewichtes, für welches der Katarakt als Hemmwerk dient, wie dies bei den bereits beschriebenen Anordnungen der Fall ist, sondern der Katarakt hat die Klappe bei seinem Abfließen selbst mitzubewegen, ein Umstand, der sich, wie die Versuche zeigten, für eine sichere Regulierung nicht als vorteilhaft erweist.¹⁾ Die Zeitdauer des Abfließens bestimmt sich durch Einstellung einer an dem Regulierwerk *k* befindlichen Luftschraube. Das Maß der Klappenöffnung muß durch Versetzen des Hebels *h* eingestellt werden. Entgegen den Anordnungen von Topf und von Kowitzke wird hier auch bei geringem Öffnen der Feuertür sogleich die Sekundärluftklappe mit aufgezogen. Jedoch kann sie durch einen leichten Druck auf einen an der Unterfläche des Kataraktes befindlichen Ventilknopf wieder zu sofortigem Abschluß gebracht werden.

Bei der Anordnung von Topf wird die Luftzufuhrklappe erst beim Schließen der Feuertür, bei denjenigen von Kowitzke und von Schmidt dagegen schon beim Öffnen

¹⁾ Später wurden an Stelle des Kataraktes bei der Schmidt'schen Einrichtung, ähnlich wie bei der von Kowitzke, auch Räderwerk und Gewichtsbelastung der Oberluftklappe angewendet.

derselben mit aufgezogen, was indessen auf die Wirkungsweise keinen merklichen Einfluß ausübt.

Die genannten Versuche wurden an dem bereits auf S. 17 angeführten Zweiflammrohrkessel mit 73 qm Heizfläche und eingebautem Überhitzer von 25 qm vorgenommen und zwar mit jeder der drei Einrichtungen bei verschiedenen Belastungsstufen sowie verschiedenen, einer deutschen und zwei englischen Gaskohlensorten. Vergleichshalber wurde noch eine weitere Versuchsreihe unter genau denselben Verhältnissen mit dem einfachen Planrost vorangestellt. Es wurde bei jeder Gruppe gewechselt zwischen 12,¹⁾ 18, 24 und 30 kg Dampfleistung pro qm Kesselheizfläche und Stunde, wobei die sich einstellenden Brenngeschwindigkeiten das Gebiet von 40 bis 160 kg Kohle pro qm Rostfläche und Stunde umfaßten. In den Fig. 72—83 sind die Wärmeverteilungen bei zunehmender Kesselbelastung, wie sie sich aus den Mittelergebnissen der einzelnen Versuche berechneten, graphisch dargestellt. Über die Rauchentwicklung geben die mittels fortlaufender photometrischer Beobachtung gewonnenen Übersichten in Tafel III *a—c*, Nr. 13—53 Aufschluß.

Da es um so schwerer ist, vollkommene Verbrennung zu erzielen, je geringer die überschüssige Luftmenge ist, andererseits aber aus wirtschaftlichen Gründen das Bestreben dahin gerichtet sein muß, die Verbrennung bei möglichst geringem Luftüberschuß vollkommen zu gestalten, so wurde sowohl beim einfachen Planrost als bei den verschiedenen untersuchten Feuerungseinrichtungen, jeweils die Grenze festgestellt, bis zu welcher die Einschränkung der Luftzufuhr möglich ist, wenn man noch eine derart vollkommene Verbrennung erreichen will, daß die auftretende Rauchentwicklung nicht mehr zu Beschwerden Veranlassung gibt. Die Größe des Luftüberschusses, der zu diesem Zweck bei den einzelnen Feuerungseinrichtungen gebraucht wird, ist für deren wirtschaftlichen Wert naturgemäß von besonderer Bedeutung.

Diesem Grenzzustand für die einzelnen Einrichtungen und die verschiedenen Belastungsstufen dürften im allgemeinen die in den Fig. 72—83 aufgezeichneten Versuchsergebnisse ziemlich entsprechen. Die dabei noch vorhandenen Verluste durch unvollkommene Verbrennung, deren weitere Verringerung nur durch Erhöhung des Luftüberschusses unter gleichzeitiger, stärkerer Zunahme des Abwärmeverlustes zu erreichen gewesen wäre, sind aus den Fig. 73—75, 77—79 und 81—83 im Vergleich zu denjenigen ohne Oberluftzufuhr in den Fig. 72, 76 und 80 deutlich zu ersehen, ebenso geben die Rauchübersichten Tafel III *a—c*, Nr. 13—53 ein gutes Bild darüber, wie weit mit den verschiedenen Arten der Oberluftzufuhr die Rauchentwicklung bei den einzelnen Belastungsstufen und Kohlensorten sich einschränken läßt, wenn man dabei gleichzeitig bestmögliche Ausnutzung der Kohle erzielen will.²⁾

Auf die angegebene Weise konnte die Summe der Verluste durch Abwärme und durch unvollkommene Verbrennung beim gewöhnlichen Planrost wie auch beim Planrost mit besonderer Einrichtung dem jeweils erreichbaren Mindestmaß nahe gebracht und somit die erforderliche Dampfmenge so wirtschaftlich erzeugt werden, als es im einen bzw. andern Fall eben zu erzielen war.

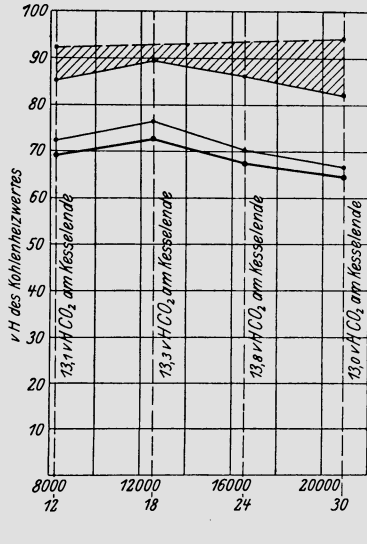
Hervorgehoben sei, daß bei allen diesen Versuchen die Feuerung in einer Weise und in solchen Zeiträumen beschickt und bearbeitet wurde, wie man dies von einem zuverlässigen

¹⁾ Auf Versuche mit 12 kg Belastung wurde teilweise verzichtet, da die hierbei auftretenden Rostanstrengungen Ausnahmewerte darstellen, die ein weitgehendes praktisches Interesse nicht haben.

²⁾ Weitere Versuche hatten erwiesen, daß und um wieviel in den verschiedenen Fällen die Ausnutzung zurückgeht, wenn man hinsichtlich der Rauchverminderung noch mehr erreichen will (s. Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, S. 69—71).

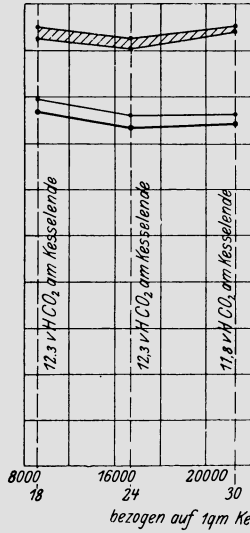
I.
Einfacher Planrost,
ohne Oberluftzufuhr.

Fig. 72.



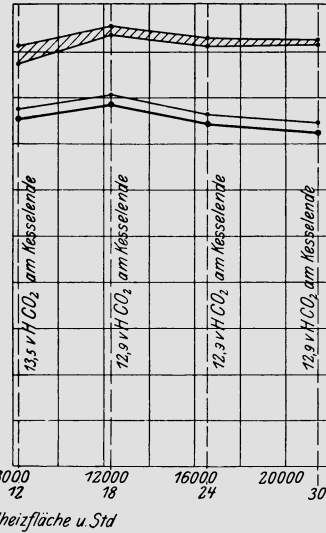
II.
Planrost mit Einrichtung
von Topf,
Oberluftzufuhr von vorn
(oben).

Fig. 73.



III.
Planrost mit Einrichtung
von Kowitzke,
Oberluftzufuhr durch die
Feuerbrücke.

Fig. 74.



IV.
Planrost mit Einrichtung
von Schmidt,
Oberluftzufuhr hinter der
Feuerbrücke.

Fig. 75.

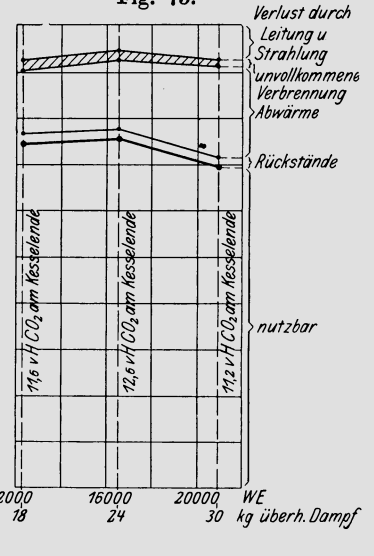


Fig. 76.

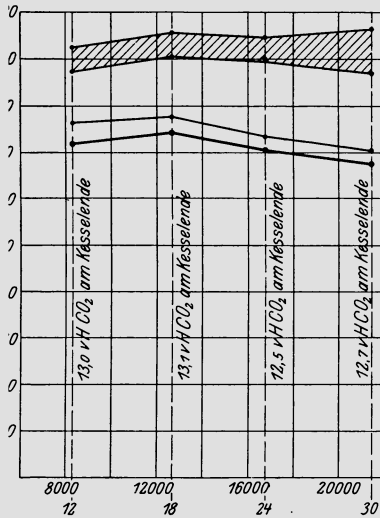


Fig. 77.

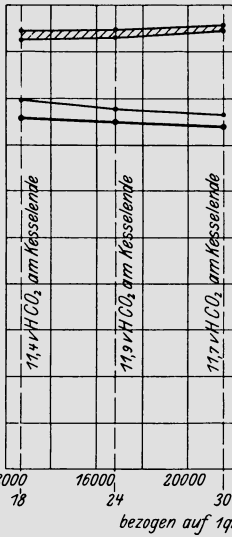


Fig. 78.

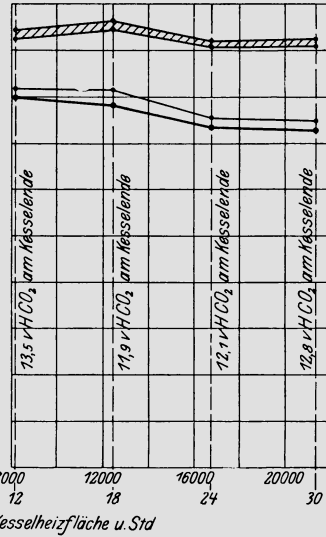


Fig. 79.

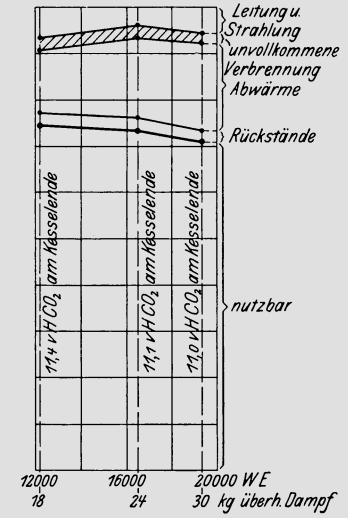


Fig. 80.

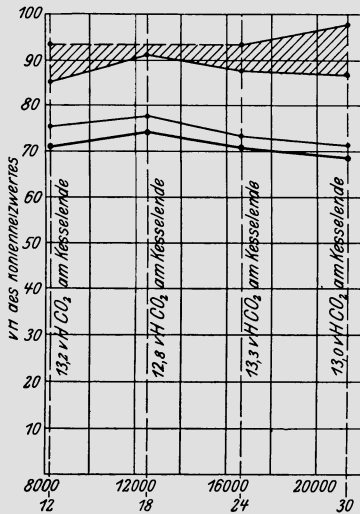


Fig. 81.

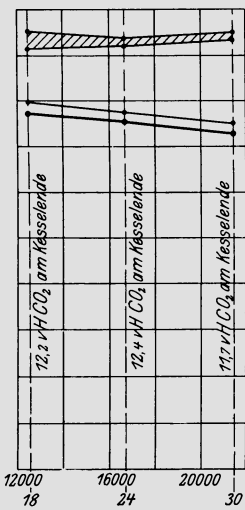


Fig. 82.

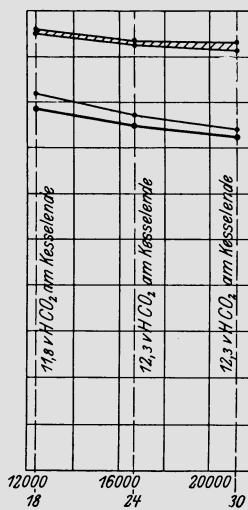
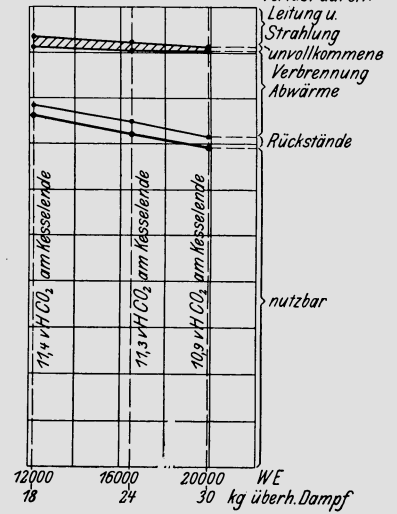


Fig. 83.



Heizer im Dauerbetrieb verlangen kann; und wie es ferner am einfachsten durchzuführen und leicht zu kontrollieren ist.

Die Kohle wurde in flacher Schicht gleichmäßig über den ganzen Rost aufgegeben; je nach der Belastung wurde bei den verschiedenen Versuchen in Zeiträumen von ungefähr 7—15 Minuten gearbeitet. Bei der englischen Westhartley-Stückkohle war ein Durchstoßen nur selten notwendig, dagegen mußte bei der westfälischen Förderkohle Rhein-Elbe und Alma öfter und bei der stärker backenden englischen Förderkohle New-Pelton fast vor jedem Aufwerfen die Schicht gelockert und ausgeglichen werden.

Bei den Versuchen mit gewöhnlichem Planrost trat infolge des unmittelbar nach dem Beschicken und Durchstoßen der Feuer während der hauptsächlichsten Brennstoffentgasung auftretenden Luftmangels, je nach der Kohlensorte und der Brenngeschwindigkeit, mehr oder weniger unvollkommene Verbrennung und Rauchentwicklung ein. Wenn selbst bei starkem Rauchen noch ganz günstige Ausnutzungsverhältnisse sich ergaben, so lag dies an dem infolge des geringen Luftüberschusses sehr niedrigen Abwärmeverlust. Über die Wärmeverteilung bei diesen Versuchen ohne Oberluftzufuhr geben die graphischen Darstellungen in der ersten Längsreihe (Fig. 72, 76 und 80) Aufschluß. Darin ist zunächst der Linienzug der Gesamtausnutzung (in Kessel und Überhitzer) mit Zunahme der Belastung aufgezeichnet. Die über der Ausnutzungslinie verbleibende Fläche ist sodann durch drei weitere Linienzüge von unten nach oben geteilt, und zwar in den Verlust durch Rückstände, durch Abwärme, durch Unverbranntes in den Abgasen (unverbrannte Gase und Ruß), durch Leitung und Strahlung. Der Deutlichkeit halber ist die Fläche, welche den Verlust durch Unverbranntes in den Abgasen (unvollkommene Verbrennung) darstellt, jeweils schraffiert. Die größten Verluste durch unvollkommene Verbrennung traten bei der gasreichsten Kohle Westhartley-Main (ca. 30—35 vH flüchtige Bestandteile ausschließlich Wasser) auf, während sie bei den beiden anderen Sorten, die sich mit einem geringeren Gasgehalt (im Mittel ca. 24 vH flüchtige Bestandteile ausschließlich Wasser) ziemlich gleichkommen, nur wenig Verschiedenheit aufwiesen. Sie schwankten bei der Westhartley-Kohle im Mittel zwischen ca. 5 und 12,5 vH, bei der westfälischen Kohle zwischen ca. 5,5 und 9,5 vH und bei der englischen Kohle New-Pelton zwischen ca. 3,5 und 9,5 vH. Die höchsten beobachteten Werte mit 10,4 bis 14,8 vH bei der Westhartley-Kohle, welche eintraten bei 30 kg Kesselbelastung und Brenngeschwindigkeiten von 125—163 kg Kohle pro qm Rostfläche und Stunde (die Rostfläche wurde für die Versuche mit hoher Belastung vergrößert), zeigen, daß besonders bei höheren Beanspruchungen der Verlust durch unvollkommene Verbrennung erhebliche Bedeutung erlangen kann. Mit Ausnahme der westfälischen Kohle, bei welcher ein ständiges Ansteigen dieses Verlustes mit der Belastung beobachtet wurde, trat dessen kleinster Wert bei 18 kg Dampfleistung auf; von hier aus wuchs er mit zu- und abnehmender Belastung. Im gewöhnlichen Betrieb wird man zwar häufig auch bei ähnlichen Brennstoffen die Verluste durch unverbrannte Gase und Ruß geringer antreffen — aber auf Kosten der Wirtschaftlichkeit, bzw. mit Beeinträchtigung der Ausnutzung —, indem durch den höheren Luftüberschuß der Abwärmeverlust um einen überwiegenden Teil größer wird (s. S. 80). Der über der schraffierten Fläche in den Figuren außer dem Rückstandeverlust noch verbleibende Betrag stellt den Verlust durch Leitung und Strahlung des Kessels dar; er steht in zufriedenstellender Übereinstimmung mit den hierfür als Restglied in den Wärmebilanzen einer besonderen Versuchsreihe erhaltenen Werten, bei der Magerkohle verwendet und ohne Schwierigkeit vollkommene und rauchlose Verbrennung erreicht wurde.

Diesen Ermittlungen am gewöhnlichen Planrost, welche in der Längsreihe I der Figurentafel veranschaulicht sind, stehen nun in den drei folgenden Längsreihen die Ergebnisse der Gegenversuche mit den auf S. 76 bis 79 beschriebenen Einrichtungen für selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr von J. A. Topf & Söhne, von Kowitzke & Co. und von E. J. Schmidt gegenüber. In den zugehörigen Rauchübersichten Tafel III a—c, Nr. 13—53 ist bei allen Versuchen mit Oberluftzufuhr ein entschiedener Rückgang des Rauches zu erkennen. Auch in den graphischen Darstellungen der Wärmeverteilung zeigt sich eine übereinstimmende Verschiedenheit des durch den schraffierten Teil gekennzeichneten Verlustes durch unvollkommene Verbrennung, der sich wesentlich geringer ergab, als beim gewöhnlichen Planrost und im allgemeinen zwischen 1 und 2,5 vH schwankte; nur bei einigen Versuchen wurden diese Grenzen etwas über- bzw. unterschritten.

Bemerkenswert ist, daß sich für die höchsten Beanspruchungen eher noch vollkommene Verbrennung fand, als für die kleineren. Dies ist damit begründet, daß bei größerer Brenngeschwindigkeit mit stärkerem Zug im Feuer gearbeitet werden mußte und die Wirksamkeit der Oberluftzufuhr, namentlich infolge besserer Mischung, eine günstigere war; auch die Rauchverhältnisse gestalteten sich durchaus befriedigend, besonders wenn man beim Vergleich noch berücksichtigt, daß bei der höheren Belastung viel größere Gasmengen durch den Schornstein abzuführen sind, und daß deshalb selbst bei prozentual gleicher Menge unverbrannter Bestandteile die Rauchentwicklung stärker erscheinen muß. Bei schwacher Belastung (insbesondere bei Rostanstregungen von 60 kg an abwärts) wurde der Verlust durch unvollkommene Verbrennung etwas größer, auch bei Verwendung von Oberluft. Die letztere besitzt alsdann bei dem mehr und mehr eintretenden Schwelen des Feuers weniger Wirksamkeit, und selbst bei einer Arbeitsweise derart, daß die Kohle vorn auf den Rost aufgegeben und nach erfolgtem Durchbrennen zurückgeschoben wird, ist es schwer, vollkommene Verbrennung herbeizuführen. Besonders der Verlust durch unverbrannte Gase, der sich allerdings dem Auge nicht so bemerkbar macht wie derjenige durch Ruß, kann hierbei wohl noch ins Gewicht fallen.

Da mit Anwendung der Oberluftzufuhr die vollkommene Verbrennung bei geringem Luftüberschuß erzielt wurde (durchschnittlicher CO_2 -Gehalt am Kesselende 11—13,5 vH), so hatte der Abwärmeverlust zum Teil keine, zum Teil wenigstens keine wesentliche Erhöhung erfahren, und die Linienzüge für die Ausnutzung liegen in den graphischen Darstellungen ähnlich der Einschränkung des schraffierten Teils für unvollkommene Verbrennung höher als die am gewöhnlichen Planrost erhaltenen. Bei der gasreichen Westhartley-Kohle hatte sich im geringsten Falle (bei 18 kg Belastung) noch eine Steigerung der Ausnutzung um ca. 2 vH ergeben. Bei 30 kg Belastung wurden durchschnittlich ca. 9 vH gewonnen, und eine für derartige Beanspruchung recht günstige Ausnutzung von ca. 74 vH erreicht. Bei den beiden anderen, weniger gasreichen Kohlensorten waren indessen die Unterschiede in der Ausnutzung entsprechend dem schon ohne Oberluft sich geringer ergebenden Verlust durch unvollkommene Verbrennung weniger belangreich, und in einem Falle — bei der westfälischen Kohle Rhein-Elbe und Alma, 18 kg Dampfleistung und 60 kg Rostanstregung — ergab sich die Ausnutzung mit und ohne Oberluft ziemlich gleich zu ca. 74 vH der verfügbaren Wärme.

Dadurch, daß der während der Entgasung überschießende Bedarf an Luft durch besondere, unmittelbar in den brennenden Gasstrom einmündende Kanäle zugeführt wird, deren Abschlußorgane allmählich den Zutritt verringern und schließlich ganz absperren, ist die Möglichkeit gegeben, den Rost in vollständig gleichmäßiger, ebener Schicht von hinten

bis vorn flach zu beschicken und gut bedeckt zu halten, und doch die Luftzuströmung jederzeit dem wechselnden Bedarf anzupassen. Man ist daher, wenn auch die Abhängigkeit vom Heizer hinsichtlich Erzielung guter Brennstoffausnutzung ebenso bestehen bleibt wie beim gewöhnlichen Planrost ohne Oberluftzufuhr, bei Verwendung letzterer unbedingt in der Lage, auch bei Verheizung von sehr gasreichen Kohlen unter Einhaltung einer einfachen Bedienungsweise mit mäßigem Luftüberschuß zu arbeiten und gleichzeitig die Rauchentwicklung in durchaus befriedigendem Maße einzuschränken. Da mit flachem Feuer und durchaus gleichmäßiger Rostbedeckung gearbeitet wird, läßt sich die Feuerführung leicht überwachen.

Soll dagegen der Heizer ohne Zuhilfenahme von Oberluft bei gasreicher Kohle rauchschwache Verbrennung erzielen, so ist es ausgeschlossen, allein nach dem Zustande des Feuers die Beschickung des Rostes zu kontrollieren, da dieser alsdann nicht vollständig bedeckt werden darf. Dabei ändert sich mit dem Abbrand des Feuers die Luftzuströmung entgegengesetzt dem Wechsel im Luftbedarf. Überdies ist es ohne gleichzeitige Untersuchung der Heizgase kaum möglich, hinsichtlich des Maßes der Rostbedeckung bzw. der Ausdehnung der freizulassenden Stellen jeweils das Richtige zu treffen.

Von Interesse ist noch ein Vergleich der Wirksamkeit dieser drei typischen Einrichtungen für Oberluftzufuhr. Durch die Versuche erwies sich die Luftzufuhr durch die Feuerbrücke (Kowitzke) am wirksamsten. Hinsichtlich der Ausnutzung stellte sich zwar die Topf'sche Ausführung mit Luftzufuhr von vorn ziemlich gleichwertig, doch war die Rauchentwicklung bei der ersteren etwas günstiger, was insbesondere einer guten Mischung von Luft und Gasen zuzuschreiben ist. Die Luftzufuhr von vorn (Topf) läßt dagegen zweifellos eine bessere Kontrolle zu, da man die Regulierklappe stets vor Augen hat und eine etwaige Unregelmäßigkeit eher bemerkt als bei den unter der Feuerbrücke liegenden Abschlußorganen. Auch läßt sich im Vergleich zu den letzteren sicherer ein dichter Abschluß bewerkstelligen. Durch eine für möglichst gute Mischung Sorge tragende Anordnung dürfte wohl dasselbe zu erreichen sein, wie bei Zufuhr durch die Feuerbrücke.¹⁾ Bei der Luftzufuhr hinter der Feuerbrücke (Schmidt) ergaben sich die Verhältnisse hinsichtlich des Rauches (und besonders unverbrannter Gase), sowie in bezug auf die Ausnutzung meist etwas ungünstiger, da sich an dieser Stelle eine hinreichende Mischung schwieriger herbeiführen läßt. Die Anordnung eines Mauerbogeneinbaus, der die Mischung bewirken soll, übt auf die Erzielung höherer Anstrengungen, wie auch auf die Wärmeausnutzung einen nachteiligen Einfluß aus. Es erscheint dies dadurch erklärlich, daß hier ein Teil der wirksamsten Heizfläche abgemauert und die Zugstärke über dem Rost durch den Einbau gedrosselt wird. Der Mauerbogen dürfte überdies bezüglich seiner Haltbarkeit zu Bedenken Anlaß geben.

Für die vorteilhafte Verwendungsfähigkeit im Betrieb ist das Regelwerk, welches das Abschlußorgan der Oberluftzuführung betätigt, von besonderer Wichtigkeit. Die zuverlässigste Regelung ergab das von Kowitzke angewandte Räderwerk, das sich den Ölkatarakten in der Gleichmäßigkeit und Sicherheit des Ablaufens überlegen erwies.²⁾ Nach den aus Betrieben vorliegenden Erfahrungen läßt auch die Dauerhaftigkeit des Räderwerks bei langjährigem Gebrauch nichts zu wünschen übrig.

¹⁾ Eine Oberluftzufuhr längsseits des Rostes ist ebenfalls gut wirksam s. S. 72 u. insbesondere 73. Es ist indessen für Innenfeuerungen bis jetzt eine geeignete derartige Einrichtung mit selbsttätiger Regelung nicht bekannt geworden; dieselbe dürfte auch konstruktive Schwierigkeiten bieten.

²⁾ S. S. 78, Fußbemerkung 1. Auch die Firma J. A. Topf & Söhne hat inzwischen die Regelung mittels Uhrwerks in Erwägung gezogen.

Da bei der Topf'schen Einrichtung die Haltbarkeit des in das Flammrohr hereinragenden gußeisernen Luftführungsbogens in Frage steht, so wurden Versuche mit und ohne diesen vorgenommen. Erhebliche Unterschiede in der Rauchentwicklung ließen sich zwar nicht feststellen, immerhin ist ein gewisser günstiger Einfluß des Führungsbogens auf die Vollkommenheit der Verbrennung nicht zu verkennen.

In Verbindung mit der Luftzufuhr durch die Feuerbrücke sind noch Vergleichsversuche mit und ohne den Feuerungsregler von Kowitzke¹⁾ durchgeführt worden. Bei 18 kg Dampfleistung pro qm Kesselheizfläche und Stunde ließen sich nennenswerte Unterschiede in der Verbrennung nicht nachweisen; dagegen hat beim Arbeiten mit dem Regler der Heizer mehr Mühe, und der Wechsel der Zugstärke bringt auch periodischen Wechsel der Wärmeentwicklung mit sich. Bei geringeren Belastungen (12 kg), für welche nach den Ausführungen im Abschnitt II C, S. 61 die Einrichtung auch hauptsächlich bestimmt ist, konnte immerhin eine gewisse, durch ihre Verwendung eintretende Besserung festgestellt werden, wengleich auch bei diesen Versuchen mit dem Regler noch 2—3 vH durch unverbrannte Gase verloren gingen; im Ruß fanden sich indessen kaum $\frac{1}{2}$ vH.²⁾

Während die Einrichtungen von Schmidt und insbesondere diejenige von Topf auch an Braupfanne-, Malzdarre-, Backofen- und dergleichen Feuerungen Verbreitung gefunden haben, ist die Einrichtung von Kowitzke — sachgemäße Anordnung und Behandlung vorausgesetzt — nicht ohne Erfolg auf die Raucheinschränkung auch an Wasserrohrkesseln im Gebrauch, wo die Verhältnisse bezüglich der Erzielung vollkommener Verbrennung bei periodischer Beschickung mit gasreichen Brennstoffen sehr schwierig liegen. Ihre Zweckmäßigkeit ist aus praktischen Gründen jedoch geringer als bei der Innenfeuerung des Flammrohrkessels. Die Anwendbarkeit für den Wasserrohrkessel setzt horizontale Abführung der Gase vom Feuerraum über eine Feuerbrücke weg voraus, wie solche in Fig. 84 und 85 veranschaulicht ist.

Eine mit der Kowitzkeschen verwandte Einrichtung ist diejenige von C. W. Stauß, bei der auf die Vorwärmung der Oberluft mehr Wert gelegt ist. Ein besonderer Vorteil ist darin nach dem Gesagten nicht zu erblicken, dagegen wird selbst bei genügend groß

¹⁾ S. S. 65.

²⁾ Um auch über die Wirkungsweise der Zuführung von Oberluft durch zeitweiliges Offenlassen eines Spaltes der Feuertür am gewöhnlichen Planrost zuverlässige Anhaltspunkte zu gewinnen, wurden ferner mit dieser Feuerungsart verschiedene Versuche durchgeführt. Die Ergebnisse stellten sich ähnlich wie diejenigen mit den drei besprochenen Einrichtungen. Es war ebenfalls möglich, geringen Luftüberschuß einzuhalten und dabei einen ganz entschiedenen Rückgang der Rauchentwicklung sowie des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung, sowie eine annähernd entsprechende Erhöhung der Ausnutzung zu erzielen. Immerhin muß diese Maßnahme als ein Notbehelf angesehen werden, da hierbei die Abhängigkeit vom Heizer zu groß ist, und dieser bei Bedienung von beispielsweise vier und mehr Feuern nicht in der Lage ist, die Türen immer zur richtigen Zeit vollständig zu schließen. Es liegt daher die Gefahr sehr nahe, daß dem Feuerraum zu viel Oberluft zugeführt wird. Auch ist beim Anschluß mehrerer Kessel an einen Schornstein dem Heizer die Möglichkeit genommen, aus der an demselben zu beobachtenden Rauchentwicklung einen Anhalt für die erforderliche Zeitdauer und das Maß des Offenlassens der Tür zu gewinnen. Er kann sich vielmehr nur nach dem Aussehen der Flamme richten. Diese Art der Regelung der Oberluftzufuhr durch die Feuertür bietet insofern Interesse, als man bei gleichzeitiger Rauchbeobachtung und fortlaufender Untersuchung der Heizgase sehen kann, wieviel Oberluft im bestimmten Fall zur Herbeiführung vollkommener Verbrennung benötigt wird, bzw. welcher Querschnitt für ihre Zufuhr zur Verfügung sein muß. Sie läßt außerdem erkennen, daß für die Rauchverminderung bei der Planrost-Innenfeuerung in erster Linie die richtige Anpassung der Luftzufuhr an den wechselnden Bedarf von Wichtigkeit ist, während die Vorwärmung der Oberluft, sowie die Temperatur im Feuerraum bei der ganzen Sache nicht die Rolle spielen, die man ihnen beizumessen häufig geneigt ist und daß ferner auch hinreichende Mischung verhältnismäßig leicht erreicht wird.

vorgesehenem Querschnitt für die Zufuhr der Oberluft deren Mischung mit den Gasen etwas weniger gut sein, und der durch Katarakt bewirkten Regelung haften die üblichen Mängel an.

Dasselbe gilt bezüglich der Regulierung für die vom Werk für Feuerungstechnik G. m. b. H., Dresden, gebaute Einrichtung von Langenbach, welche ebenfalls zeitweilig Oberluft durch die Feuerbrücke zuführt. Das Eigenartige besteht darin, daß das Abschlußorgan, eine leichte Aluminiumklappe, durch den Schornsteinzug selbst reguliert werden soll, auf dem Grundsatz beruhend, daß während der Zeit des Oberluftbedarfs nach der Beschickung der Widerstand für den Luftzutritt durch den Rost und damit der Unterdruck im Feuer-

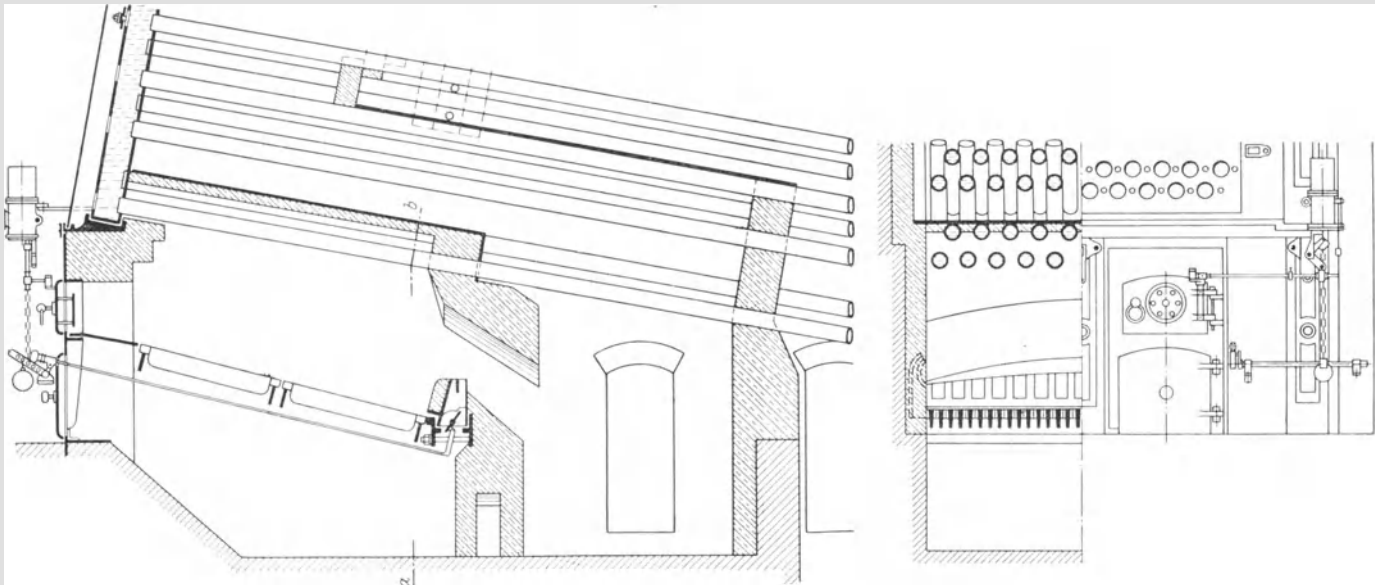


Fig. 84.

Einrichtung von Kowitzke (für Wasserröhrenkessel).

Fig. 85.

raum größer ist als bei durchgebranntem Feuer, wenn keine Oberluft mehr gebraucht wird. Mit der Widerstandsvergrößerung des frisch beschickten Rostes öffnet sich also die pendelnde Klappe und es strömt eine gewisse Luftmenge durch die hohle Feuerbrücke in den Verbrennungsraum. Mit dem Abbrand des Feuers schließt sich die Klappe mehr oder weniger, entsprechend dem abnehmenden Widerstand der Luft durch den Rost. Diese Art der selbsttätigen Regulierung ist wesentlich von einer bestimmten gleichartigen Bedienungsweise abhängig. Sie kann einem wechselnden Verhältnis zwischen dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen der Brennstoffe und dem zeitweiligen Bedarf an Oberluft einerseits sowie einer verschiedenen Brennstoffbeschaffenheit und der Art der Schlackenbildung andererseits nicht gebührend Rechnung tragen. Ein vor der Feuerbrücke am Flammrohrumfang gelagerter Schamottebogen soll angeblich die Gase vom Kessel ablenken und einem vorzeitigen Wärmeentzug vorbeugen, gleichzeitig die Mischung fördernd. Die hohle Feuerbrücke enthält zahlreiche Rippen, welche der Luftvorwärmung dienen; sie ist halbkreisförmig gestaltet und soll eine Verteilung der Flamme bzw. der Heizgase auf die Innenfläche des Flammrohres bezwecken. Es kann wohl nicht gesagt werden, daß die Einrichtung das voll und ganz erfüllt, was von einer selbsttätig regelbaren Oberluftzuführung verlangt werden muß, wenigstens wird sich infolge der geringen Kräfte, welche den Abschluß herbeiführen sollen, die Klappe nicht entsprechend dem wechselnden Luftbedarf hinreichend sicher einstellen und schließen.

Von derselben Gesellschaft wird neuerdings eine geänderte Bauart „System Storbeck“ ausgeführt, wie sie in Fig. 86 und 87 dargestellt ist. Die Neuerung besteht zur Hauptsache darin, daß zum Zweck einer sogenannten „Flammenregulierung“ die Feuerbrücke mit einem hinter einer Schutzbrücke gelagerten Kopfstück ausgebildet ist, das vom Heizerstande aus während des Betriebs umgelegt oder aufgerichtet werden kann. Die Form dieser umlegbaren Feuerbrückenzunge weicht von derjenigen der ursprünglich Langenbach'schen Feuerbrücke etwas ab und der Schamottering ist hinter den Feuerraum versetzt. Ein wesentlicher Vorteil ist in dieser „Flammen- bzw. Gasstromregulierung“ nicht zu erblicken, wohl aber mag die Abhängigkeit der selbsttätigen Einstellung der pendelnden Oberluftklappe von der Stellung der Feuerbrücke und dem über ihr verbleibenden Durchgangsquerschnitt sich zuweilen nachteilig bemerkbar machen. Jedenfalls ist es keineswegs einfach, die Stellungen des Zugschiebers und der Feuerbrücke den wechselnden Bedürfnissen entsprechend und gleichzeitig noch so zu regeln, daß sich die Oberluft durch die Größe des hinter ihr

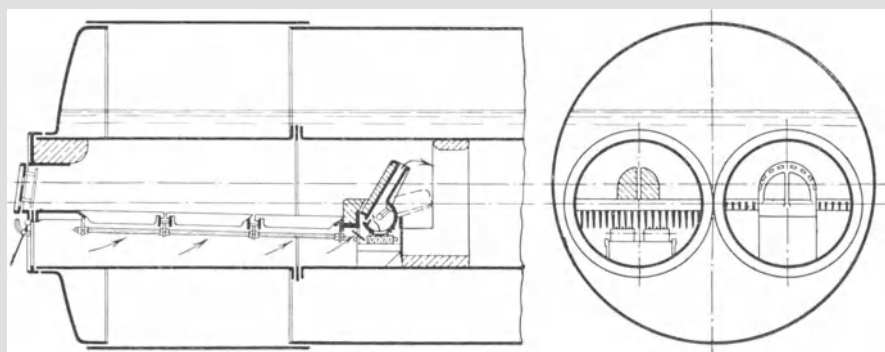


Fig. 86 und 87.
Storbeck-Feuerung.

herrschenden Unterdruckes immer selbsttätig richtig einstellt. Soll eine Drosselung des Durchgangsquerschnittes zwischen Feuerbrücke und Schamottering ein Verringern der Brenngeschwindigkeit auf dem Rost bezwecken, so kann dies nicht allein einfacher, sondern auch wirtschaftlich vorteilhafter mit dem hinter der Gesamtheizfläche angeordneten Regulaschieber bewirkt werden. Beim Gebrauch hochwertiger Brennstoffe mag die Haltbarkeit und sichere Funktion der Anordnung zu wünschen übrig lassen.

Die Firma H. Kowitzke & Co., Berlin, führt neuerdings außer der auf S. 77 beschriebenen Bauart noch eine andere Anordnung aus, bei der die Oberluftzufuhr von vorn durch die Feuertüren stattfindet. Wie aus den Fig. 88 bis 90 ersichtlich, sind die Türen mit reichlich bemessenen Drehklappen versehen. Die selbsttätige Regulierung der Oberluftzufuhr erfolgt in der gleichen Weise wie bei der Einrichtung mit hohler Feuerbrücke. Nach dem auf S. 85, Fußbemerkung 2, Gesagten ist bei Flammrohr-Innenfeuerungen die an der Feuertür zugeführte Oberluft gut wirksam. Die Einrichtung besitzt den Vorzug, daß sämtliche Teile starker Wärmeeinwirkung entzogen sind. Haltbarkeit sowie ungestörte Regulierung erscheinen in erhöhtem Maße gewährleistet und die Oberluftquerschnitte sind übersichtlich.

Von anderen Einrichtungen sind zu erwähnen:

Die Bauart Bagge, bei welcher die Oberluft teils durch eine Klappe in der Feuertür, teils aber durch eine solche in der hinteren Abschlußwand des Aschfalles und durch die Feuerbrücke zugeführt wird. Beide Klappen stehen durch Ketten mit einem Ölkatarakt in Verbindung. Ein über der Feuerbrücke in den Verbrennungsraum eingebautes Gewölbe

soll außerdem zur Beförderung der Entzündung beitragen. Für gasreiche Brennstoffe ist die an der Feuertür zugeführte Oberluftmenge ungenügend, und der hinter dem Aschefall zuströmenden Luft kommt eine mangelhafte Wirksamkeit zu.

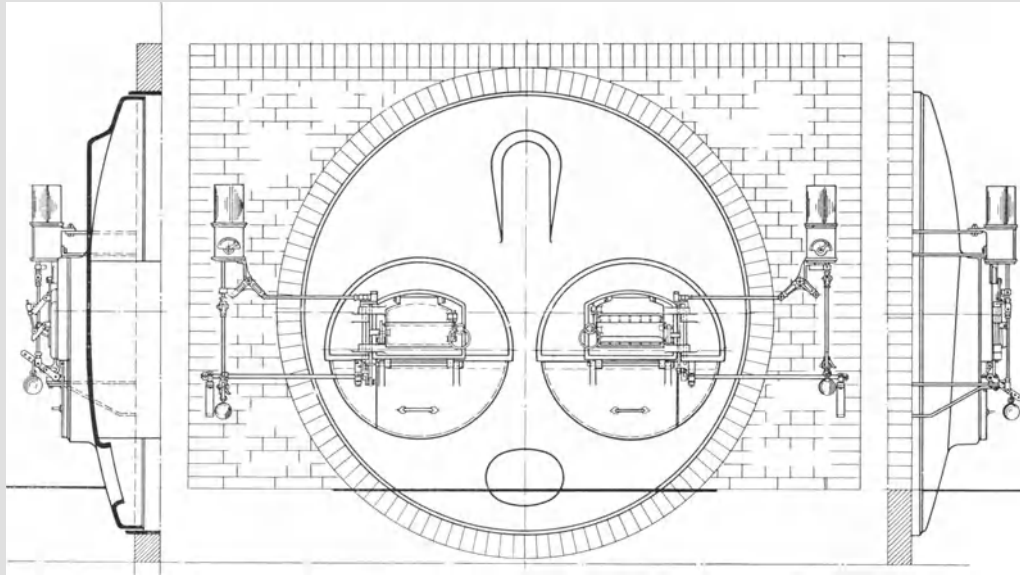


Fig. 88 bis 90.
Feuerung von Kowitzke (Oberluftzufuhr durch die Feuertür).

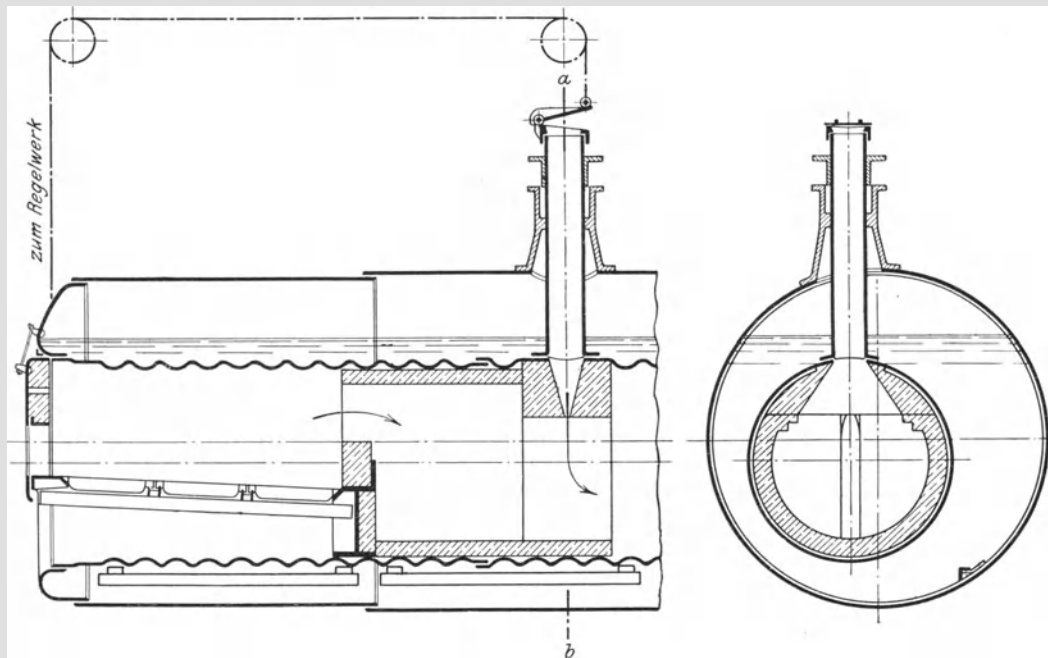


Fig. 91.
Einrichtung von Schulz-Knaudt.

Fig. 92.

Die Bauart Schulz-Knaudt ist in ihrer neueren, vom Blechwalzwerk Schulz-Knaudt A.-G., Essen a. d. Ruhr, ausgeführten Gestalt durch Fig. 91 und 92 veranschaulicht. Die Mischung der von oben in den Gasstrom eingeführten und mittels eines Katarakts selbsttätig regelbaren Luft ist eine gute. Bei genügender Bemessung der Oberluftzufuhr und regel-

mäßiger Funktion gestattet die Einrichtung, unter Wahrung guter Wirtschaftlichkeit, unvollkommene Verbrennung und die mit ihr zusammenhängende Rauchentwicklung in wirksamer Weise einzuschränken. Der hinter der Feuerbrücke gebildeten Verbrennungskammer, in welcher unter Fernhaltung starken Wärmeentzugs der Flamme Zeit zur Entwicklung gewährt werden soll, haften die wiederholt erwähnten Nachteile derartiger Einbauten an. Bei der früher von dieser Firma ausgeführten Rinne'schen Anordnung wurde die Oberluft an gleicher Stelle, aber von der hinteren Kesselwand aus durch ein im Flammrohr gelagertes, mit Schamotte verkleidetes Rohr zugeleitet, und bei einer älteren Bauart wurde auch die unter den Rost strömende Luft durch einen im Flammrohr gelagerten Kanal von hinten aus zugeführt; beide Anordnungen sind aber verlassen.

Bei der in Fig. 93 u. 94 dargestellten Einrichtung von Wardzinski & Co. in Bromberg wird auf die im Flammrohr untergebrachten Schamottekegel als Glühkörper vom Erbauer besonderer Wert gelegt. Für die Rauchverhütung spielen dieselben indessen keine

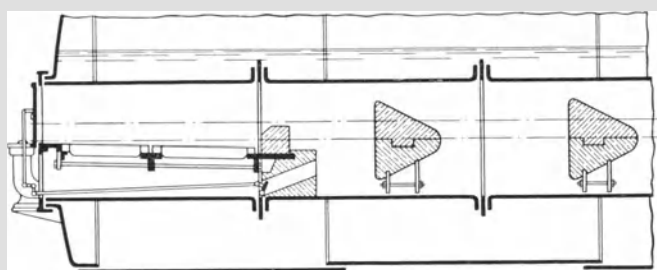


Fig. 93.
Einrichtung von Wardzinski & Co.

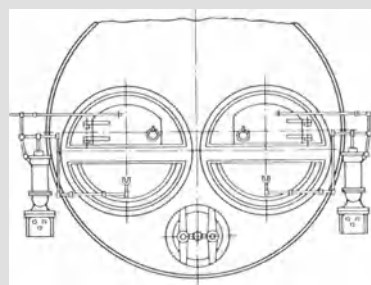


Fig. 94.

wesentliche Rolle und durch das ihnen zugeschriebene Ablenken der Flamme an den Umfang des Flammrohrs entsteht erfahrungsgemäß kein nennenswerter Nutzen. Dagegen vermag der erste, hinter der Feuerbrücke eingebaute Kegel der Mischung der an einer nicht besonders geeigneten Stelle und in ungünstiger Richtung zugeführten Oberluft mit den Gasen förderlich zu sein. Die Regelung der Luftklappe erfolgt durch einen mit der Feuertür gekuppelten Kraftsammler.

Ganz allgemein kann über die selbsttätig regelbare Einführung von Oberluft in den Verbrennungsraum gesagt werden, daß sie — ohne in der Belastungsfähigkeit des Kessels, noch in der Betriebssicherheit und der Brennstoffwahl eine Beschränkung, oder beim nachträglichen Einbau in vorhandene Anlagen sehr hohe Anschaffungskosten aufzuerlegen —, in der großen Anzahl von Betrieben, welche die Vorzüge des einfachen Planrostes und der Handbeschickung nicht missen können, ein wirksames Mittel zur Minderung der Rauchentwicklung bietet. Hierbei wird die Rauchverhütung ohne Einbuße guter Wirtschaftlichkeit erzielt, während in allen Fällen, in denen es sich bei Kesseln mit Vor-, Innen- oder Unterfeuerung um die Verheizung gasreicher und zu starker Rauchbildung neigender Brennstoffe handelt, die sorgsame Handbeschickung auf dem einfachen Planrost ohne Oberluftzufuhr nur für gleichmäßig schwach beanspruchte Kessel eine rauchschwache und zugleich wirtschaftliche Verbrennung erreichen läßt. So einfach dieses Hilfsmittel erscheint, so liegt doch die Gefahr nahe, daß durch Außerachtlassung der unbeschränkt zu erfüllenden Grundbedingungen, oder durch falsche Anwendung einer an sich guten Konstruktion der gewünschte Erfolg ausbleibt, und die Einrichtung als unbrauchbar angesehen wird. In

solchen Fällen trägt aber nicht etwa ein der Oberluftzuführung zugrunde liegendes falsches Prinzip, sondern nur die mangelhafte oder falsche Art ihrer Ausführung bzw. Anwendung Schuld an Mißerfolgen, die nur geeignet sind, die öffentliche Meinung in dem Glauben zu bestärken, daß die technische Lösung der Rauchfrage von der Zukunft zu erwarten sei.¹⁾ Wenn nun auch die Vielseitigkeit der Betriebsverhältnisse eine erschöpfende Zusammenfassung der Gesichtspunkte nicht zuläßt, welche die Bedingung für eine geeignete Gestaltung der hierher gehörenden Einrichtungen bilden, so ist doch die Erfüllung der folgenden Forderungen als stets notwendig hervorzuheben:

1. Die Einführung der zusätzlichen Verbrennungsluft in den Feuerraum hat an einer geeigneten Stelle in günstiger Richtung zu erfolgen. Die Mischung der Luft mit den aus der Kohle ausscheidenden flüchtigen Gasen muß sich so frühzeitig vollziehen, daß es zur Sicherung der Entzündungstemperatur eines Wärmespeichers in Form von besonderen Mauerwerkseinbauten nicht bedarf.
2. Luftmenge und Dauer der Zuführung müssen selbsttätig geregelt werden und innerhalb der in Abhängigkeit von Brennstoff und Feuerung erforderlichen Grenzen zwangsläufig einstellbar sein. Der Abschluß für die zusätzliche Luftzuführung muß dem bei fortschreitender Entgasung der Kohle abnehmenden Luftbedarf entsprechen.
3. Die Betätigung der Einrichtung hat ohne besondere Inanspruchnahme des Heizers zu erfolgen und darf der Bedienung der Feuerung nicht hinderlich sein.
4. Für die Regelung der Luftzuführung können nur Teile in Anwendung kommen, welche gegen die im Kesselhaus nicht zu vermeidenden Einflüsse von Hitze, Staub usw. soweit unempfindlich sind, daß sie sich in ihrer Wirkungsweise nicht ändern.

Von jenen selbsttätig regelbaren Einrichtungen, bei welchen der Ort und die Art der Luftzuführung die Gewähr für eine frühzeitige und genügende Mischung in sich schließen, wird diejenige den Vorzug haben, die auf Grund ihrer konstruktiven Durchbildung, besonders hinsichtlich des Abschlußorganes und dessen Regulierung, im Betrieb am sichersten arbeitet.

Ein Nachteil der Feuerungen mit Oberluftzufuhr, der darin besteht, daß bei unrichtiger Einstellung der Abschlußklappe mehr Luft als notwendig zutreten und dadurch die Wirtschaftlichkeit Einbuße erleiden kann, läßt sich durch regelmäßige Überwachung, wozu in erster Linie eine dauernde Ermittlung des Luftüberschusses, sowie — wenigstens näherungsweise — etwa unverbrannt abziehender Gase gehört,²⁾ in hinreichender Weise begegnen. Für die sachgemäße Verwendung der auch nur als ein Hilfswerkzeug des Heizers zu betrachtenden Einrichtung ist es natürlich notwendig, daß die Kenntnisse des Heizers und seines Aufsichtsbeamten weit genug reichen, um sie in den Stand zu setzen, dem Einfluß der Verschiedenheit der Brennstoffe usw. durch richtiges Einstellen Rechnung zu tragen. In dieser Hinsicht ist eine gründliche Anleitung im einzelnen Falle unbedingtes Erfordernis. Übrigens kann auch bei unsachgemäßer Wartung von diesen Feuerungen im allgemeinen nicht gesagt werden, daß sie noch empfindsam unwirtschaftlicher arbeiten als der einfache Planrost unter denselben ungünstigen Bedingungen.

Der Einfluß wechselnder Betriebsstärke auf die Verwendbarkeit von Einrichtungen für

¹⁾ Bei selbsttätiger Rostbeschickung, wo die langsame und fortwährende Entgasung des ununterbrochen zugeführten Brennstoffes den Luftbedarf gleichmäßiger gestaltet, kann geeignetenfalls die Anpassung der Luftzufuhr noch leichter und vollständiger erreicht werden als bei der periodischen Handbeschickung, s. Abschnitt IV und V.

²⁾ Zur Vervollständigung erschiene auch eine dauernde selbsttätige Aufzeichnung der Rauchentwicklung zweckdienlich (vergl. S. 6).

selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr ist nicht derart, daß im Falle sachgemäßer Feuerführung die Wirkungsweise eine ungünstige wird. Entsprechend den Schwankungen, welche in der Dampfentnahme vorkommen, muß der Heizer aus wirtschaftlicher Rücksicht unbedingt die Brenngeschwindigkeit durch Verwendung verschiedener Zugstärke regulieren. Herrscht nun beispielsweise infolge gesteigerter Belastung in der Feuerung größerer Unterdruck, so tritt wohl bei gleichem Öffnungsquerschnitt eine größere Menge Oberluft in den Verbrennungsraum ein, es ist aber auch die Entgasung lebhafter und damit der augenblickliche Luftbedarf ein größerer. Auf diese Weise bewegen sich Luftbedarf und Luftzutritt in gleichem Sinne und es findet bei sachgemäßer Feuerführung eine genügende Anpassung statt. Bei plötzlicher, starker Minderung der Belastung und der Zugstärke, solange die Brennstoffschicht in lebhafter Entgasung begriffen ist, kann sich allerdings noch ein Luftmangel ergeben (vgl. S. 44—45). Ein aufmerksamer Heizer kann jedoch auch diesem Umstand begegnen, indem er das Regelwerk für die Oberluftklappe wiederholt aufzieht. Von besonderem Einfluß ist dagegen ein Wechsel im Brennstoff. Fällt dieser (unter Umständen bei gleicher Herkunft), namentlich in bezug auf den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, aber auch auf den Stückgehalt usw. in der Anlieferung sehr verschieden aus, so ist eine entsprechende Veränderung der Einstellung nach Zeit oder Menge vorzunehmen. Hierbei dient die auftretende Rauchentwicklung als Maßgabe, sofern die Untersuchung der Heizgase fehlt.

Inwieweit die Steigerung der Beanspruchung auf die Wirkungsweise dieser Einrichtungen von Einfluß ist, geht aus den Ergebnissen bei den verschiedenen Belastungsstufen der auf S. 80 u. ff. angezogenen Versuche hervor. Diese haben erwiesen, daß geeignete Anordnungen für selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr, ohne ihrer rauchvermindernden Eigenschaften verlustig zu gehen, beträchtliche Rostanstregungen zulassen, welche zu überschreiten keinesfalls im Interesse der Wirtschaftlichkeit liegt, zumal da, wo eine weitere Verwertung der den Kessel verlassenden Abgase nicht stattfindet. Ja, diese Versuche zeigten, daß gerade bei höheren Beanspruchungen sich noch vorteilhaft und sehr rauchschwach arbeiten läßt, und daß hohe Kesselbelastung nicht immer ein Grund ist, um das Rauchen des Schornsteins zu rechtfertigen. Bei so großen Rostanstregungen mit gasreicher Steinkohle treten am gewöhnlichen Planrost ohne Oberluftzufuhr insbesondere mit dem Bestreben, wirtschaftlich zu arbeiten, sehr starke Rauchbildung und belangreiche Verluste durch unvollkommene Verbrennung ein, welche letztere allerdings mittels geeigneter Zuführung von Oberluft insofern nicht immer vollständig nutzbar gemacht werden können, als hierbei der Abwärmeverlust zuweilen etwas zunimmt.

Die gelegentlich geäußerten Bedenken, daß bei Zufuhr von Oberluft größere Temperaturschwankungen auftreten und damit eine schädliche Einwirkung auf die Nietnähte und Kesselbleche Platz greifen könnte, ist nicht berechtigt, da ja bei Einhaltung geringen Luftüberschusses tatsächlich die Oberluft sofort zur Verbrennung der Gase verbraucht wird, sodaß infolge der hiermit verbundenen Wärmeentwicklung bei richtiger Bemessung bzw. Regulierung der Oberluft eine Schädigung durch Abkühlung ausgeschlossen ist. Weiß man, in welcher Weise, besonders durch Arbeiten mit viel zu starkem Zug, mangelhafter Rostbedeckung oder zeitweilig starkem Abbrand der Feuer in vielen Anlagen beim einfachen Planrost Temperaturwechsel zu beobachten sind, ohne daß dadurch Schädigungen der Kessel entstehen, so darf man wohl sagen, daß kein Grund vorliegt, in dieser Richtung Befürchtungen zu hegen. Bei sachgemäßer Oberluftzufuhr handelt es sich doch nur um eine dem wechselnden Luftbedarf entsprechende Anpassung und somit um eine möglichst gleichmäßige Gestaltung des sonst unregelmäßigen Verlaufs der Verbrennungsverhältnisse.

H. Feuerungen mit zeitweiliger Oberluftzufuhr, die durch einen Dampfschleier verstärkt wird.

Bei diesen Feuerungen wird außer der über die Dauer der jeweiligen Entgasung des Brennstoffs (zumeist von vorn) erfolgenden Oberluftzufuhr durch eine oder mehrere nebeneinander angeordnete Düsen oberhalb der Brennstoffschicht Dampf in den Feuerraum geblasen.

Der Einfluß des Dampfstrahls bezweckt hauptsächlich, daß einerseits die Oberluft, deren Einströmgeschwindigkeit und Menge durch den Dampfstrahl gesteigert werden, sich mit den brennbaren Gasen gut vermischt, und deren vollkommene Verbrennung rasch eingeleitet wird. Andererseits hemmt der gewöhnlich mit einiger Neigung gegen die Feuerbrücke geblasene Schleier die auf dem hinteren Rostteil entwickelten Gase — sie zunächst etwas nach vorn drückend — am unmittelbaren Abzug nach hinten oder oben und fördert hierdurch eine rasche Mischung. Von Wichtigkeit ist dieser Einfluß an Wasserrohrkesseln mit aufsteigender Gasführung, sowie Feuerbüchsen- (Lokomotiv-) Kesseln, überhaupt an Feuerungen, bei denen für gründliche Mischung von Gasen und Verbrennungsluft, sowie für eine freie Flammenentwicklung kurzer Weg und wenig Zeit vorhanden ist. Zudem wird beim Wasserrohrkessel infolge der vom Mauerwerk des Feuerraums zurückgestrahlten Wärme und beim Lokomotiv-Kessel infolge der für die vorkommenden Rostanstrengungen erforderlichen großen Zugstärke meist eine rasche Entgasung des Brennstoffs bewirkt, wobei der augenblickliche Luftbedarf beträchtlich anwächst. Die sich nach dem Aufwerfen entwickelnde große Gasmenge verursacht eine beschleunigte Abzugsgeschwindigkeit, so daß unter Beihilfe der trägen Mischung in dem weiten Feuerraum die Luft nicht die nötige Zeit findet, mit den Gasen in genügende Berührung zu kommen; dieselben treten, bevor ihnen die Möglichkeit zur vollkommenen Verbrennung geboten wird, in die Rohrbündel ein, wo alsdann eine weitere Verbrennung kaum mehr zustande kommt. Durch geeignete Anwendung eines Dampfstrahls können nun diese Schwierigkeiten gemildert werden.

Dagegen liegt in allen Fällen, in denen einfache und in passender Weise angeordnete zeitweilige Oberluftzufuhr genügt — und das trifft bei der Planrost-Innenfeuerung, auch bei Unterfeuerungen am Walzenkessel wohl meist zu — für das Einblasen von Dampf keine Veranlassung vor. Abgesehen von der damit verbundenen, bei geeigneter konstruktiver Durchbildung allerdings geringen Komplikation, bedingen sowohl der Dampf als auch die für dessen Überhitzung verwendete Wärme gewisse Verluste. Als eine unangenehme Beigabe ist das in manchen Fällen seitens der Gebläse verursachte Geräusch zu bezeichnen.

Die verbreitetste dieser Feuerungen ist wohl diejenige von Franz Marcotty, Schöneberg bei Berlin. Sie ging aus der Einrichtung von Th. Langer hervor, ist aber nach den Übergangsformen von den Jahren 1899/1900 erst durch eine Reihe von patentierten Neuerungen und Verbesserungen bis zu ihrer heutigen Bauart gelangt. Die größte Entwicklung hat die Einrichtung für Lokomotiven genommen. In Deutschland sind schon einige tausend Lokomotiven auf den preußischen Staatsbahnen (durch roten Ring am Schornstein gekennzeichnet) damit ausgerüstet. In etwas geänderten Ausführungen hat die Vorrichtung auch an Schiffskesseln der Binnensee- und Flußschiffahrt, sowie an industriellen Dampfkesselanlagen Eingang gefunden.

Die Marcottysche Anordnung für Lokomotiven ist in Fig. 95—99 dargestellt. Sie trägt mit besonderer Sorgfalt dem Umstand Rechnung, daß während des Stillstandes der Maschine das Feuer ins Schwelen übergeht, wodurch die Rauchverhütung erschwert wird. Von dem

Doppelsitzventil *a*, Fig. 95—96, führt ein Rohr *b* zu den Düsen *c*, während ein zweites Rohr das Steuerventil *d* zur Betätigung des Bläasers und eines Ejektors *e* an die Dampfleitung anschließt. Die zur Lokomotive gehörige Bläserleitung *a—f* ist durch ein T-Stück mit dem Steuerventil *d* verbunden, welches an die Frischdampfleitung angeschlossen ist. Der Ejektor *e* ist einerseits mit der Rauchsammekammer, andererseits mit einem Katarakt Fig. 97—99 in Verbindung, welcher die Oberluftklappe in der Feuertür betätigt. Die Konstruktion des Doppelsitzventils *a* ermöglicht hintereinander die Anstellung des Katarakts bzw. der Oberluftzuführung und des Bläasers. Ein Zeiger *g* gibt an, welche der beiden Einrichtungen in Tätigkeit ist. Bei ganzer Öffnung des Ventils *a* besorgt das Steuerventil *d* die selbsttätige An- bzw. Abstellung des Bläasers in Abhängigkeit von der Regulatorstellung, und zwar folgendermaßen: Öffnet der Führer den Regulator, so tritt Dampf in das Einströmungsrohr der Maschine und in das Steuerventil, welches alsdann

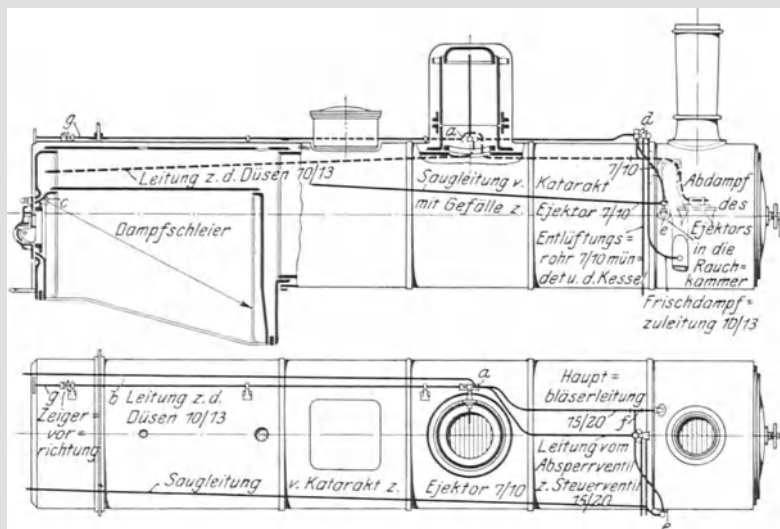


Fig. 95 und 96.

tritt Dampf in das Einströmungsrohr der Maschine und in das Steuerventil, welches alsdann

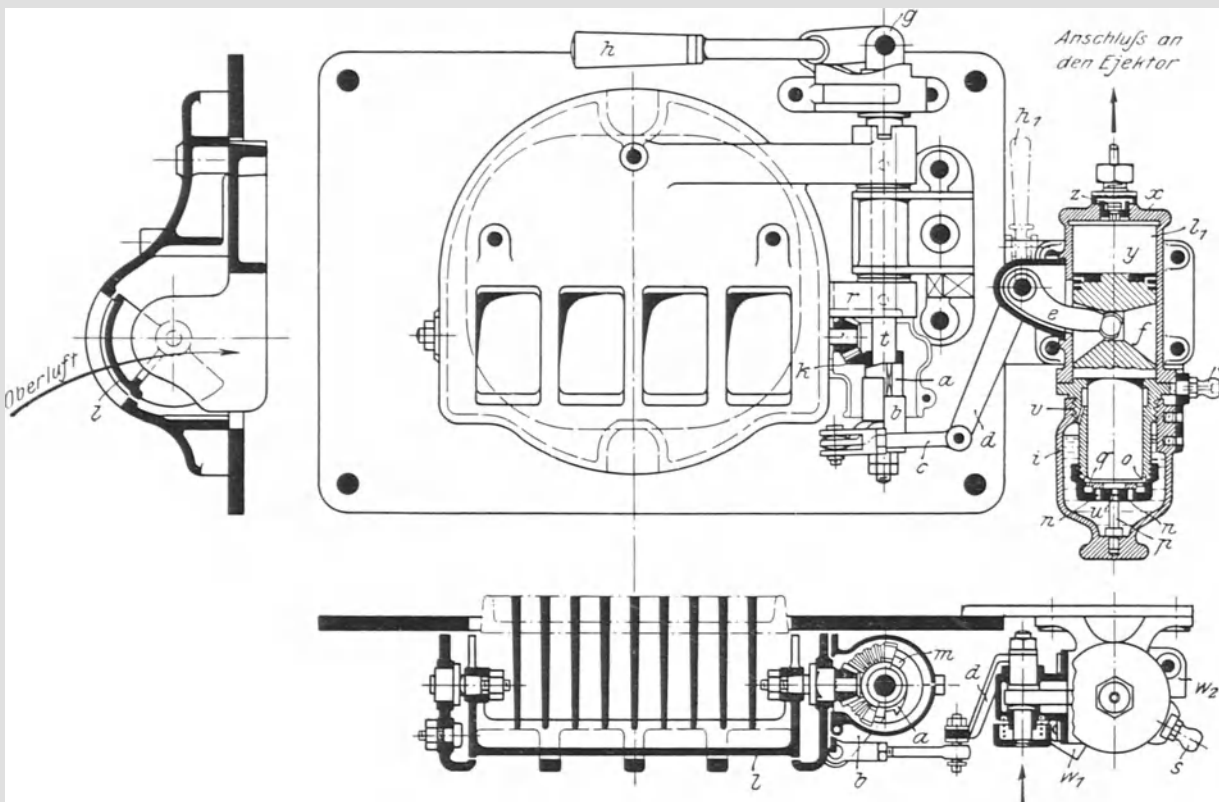


Fig. 97 bis 99.
Einrichtung von Marcotty.

den Abschluß des Dampfzutritts zum Ejektor und zum Bläser bewirkt; während der Fahrt der Maschine kommen also Ejektor und Bläser nicht in Wirkung. In diesem Falle ist ja auch genügender Unterdruck im Feuerraum (Zugwirkung) vorhanden. Mit dem Schluß des Regulators wird der Querschnitt nach dem Ejektor und Bläser im Steuer-ventil freigegeben. Jener hebt nun durch seine Saugwirkung den Kataraktkolben hoch und öffnet damit selbsttätig die Luftzufuhrklappe an der Feuertür, während der Bläser für die Aufrechterhaltung eines für die Rauchverhütung erforderlichen Schornsteinzuges sorgt.

Zur Vermeidung eines Verdrehens der Dampfschleier-Ebene über dem Rost ist an der Düse eine Sicherung durch Feder und Nut vorgesehen. Wenn sich Verstopfungen der Düse einstellen, kann dieselbe nach Abschluß des Ventils *a* während des Betriebs leicht herausgenommen und gereinigt werden. Im übrigen zieht sich bei jedesmaligem Beschicken des Rostes mit dem Öffnen der Feuertür die Oberluftzufuhrklappe an der letzteren auf, um sich sodann unter der Einwirkung des Katarakts allmählich wieder zu schließen. Die Wirkungsweise der an der Feuerbüchse-Rückwand befindlichen Anordnung läßt sich an Hand der Figuren 98 und 99 verfolgen: Der Handgriff *h* ist durch den Gabelkopf *g* mit der Türwelle *t* und dem Mitnehmer *m* in fester Verbindung, während Kegelrad *k* und die Kataraktbüchse *b* lose auf die Welle *t* aufgesteckt sind. Während der Türöffnung legt sich der Mitnehmer *m* (vgl. Grundriß) gegen *b*, so daß die Kataraktbüchse an der Drehung teilnimmt; sie stößt gegen den Ansatz *a* des Kegelrades *k*, das durch das kleine Kegelrad *r* drehend auf die Trommel *l* wirkt. Mit der vollständigen Öffnung der Feuertür wird durch das Gestänge *cd* der Hebel *e* und damit der Kolben *f* im Katarakt gehoben und das im Topf *i* befindliche Öl durch die Öffnungen *nn* in den inneren Zylinderraum *o* eingesaugt. Mit dem Schluß der Feuertür bleibt der Kolben *f* in der gehobenen Stellung, so daß das Gestänge *cd* die Büchse *b* und das Kegelrad *k* festhält und Kegelrad *r* auf *k* rollen muß. Da *r* mit der Trommel *l* in Verbindung steht, so werden bei geschlossener Feuertür und gespanntem Katarakt die Luftquerschnitte an der Feuertür vollständig geöffnet. Mit dem Ablauf des Kataraktes bewegt sich die Kataraktbüchse *b* wieder in ihre ursprüngliche Lage und damit auch die Trommel *l* bis zum vollständigen Verschluß der Luftquerschnitte.

Der Ablauf des Katarakts wird durch den Stift *p* geregelt. Die Öffnungen *nn* werden dabei durch die Ventilklappe *q* verschlossen. Die Einstellung der Ablaufzeit des Katarakts d. h. der jeweiligen Zeitdauer der Oberluftzufuhr, erfolgt mittels des Stiftes *p*, indem dieser durch Drehung des Topfes *i* mit Hilfe des Schnepfers *s* höher oder tiefer geschraubt wird. Die Begrenzung ist durch die beiden Anschläge *w*₁ und *w*₂ gegeben. Der Katarakt kann gebotenenfalls mit Hilfe des Hebels *h* ausgekuppelt werden; er schaltet sich aber beim Öffnen der Tür stets selbsttätig wieder ein, so daß er ohne besondere Achtsamkeit des Führers in der Folge wieder in Tätigkeit tritt, bzw. der Führer immer an die Benutzung der Einrichtung erinnert wird.

Die Feuertür besitzt auf der Innenseite eine Schutzplatte mit langen Rippen, welche der Vorwärmung der Oberluft dienen.

Ein bei der früheren Anordnung vorhandenes Ventil zur Steuerung des mit fortschreitender Brennstoffentgasung abnehmenden Dampfzuflusses zu den Düsen wird neuerdings fortgelassen, weil es häufig undicht war und zu vielen Reparaturen Anlaß gab. Der ununterbrochene Dampfschleier erfordert zwar etwas mehr Dampf, es wird ihm aber der Vorzug zugeschrieben, den Funkenauswurf zu verringern und die Lösche zurückzuhalten. Der Dampfverbrauch der

Düsen soll nach den Angaben der Fabrik bei ununterbrochenem Gebrauch 1—2 vH der Dampfleistung des Kessel betragen.¹⁾

Ferner soll angeblich ein Mißstand, der darin bestehe, daß sich bei der gewöhnlichen Rostfeuerung nach dem Beschicken die Dampfspannung rasch steigert und ein Abblasen der Sicherheitsventile bedingt, bei abgebranntem Feuer dagegen zu stark fällt, durch Anwendung der Marcottyschen Einrichtung wesentlich gemildert werden. Indessen darf man wohl sagen, daß die Verhütung erheblicher Schwankungen in der Dampfspannung von einem Aufwerfen zum andern durch entsprechende Feuerführung auch ohne besondere Vorrichtung erreichbar ist. Schwankungen der Spannung, welche durch das An- und Abstellen der Maschine (Fahrt und Aufenthalt) hervorgerufen werden, können aber bei Unachtsamkeit des Führers noch erhöht werden, wenn nicht bei zu starker Tätigkeit des Bläasers die überschüssige Wärmeentwicklung durch Speisung des Kessels aufgenommen oder möglicherweise für Heizung verwendet wird.

Für die Erzielung vollkommener Verbrennung der flüchtigen Gase ist bei dem zur Feuertür tief gelagerten Rost in Lokomotivfeuerungen der Ort der Oberluftzufuhr ein günstiger. Der Dampfschleier hält die Gase vor frühzeitigem Abzug in die Rohre zurück und fördert deren Vermischung mit der von vorne zuströmenden Oberluft. Da ferner die erforderliche Temperatur im allgemeinen ohne weiteres vorhanden ist, so ist die Einrichtung geeignet, bei befriedigender Einschränkung des durchschnittlichen Luftüberschusses eine weitgehende Verhütung der Rauchbildung zu ermöglichen, ohne daß man auf die Verwendung von gasarmen Brennstoffen angewiesen wäre.

Mit einer aus dem Fortfall des Bläasers und der zugehörigen Teile sich ergebenden Vereinfachung werden von Marcotty ganz ähnliche Einrichtungen für selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr in Verbindung mit einem Dampfschleier gebaut zum Betrieb von Schiffskesseln und ortsfesten Landkesseln. Von diesen kommen hauptsächlich die Wasserrohrkessel mit aufsteigender Gasführung in Betracht. Je nach den Betriebsverhältnissen wird im allgemeinen bei schwacher und häufig wechselnder Belastung der Dampfschleier ähnlich der Oberluft selbsttätig reguliert oder bei gleichmäßig stärker beanspruchtem Rost, besonders wenn die Beschickungen in kurzen Zeiträumen aufeinander erfolgen, dauernd unterhalten. Der Ort der Oberluftzufuhr ist oft weniger günstig als bei der Lokomotivfeuerung. Wenn die Schürplatte horizontal angeordnet, und die Lage der Rostebene zu den Öffnungen für den Oberluftzutritt²⁾ nicht genügend tief ist, so kann insbesondere beim Arbeiten mit etwas hoher Feuerschicht die Wirksamkeit der Oberluft infolge mangelhafter Mischung Einbuße erleiden. Es dürfte daher ratsam erscheinen, in solchen Fällen die Anordnung der Luftklappe entsprechend höher zu wählen, zumal bei den periodisch von Hand beschickten Planrostfeuerungen der Wasserrohrkessel gerade eine rechtzeitige, lebhafte Vermischung der Oberluft die am schwierigsten zu erfüllende Bedingung und daher von einschneidender Bedeutung ist für die Herbeiführung einer vollkommenen und rauchschwachen Verbrennung gasreicher Brennstoffe.

Über mehrere seitens des Oberschlesischen Überwachungsvereins in Kattowitz (im Versuchskesselhaus des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins) durchgeführte

¹⁾ Bei den umseitig noch erwähnten Versuchen an Schiffskesseln wurde ein Verbrauch von 2,2 bis 2,5 vH des erzeugten Dampfes festgestellt,

²⁾ An Schiffskesseln wird zur Oberluftzufuhr die Tür selbst benutzt, welche nach der bei Seeschiffen meist gebräuchlichen Art als nach innen aufschlagende Tür mit oberliegender, horizontaler Drehachse ausgebildet ist.

Versuchsreihen mit und ohne Marcotty-Einrichtung an einem Wasserrohr-Schiffskessel, System Schulz-Thornycroft von rd. 160 qm Heizfläche und 3,2 qm Rostfläche sowie an einem Zylinder-Schiffskessel (Zweiflammrohrkessel mit rückkehrenden Heizrohren) von 130 qm Heizfläche und 3,9 qm Rostfläche liegen Ergebnisse der Zahlentafel 7 vor, welche dem Jahresbericht 1906/07 des genannten Überwachungsvereins in der veröffentlichten Form entnommen sind:

Zahlentafel 7.

Kesselbauart		Zylinderkessel				Wasserrohrkessel			
Nr. des Versuches		Ia	Ib	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IVa	IVb
Ohne oder mit Marcotty-Apparat		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Kalorimetrischer Heizwert der Kohle WE		7182	7182	7235	7235	7586	7586	7244	7244
Kohlenverbrauch pro 1 qm Rostfläche und Stunde . kg		90	90	120	120	140	140	240	240
Pressung im Heizraum bzw. Zugstärke . . . mm WS		2,79	2,41	6,54	5,66	9,4	1,0	44,0	31,7
Rückstände	Schlacke vH	2,88	3,06	3,29	2,88	1,15	1,48	2,28	2,14
	Asche „	1,33	0,99	1,23	1,09	2,39	1,96	1,45	1,48
	Ruß und Flugasche „	0,41	0,39	0,51	0,51	0,53	0,43	0,89	0,80
	in Summa „	4,62	4,44	5,03	4,48	4,07	3,87	4,62	4,42
Zusammen- setzung der Heizgase am Kesselende	Kohlensäure „	13,05	13,29	13,03	12,98	7,5	9,1	8,4	10,3
	Kohlensäure + Sauerstoff . . . „	18,89	19,12	19,02	19,17	19,6	19,7	19,8	19,5
	Stickstoff „	81,11	80,88	80,98	80,83	80,4	80,3	80,2	80,5
Vielfaches der theoretischen Luftmenge		1,371	1,371	1,382	1,40	2,28	1,97	2,14	1,75
Temperatur der Heizgase	im Feuerraum (hinter der Feuer- brücke) ° C	901	897	925	902	1081	1240	1193	1262
	im Fuchs ° C	372	380	407	394	327	321	327	332
Verdampfung be- zogen auf Wasser von 0° C und Dampf von 100° C	pro 1 qm Heizfläche und Stunde kg	21,72	22,11	27,09	27,96	20,61	23,03	33,28	37,20
	pro 1 kg Kohle kg	8,08	8,23	7,57	7,82	7,39	8,27	6,96	7,79
Wärme- verteilung	Ausnutzung des Brennstoffes . vH	71,67	72,98	66,70	68,87	62,06	69,41	61,22	68,50
	Verlust in den Herdrückständen „	0,03	0,06	0,04	0,03	0,20	0,9	0,27	0,36
	Verlust in den abziehenden Gasen „	17,30	18,36	19,67	16,13	25,94	20,58	24,22	19,55
	Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung „	11,00	8,60	13,59	14,97	11,77	9,92	14,29	11,59
Mittlere Rauchstärke	nach dem Photometer . . .	162	106	159	108	131	109	131	110
	nach der Skala ¹⁾	b	c	b	c	b—c	c	b—c	c

¹⁾ c = kaum sichtbarer Rauch; b = mäßiger Rauch; a = dicker, schwarzer Rauch.

Brennstoff: Oberschlesische Würfelkohle. Versuchsdauer: 6 Stunden.

Am Zylinderkessel wirkte der Dampfschleier durch selbsttätiges An- und Abstellen nur über die Dauer der Oberluftzufuhr, ungefähr 1 $\frac{1}{2}$ –2 Minuten nach den jeweiligen Rostbeschickungen, welche in Zeiträumen von 5–7 Minuten stattfanden. Der Wasserrohrkessel wurde in der Weise mit Unterwind betrieben, daß im ganzen Kesselraum ein bestimmter Überdruck herrschte. Die Beschickung des ungeteilten Feuerraums erfolgte durch die beiden Türen abwechselnd in Pausen von nur 1 $\frac{1}{2}$ Minuten. Bei so kurzer Beschickungsdauer — die übrigens im praktischen Betrieb selbst bei nur vierstündiger Wache kaum durchführbar

ist — blieb der Dampfschleier natürlich dauernd in Tätigkeit. Von je zwei Vergleichsversuchen am Zylinder- und am Wasserrohrkessel sind nach halbminütlichen Aufzeichnungen auf Grund der Beobachtungen mit einem Photometer, System Schmidt & Haensch, Berlin, auf Tafel IV, Nr. 54—57, Rauchübersichten wiedergegeben, welche die Einwirkung der Marcotty-Einrichtung ohne weiteres erkennen lassen. Die Linie der vollkommenen Rauchfreiheit liegt bei 105 der Skala. Leider enthält der Bericht keine Angaben über den verfeuerten Brennstoff und dessen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen. Es darf aber wohl angenommen werden, daß es sich um oberschlesische Kohle handelte, die, auch nach der Rauchübersicht vom Versuch ohne Marcotty-Einrichtung am Zylinderkessel zu schließen, Neigung zu Rauchbildung hatte. Am Zylinderkessel wurde bei 90 kg Rostanstrengung und gleichbleibendem mäßigen Luftüberschuß durch die Marcotty-Einrichtung die Rauchentwicklung sehr weitgehend verringert, wobei die Ausnutzungsziffern in der Wärmebilanz eine kleine Erhöhung aufweisen, die indessen durch den bei den einzelnen Versuchen zu 2,2 bis 2,5 vH der erzeugten Dampfmenge ermittelten Dampfverbrauch der Düsen wieder aufgehoben wird.¹⁾ Auch für die Versuche am Wasserrohrkessel zeigt die Rauchübersicht einen nicht unerheblichen Rückgang der mittleren Rauchstärke, obwohl bei Anwendung der Marcotty-Einrichtung mit weniger hohem durchschnittlichen Luftüberschuß gearbeitet wurde. Die im Verhältnis zur erzielten Rauchverminderung groß ausgefallene Besserung der Ausnutzung ist denn auch vorwiegend auf vorteilhaftere Feuerführung zurückzuführen, indem sie sich zum größeren Teil durch eine Minderung des Abwärmeverlustes — nicht des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung — begründet, die wohl ohne Marcotty-Einrichtung gleichfalls hätte erreicht werden können. Der bei allen Versuchen am Wasserrohrkessel mehr oder weniger zu wünschen übrig lassende Kohlensäuregehalt der Abgase läßt darauf schließen, daß hier immerhin ein erheblicher Überschuß an Luft aufzuwenden war,²⁾ um die Rauchentwicklung innerhalb gewisser Grenzen zu halten. Eine weitgehendere Einschränkung des Luftüberschusses, insbesondere bei den Versuchen am gewöhnlichen Planrost, hätte einen kleineren Abwärmeverlust, aber gleichzeitig eine gewisse, wenn auch nur einen Teilbetrag jenes Gewinnes ausmachende Steigerung des Verlustes durch unvollkommene Verbrennung und des Rauches zur Folge gehabt.

Der Bericht des Oberschlesischen Überwachungsvereins schließt mit folgenden Worten:

„Durch die Versuche ist somit festgestellt, daß durch den Marcotty-Apparat eine wesentliche Rauchverminderung erzielt wird, und daß er unter Umständen gleichzeitig eine Erhöhung der Verdampfungsziffern bewirkt. Dabei ist der Apparat einfach in der Bedienung und leicht am Kessel anzubringen.“

Die von der Firma Gebr. Körting A.-G., Körtingsdorf bei Hannover, gebaute Rauchverhütungsvorrichtung für Lokomotiven und für ortsfeste Dampfkessel, System Staby, ist in Fig. 100 und 101 an einem Wasserrohrkessel dargestellt.³⁾

Sie besteht aus einem Steuerventil *a*, einem Dampfbehälter *b*, einem Dampfstrahlgebläse *c* mit Schalldämpfer *s*, den Winddüsen *d*, dem Verbindungsrohr *e*, einem Absperrventil *f* und den Rohrleitungen zur Verbindung dieser Teile. Die Einrichtung ist gebrauchsfertig, sobald das Absperrventil *f* ganz geöffnet ist, so daß der Kesseldampf durch die Leitung *g*

¹⁾ Die Wärmebilanzen der Zahlentafel weisen einige Unklarheiten auf, die zum Teil darauf zurückzuführen sein dürften, daß für je zwei Vergleichsversuche derselbe Kohlenheizwert angenommen wurde.

²⁾ Vergl. S. 80.

³⁾ Eine eingehende Beschreibung der Einrichtung findet sich in Dinglers Polytechnischem Journal 1902, S. 738.

bis vor das geschlossene Steuerventil *a* gelangt. Die Zufuhr der Oberluft und des Dampfstrahls wird bei jeder Beschickung selbsttätig angestellt, um sodann allmählich wieder außer Tätigkeit zu treten, und zwar ist ihre Arbeitsweise folgende: Beim Öffnen der Feuertür zur Beschickung des Rostes wird durch die an der Feuertürachse befestigte Kette der senkrechte Arm *h* des Winkelhebels am Steuerventil nach rechts in die äußerste Stellung gebracht und dieses damit ganz geöffnet. Der Kesseldampf gelangt durch das Rohr *i* nach dem Behälter *b* und ladet denselben, während der Durchgang nach der Leitung *k* zum Strahlgebläse *c* durch einen auf dem Ventilkörper sitzenden Bund geschlossen bleibt; sobald nach beendigtem Einfeuern die Feuertür wieder geschlossen wird, schließt sich auch wieder das Steuerventil durch Gewicht und Feder. Der in dem Behälter *b* aufgespeicherte Dampf

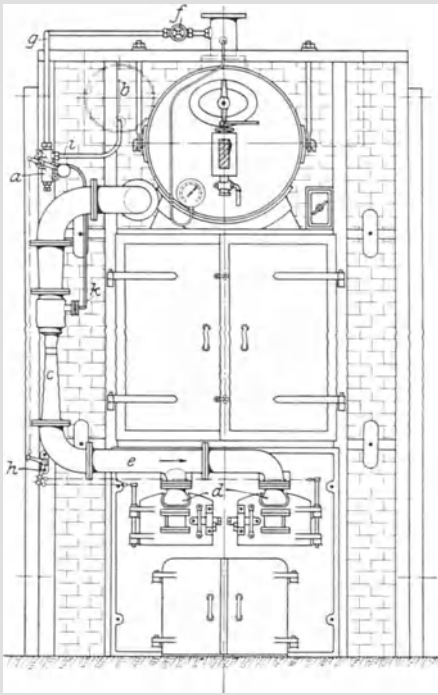


Fig. 100.

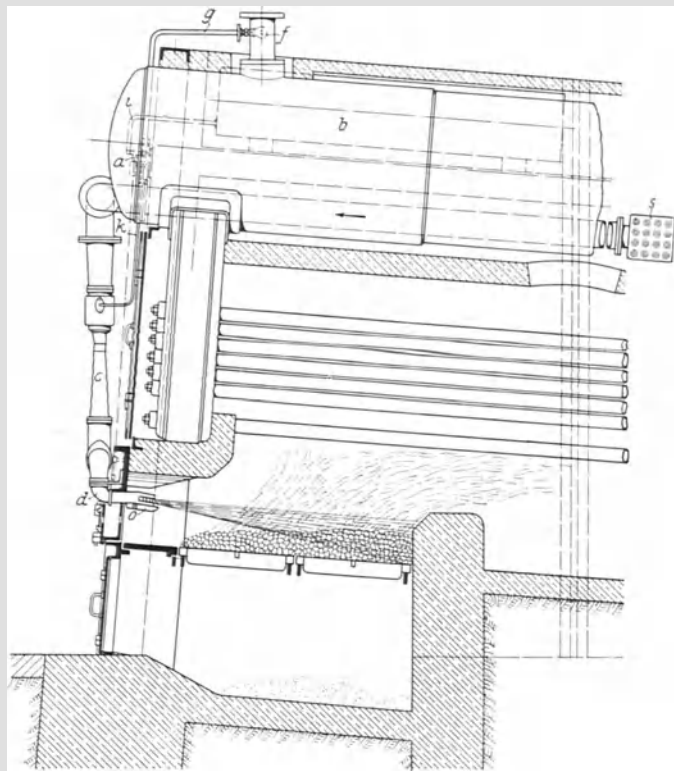


Fig. 101.

Einrichtung von Staby.

gelangt durch die Rohre *i* und *k* nach dem Strahlgebläse *c*, setzt dasselbe in Tätigkeit und bläst durch die Winddüsen *d* die angesaugte Luft mit großer Geschwindigkeit in breitem, dünnem Strahle über die Brennstoffschicht.

Mit der Abnahme des Druckes im Dampfbehälter nimmt gleichzeitig auch die Menge der eingeblasenen Luft langsam ab, bis nach einer bestimmten Zeit der Dampf völlig verbraucht ist, und damit die Tätigkeit des Gebläses von selbst aufhört. Am Ende der Blaseperiode wird das Gebläse selbsttätig abgeschlossen, damit durch den natürlichen Zug des Kessels keine überschüssige Luft angesaugt wird. Das im Dampfbehälter anfangs sich bildende Kondenswasser wird durch ein besonderes Ventil selbsttätig abgeleitet.

Um eine Abkühlung des Dampfbehälters zu verhindern und eine Vorwärmung der Oberluft zu erreichen, kann in geeigneten Fällen sowohl der Dampfbehälter in entsprechender schlanker

Form, wie auch die Saug-Windleitung innerhalb der Kesseleinmauerung Platz finden (wie z. B. in Fig. 100 und 101).

Bei nachträglichem Einbau können vorhandene Feuertüren beibehalten werden. Sind diese genügend groß, so sind nur oben Aussparungen für die Winddüsen vorzusehen, andernfalls werden letztere durch das Geschränke und das Mauerwerk geführt. Bei größeren Kesseln und Verwendung gasreicher stark rauchender Brennstoffe muß für jede Feuertür ein besonderer Apparat angebracht werden, während sonst ein gemeinsamer Apparat für zwei Feuertüren genügt, wobei die Windleitung nach den beiden Feuern verzweigt wird.

Das vom Dampfstrahlgebläse verursachte Geräusch ist bei Durchführung der Oberluft durch die Kesselwandungen und Anwendung geeigneter Schalldämpfer wenig wahrnehmbar.

Durch entsprechende Bemessung des Querschnittes des vom Steuerventil nach dem Dampfbläser führenden Rohres i soll bezweckt werden, daß eine Füllung des Behälters auf volle Kesselspannung dann erfolgt, wenn die Feuertür und das damit gekuppelte Steuerventil über eine Zeitdauer geöffnet bleibt, die zur normalen Beschickung des Rostes gewöhnlich erforderlich sei. Ist die Zeit des Offenhaltens der Tür eine kürzere (beispielsweise beim Nachfeuern einer geringen Brennstoffmenge), so wird im Hilfsbehälter weniger hohe Spannung erreicht, die Dauer der Entladung und die Tätigkeit des Gebläses ist eine kürzere und die Leistung des letzteren eine geringere.

Die Angabe, daß auf diese Weise die eingeblasene Oberluftmenge der nachgefeuerten Brennstoffmenge entsprechend selbsttätig geregelt werde und eine Anpassung der ersteren an den wechselnden Bedarf stattefinde, dürfte nicht immer ganz zutreffen. Selbst wenn man annimmt, die Beschickungen erfolgen ganz regelmäßig mit bestimmten Kohlenmengen, so kann doch die Zeitdauer für jede solche Beschickung verschieden sein. Vor allem trägt aber die Einrichtung Verschiedenheiten im Gehalt an flüchtigen Bestandteilen der Brennstoffe und in der Geschwindigkeit der Entgasung keine Rechnung. Immerhin wird bei Berücksichtigung durchschnittlicher Verhältnisse und bei verständiger Bedienung die Einrichtung gestatten, eine wesentliche Einschränkung des Rauches unter Wahrung zufriedenstellender Ausnutzungsverhältnisse herbeizuführen, da durch gesteigerte Oberluftzufuhr während der Entgasung und durch Förderung der Vermischung von Luft und Gasen den sonst herrschenden Bedingungen für unvollkommene Verbrennung entgegengetreten wird.

In ganz ähnlicher Weise wird die Vorrichtung auch bei Lokomotiven ausgeführt. Die Unterschiede bestehen zur Hauptsache darin, daß der Dampfbehälter als Dom, gut isoliert, auf dem Kessel angebracht, die Oberluft vor dem Aschfall entnommen und das Steuerventil beim Schließen des Regulators so weit geöffnet wird, daß Frischdampf sowohl zum Strahlgebläse wie auch zum Dampfbehälter gelangt. Das Strahlgebläse hat den Zweck, dem Feuer die erforderliche Verbrennungsluft zuzuführen, auch wenn das Blasrohr der Maschine z. B. beim Ausfahren aus Bahnhöfen nicht voll im Betrieb, oder aber, wie beim Einfahren in Bahnhöfe und bei Talfahrten, gänzlich außer Tätigkeit ist.

Der Dampfverbrauch während der Fahrt wird zu 0,5 kg (= einer Dampfbehälterfüllung) für jede Beschickung, derjenige während des Aufenthalts auf Stationen als vernachlässigbar angegeben mit der Begründung, daß in diesem Falle gewöhnlich Dampfüberschuß vorhanden ist, der teilweise durch die Sicherheitsventile abgeblasen wird.

Der Verbrennungsregler Bauart Mederer, ausgeführt von der Firma Mederer & Gärtner, Wiesbaden, ist in seiner nunmehr vereinfachten und verbesserten Form durch Fig. 102—105 veranschaulicht.

Derselbe besteht im wesentlichen aus einem Dampfzylinder c , in dem sich zur Aus-

übung der selbsttätigen Wirkungen ein Differentialkolben k bewegt, ferner aus einem als Hemmwerk dienenden Ölkatarakt b , der mit verschließbaren Luftkanälen versehenen Feuertür, sowie den Luft- und Dampfstrahldüsen a und d . Der Regler wird so angebracht, daß seine Mitte die Drehaxe für die Feuertür bildet; mit dieser ist die Haube s durch den Dreharm l verbunden. Unter dem Differentialkolben befindet sich stets Dampf, der durch die Zuströmungsöffnung 1 vom Kessel zugeleitet wird. In der Wand des Dampfzylinders sind die Bohrungen 2 und 3, von welchen die erstere nach der oberen Düse d , die Bohrung 3 zum Ventil y und von da nach den beiden Seitendüsen a führt. In der in Fig. 104 gezeichneten Stellung ist die Vorrichtung außer Tätigkeit, wie es dem Zustand bei durchgebranntem Feuer, nach der Entgasung entspricht, wenn die Zuführung der Verbrennungsluft lediglich durch den Rost stattfindet. Durch das Öffnen der Feuertür dreht sich die

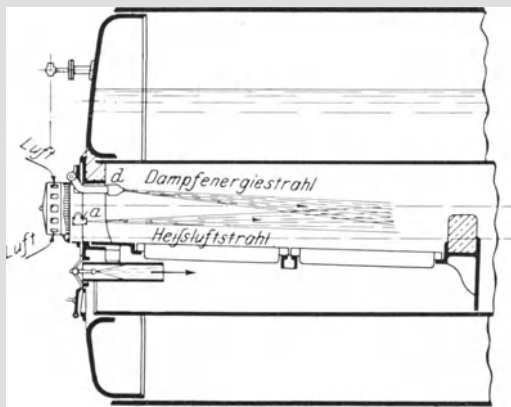


Fig. 102.

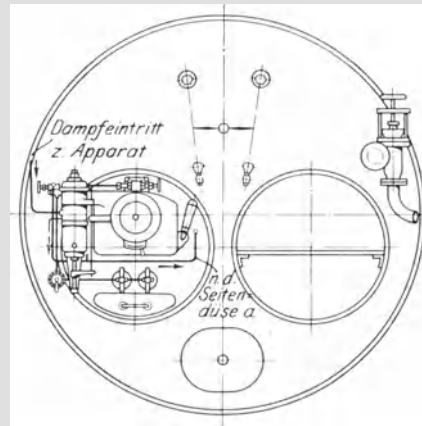


Fig. 103.

Einrichtung von Mederer.

Haube s mit dem Dreiweghahn v so weit, daß die obere Zylinderhälfte, welche bei geschlossener Feuertür durch den Kanal 4 mit der Frischdampfleitung verbunden war, jetzt von dieser abgeschlossen und gleichzeitig durch Kanal 5 mit der Atmosphäre in Verbindung gebracht wird. Der über dem Kolben befindliche Dampf pufft aus und es bewegt sich der Differentialkolben durch ständig unter ihm befindlichen Dampf nach oben. Die Bohrungen 3 und 2 werden dadurch nacheinander freigegeben. Der aufsteigende Ölkolben saugt gleichzeitig durch Ventil r Öl in den Bremszylinder b . Die Aufwärtsbewegung bewirkt auch das Heben des Gestänges g , so daß durch den Mitnehmer m der innere Ringschieber 15 der auf der Feuertür sitzenden Trommel bewegt und die Lufteströmkanäle geöffnet werden.

Während der durch Bohrung 2 aus dem Zylinder austretende Dampf schon bei geöffneter Tür in die obere Düse d gelangt, kann der aus Bohrung 3 austretende Dampf für die Seitendüsen a erst dann zur Wirkung kommen, wenn bei der schließenden Bewegung der Tür der an der Haube s sitzende Anschlag n gegen die Ventilspindel 14 drückt. Mit dem Schließen der Feuertür wird die Haube s wieder zurückgedreht und der Dreiweghahn v sperrt die Auspuffleitung 5 ab. Er läßt dagegen durch den Kanal 4 von Öffnung 1 her Frischdampf über den Kolben treten, der nunmehr als Differentialkolben wirkt und sich selbsttätig abwärts bewegt, um den Luftschieber an der Feuertür, sowie die Dampfstrahldüsen zu allmählichem Abschluß zu bringen mit der Geschwindigkeit, die der entgenwirkende Katarakt zuläßt. Je nach Bedarf wird diese Ablaufdauer mittels des Ventils r geregelt. Die Düsen haben während dieser Zeit (der Entgasung) für vermehrte Zufuhr der an den Rippen

der Feuertür vorgewärmten Oberluft und für lebhaftere Mischung der letzteren mit den vom Rost aufsteigenden unverbrannten Gasen zu sorgen. Außer der Regelbarkeit der Zeitdauer der gemeinsamen Dampfstrahl- und Oberluftzuführung ist auch eine, den jeweiligen Betriebsverhältnissen

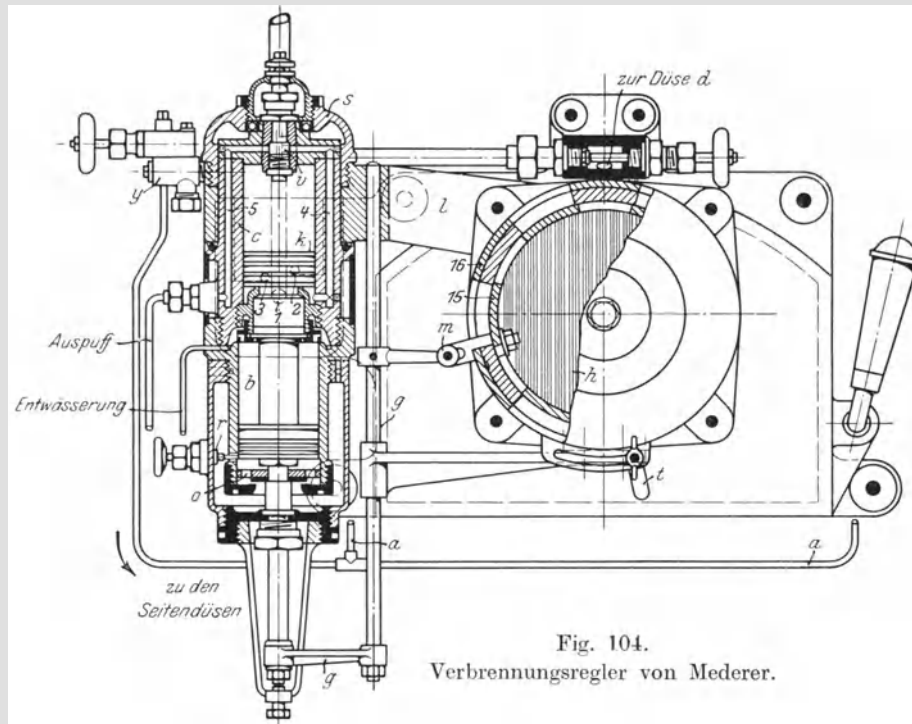


Fig. 104.
Verbrennungsregler von Mederer.

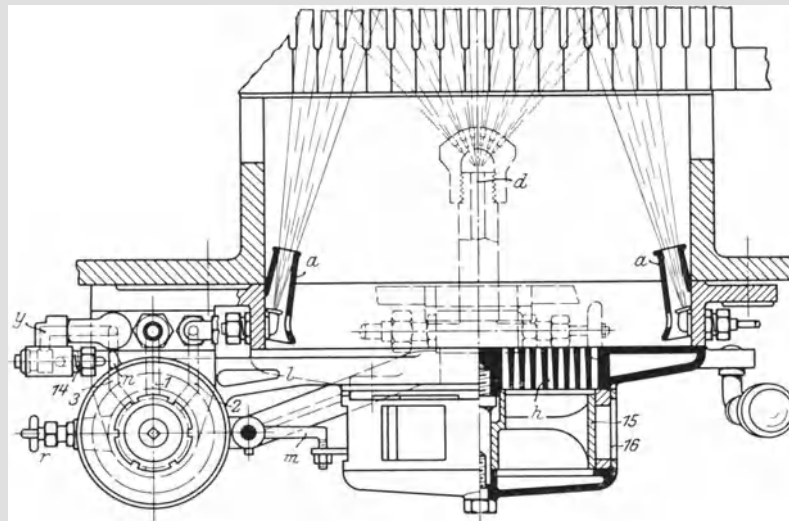


Fig. 105.
Verbrennungsregler von Mederer.

entsprechende Veränderlichkeit der Luftmenge bzw. des anfänglichen Einströmungsquerschnittes durch Einstellung des äußeren Luftschiebers 16 mittels des Griffes *t* vorgesehen.

Wenn ungenügender Schornsteinzug vorhanden ist, so wird zuweilen in Verbindung mit dem Verbrennungsregler das in Fig. 102 und 103 gezeichnete, durch letzteren mitbetätigte Unterwindgebläse¹⁾ angewandt.

¹⁾ Derartige Einrichtungen sind im nächsten Abschnitt J eingehender behandelt.

Über den Dampfverbrauch der Einrichtung liegen keine genauen Angaben vor. Derselbe wird für die Düsen zur Rauchverhütung einige vH des erzeugten Dampfes nicht übersteigen. Dagegen wird der Verbrauch des Unterwindgebläses in den hierfür in Frage kommenden Fällen eine erheblichere wirtschaftliche Bedeutung erlangen, wie dies im folgenden Abschnitt J noch näher auszuführen ist; auch ist das Geräusch, welches solche Gebläse zu verursachen pflegen, keineswegs eine Annehmlichkeit für das Kesselhaus.

Zum Ölkatarakt gilt das bereits auf S. 84 Erwähnte. Ein gewisser Mangel besteht darin, daß sich durch den Einfluß schwankender Temperatur auf die Sperrflüssigkeit die nach dem Bedarf eingestellte Ablaufzeit willkürlich etwas verändern kann.

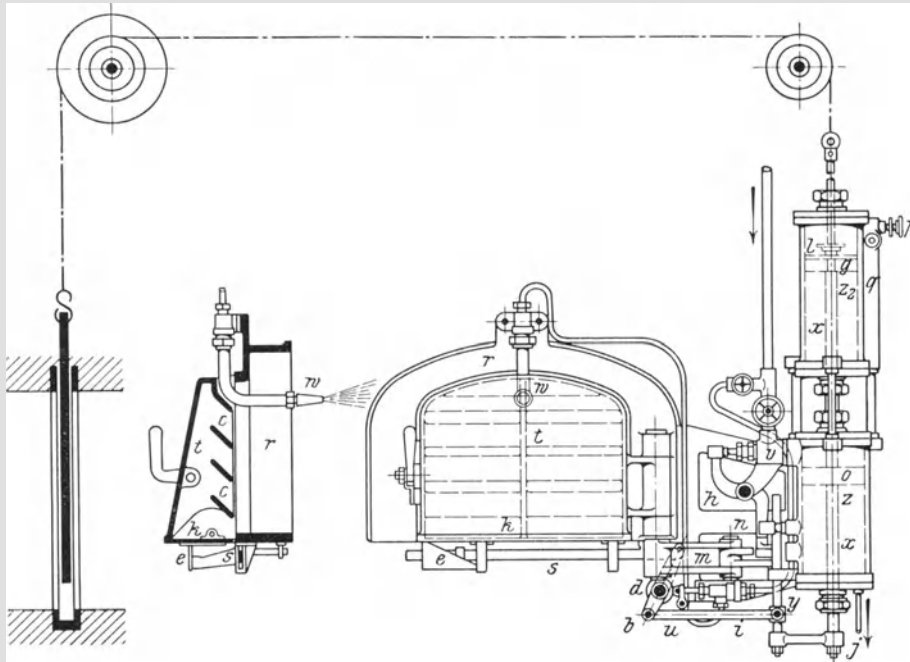


Fig. 106 und 107.
Einrichtung von Ganz & Co.

Eine weitere Einrichtung ähnlicher Art ist diejenige von Ganz & Co., Wien. Sie ist in Fig. 106 und 107 in Verbindung mit einem Zugregler gezeichnet, wie es der meist gewählten Ausführung entspricht. Zuweilen wird indessen der Regler auch fortgelassen oder als besonderer Apparat für sich angewandt (s. Abschnitt II C, S. 60 u. ff.). Die Arbeitsweise ist kurz gesagt folgende: Nach dem Bearbeiten des Feuers öffnet sich durch das Schließen der Tür das Ventil v , und der in den Zylinder z eintretende Dampf drückt den Kolben o nach abwärts. Die mit der Kolbenstange verbundene Hebelübersetzung vermittelt die selbsttätige Öffnung der Klappe k für den Zutritt der Oberluft, zur Vorwärmung der letzteren sind in der Feuertür die Rippen c angebracht, der Dampfstrahl w kann der frühzeitigen und kräftigen Mischung von Luft und Gasen förderlich sein.

Soll in der von Ganz & Co. bevorzugten Weise gleichzeitig eine selbsttätige Zugregelung stattfinden, so wird mittels der durch den Ölzylinder z_2 durchgehenden Kolbenstange h der Zugschieber jedesmal nach der Beschickung des Rostes hochgezogen. Das allmähliche Herabsinken des Schiebers ist durch die Stellschraube p am Ölkatarakt regelbar.

Über den Dampfverbrauch der Düsen liegen Versuchsergebnisse an großen Kesseln vor, welche 1 vH des erzeugten Dampfes feststellten. An kleinen Kesseln wird sich jedoch der prozentuale Verbrauch höher ergeben.

Auch diese Einrichtung gestattet bei richtiger Anwendung in geeigneten Fällen (s. S. 92) eine wesentliche Minderung des Rauches bei gleichzeitiger Geringhaltung des Luftüberschusses bzw. des Abwärmeverlustes.

Als ein besonderer Vorzug der Einrichtung, welche in Österreich ziemliche Verbreitung gefunden hat, wird der Vereinigung der Oberluft-Dampfstrahlzufuhr zur Rauchverhütung und der Schieberregulierung, die zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit diene, angegeben. In dieser Hinsicht mag indessen auf S. 85 sowie S. 61 verwiesen sein.

In Fig. 108 bis 110 ist die von Müller & Korte, Pankow-Berlin, gebaute Einrichtung für eine Flammrohr-Innenfeuerung abgebildet. Die gehäuseartig geformte Feuertür ist vorn mit Schlitzfenstern versehen, deren Verschlussschieber durch einen Automat selbsttätig geregelt werden. Durch eine oberhalb der Tür angeordnete Düse wird über die Dauer der Oberluftzufuhr zur Erzielung besserer Mischung ein Dampfstrahl über die Brennstoffschicht geblasen. Beim Aufmachen der Feuertür findet eine Auslösung des Kataraktes statt, und dieser gibt durch Anheben der Schieber die Öffnungen in der Tür für den Oberluftzutritt frei. Wird die Feuertür wieder geschlossen, so öffnet der für die Aus-

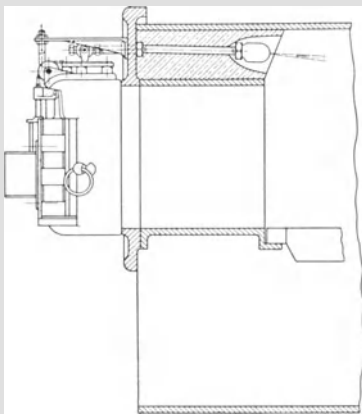


Fig. 108.

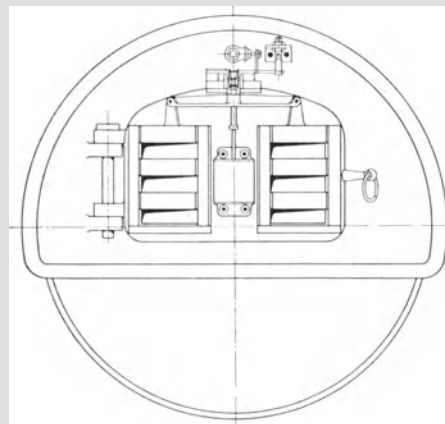


Fig. 109.

lösung des Kataraktes dienende Hebel das Ventil für den Dampfstrahl. Entsprechend dem Verlauf der Entgasung kann die Zeitdauer des allmählichen Abschlusses der Luftschieber mittels des Kataraktes eingestellt werden. Der mit dem Ablauf des letzteren nach vorn ausschlagende Hebel sperrt auch das Dampfventil selbsttätig wieder ab. Zwecks Vorwärmung der Oberluft im Hohlraum der Feuertür ist dort eine durchbrochene Zwischenwand stumpfwinklig angeordnet.

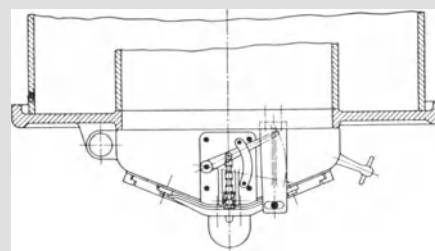


Fig. 110.

Einrichtung von Müller & Korte.

Die ganze Vorrichtung gestaltet sich verhältnismäßig einfach. Ihre zufriedenstellende Wirksamkeit in bezug auf wirtschaftliche Rauchverhütung wird in erster Linie von der richtigen Bemessung der Luftquerschnitte und einer dauernd sicheren Arbeitsweise des Reglers abhängig sein. Die Anwendung des Dampfstrahls ist nur für Feuerungen mit kurz begrenztem Verbrennungsraum erforderlich, an Flammrohr-Innenfeuerungen wird sie dagegen der Einfachheit halber mit Vorteil entbehrt; in diesem Fall ist ihr hinsichtlich der Verbrennung kein wesentlicher Nutzen zuzuschreiben, vielmehr ist der aufzuwendende und zu überhitzende Dampf als Wärmeverlust in Rechnung zu stellen.

Die Firma Spezialwerk Thostscher Feueranlagen vorm. Otto Thost G. m. b. H., Zwickau, bringt mit ihrer auf S. 74 beschriebenen Heißluft-Feuerbrücke ein Regelwerk für die Luftklappe, sowie einen von Hand verstellbaren Dampfstrahl in der aus Fig. 111 und 112 ersichtlichen Weise in Verbindung. Die Anordnung des Regelwerks unterhalb der Schür-

platte, wo es großer Wärmeeinwirkung ausgesetzt ist, fällt zunächst als ungünstig auf. Bei Verfeuerung gasreicher Brennstoffe ist die Luftmenge, welche durch die Feuerbrücke zuströmen kann, während der hauptsächlichlichen Entgasung durchaus unzureichend;¹⁾ auch die kleinen Öffnungen über der Feuertür für dauernde Oberluftzufuhr von vorn können selbst bei Aufwand eines starken Dampfstrahles, welcher die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft erhöht, eine hinreichende Anpassung der Luftzufuhr an den wechselnden Bedarf nicht

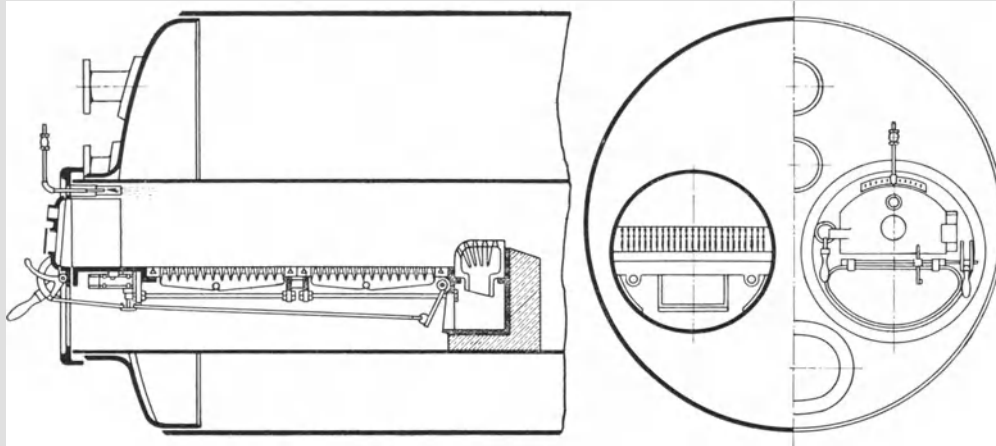


Fig. 111 und 112.
Einrichtung von Thost.

ermöglichen. Wo eine besondere Einrichtung für Rauchverhütung als erforderlich erscheint, wird die vorliegende Anordnung diesen Zweck nur in sehr ungenügendem Maße erfüllen, wenn nicht durch die Art der Feuerbedienung (unvollständige Rostbedeckung) ihre Wirkung ergänzt und die Brennstoffausnutzung beeinträchtigt wird.²⁾ Wie im vorigen Fall, so bedeutet auch hier der Dampfverbrauch des Gebläses an Flammrohr-Innenfeuerungen einen Verlust, dem kein entsprechender Vorteil gegenübersteht.

An weiteren hierher gehörigen Vorrichtungen seien noch diejenigen von E. Buchholtz, D. R. P. Nr. 81476, von Hollrieder und von Orvis genannt. Die beiden letzteren haben in Bayern³⁾ bzw. in Frankreich einige Verbreitung gefunden.

Über das Anwendungsgebiet der in diesem Abschnitt besprochenen Einrichtungen läßt sich sagen, daß für den Planrost an Flammrohr- und dergleichen Feuerungen mit den unter II G, S. 69 u. ff. behandelten Vorrichtungen der verfolgte Zweck auf einfacherem und billigerem Wege zu erreichen ist. Dagegen vermag die Verwendung des Dampfstrahls in bezug auf wirtschaftliche Rauchverhütung da Vorteile zu bieten, wo eine besonders rasche Herbeiführung kräftiger Vermischung zeitweilig zugeführter Oberluft mit den vom Rost aufsteigenden brennbaren Gasen erzwungen werden muß, wie dies bei den wiederholt angezogenen Wasserrohr-, sowie Lokomotiv- und Schiffskesseln zutrifft.

¹⁾ S. auch S. 74.

²⁾ Dieselbe Firma rüstet auch ihre Thost-Cario-Feuerung (S. 55) mit einem von Hand zu regulierenden Dampfstrahlgebläse aus, ohne daß jedoch ein großer Nutzen hiervon erwartet werden dürfte.

³⁾ Eine Beschreibung der Einrichtung von Hollrieder sowie eine Zusammenstellung von Versuchsergebnissen, welche an einem damit ausgerüsteten Münchener Stufenrost (s. S. 144) erzielt wurden, finden sich in der Zeitschrift des Bayerischen Dampfkessel-Revisions-Vereins 1897 S. 80 u. f.

J. Unterwind-Feuerungen.

Die Anwendung von verstärkter Zuführung der Verbrennungsluft unter den Rost mit mechanischen Mitteln ergab sich aus dem Bestreben, mit schwer entzündlichen oder mit geringwertigen Brennstoffen von feinkörniger und staubförmiger Beschaffenheit wie Gries- oder Schlammkohle, Anthrazit oder Koksgries und dergleichen den durchschnittlichen Betriebsbedürfnissen gerecht werden zu können. Auch da, wo aus baulichen Rücksichten der Beschaffung eines genügenden natürlichen Schornsteinzuges besondere Hindernisse im Wege stehen, kann in der Unterwind-Feuerung ein brauchbares Hilfsmittel zu erblicken sein.¹⁾ So erfordert bei Schiffskesseln die Eigenart des Betriebes meist, daß mit größeren Rostbeanspruchungen (bis 250 kg hochwertige Steinkohle in der Stunde auf 1 qm Rostfläche) gearbeitet wird, als es mit der Zugwirkung von Schornsteinen möglich wäre. Hierbei wird vielfach die verhältnismäßig hoch sich ergebende Temperatur der Abgase zur Vorwärmung der Verbrennungsluft benutzt.²⁾

Die obengenannten Brennstoffe lassen sich zwar auf einem Planrost gewöhnlicher Art auch verbrennen, aber sie bedingen im allgemeinen eine ziemliche Beschränkung der erreichbaren Dampfleistung; einerseits machen sie eine stärkere Anfachung erforderlich, andererseits führt aber namentlich das Bestreben, großem Durchfall von Kohlenstückchen zu begegnen, zu einer erheblichen Verringerung der freien Rostfläche, bzw. Verengung der Spaltweite. Dazu gesellt sich häufig ungünstige Schlackenbildung, großer Rückständegehalt, ein niedriger Heizwert des Brennstoffs, so daß von demselben für eine bestimmte Wärmeerzeugung bzw. Dampfleistung verhältnismäßig große Mengen verbrannt werden müssen; in diesen Fällen reicht dann oft die Zugwirkung des Schornsteins zur Erzielung der verlangten Brenngeschwindigkeit nicht aus.

Durch das Vorhandensein eines Unterwindgebläses ist eine grundsätzliche Verschiedenheit von der gewöhnlichen Planrost-Feuerung nicht geschaffen. Es wird nur der durch den Schornstein erzeugte Druckunterschied zwischen beiden Seiten des Rostes erhöht. Der Verbrennungsvorgang wird jedoch keineswegs günstiger, es sind also auch dieselben Verlustquellen und dieselben Ursachen zur Rauchentwicklung, oft sogar in verstärktem Maße vorhanden. Der Rauch kann hier wie dort nur mit Hilfe von Nebeneinrichtungen, oder in gewissem Grade durch besondere, sorgfältige Bedienungsweise vermindert werden, sofern die Verbrennung gleichzeitig wirtschaftlich mit geringem Luftüberschuß erfolgen soll. Die Beschleunigung der Entgasung durch das Gebläse ruft leicht eine Zunahme der Verluste durch unvollkommene Verbrennung und der Rauchentwicklung hervor. Im Falle die Gebläseluft vorgewärmt wird mittels sonst ungenutzt abziehender Wärme, erfährt der Abwärmeverlust eine Verringerung.

Die Vorteile beim Arbeiten mit Gebläse können folgendermaßen kurz zusammengefaßt werden: Erreichung größerer Beanspruchung, auch mit Brennstoffen, deren Verhalten in der gewöhnlichen Planrostfeuerung hierfür besonders hinderlich ist, Minderung des Nachsaugens

¹⁾ In diesem Fall kann sich auch die Anordnung von Saugzug (Anordnung eines Sauggebläses am Ende des Kessels bzw. im Fuchs) zweckdienlich erweisen.

²⁾ Sehr verbreitet ist zu diesem Zweck die Unterwind-Feuerung von Howden („Howdens forced draught“ S. 113). Die Druckluftleitung durchdringt auf ihrem Weg vom Ventilator zum Rost den Schornsteinhals und ist innerhalb des letzteren als Rohrsystem ausgebildet. Häufig, insbesondere auf Kriegsschiffen verstärkt man den Luftzutritt durch den Rost in der Weise, daß bei offen gehaltenem Aschfall im ganzen (dicht verschlossenen) Heizraum ein Überdruck durch Einblasen von Luft erzeugt wird.

von Luft durch das Mauerwerk, infolge des in den Zügen herrschenden geringeren Unterdrucks, bzw. Überdrucks, ferner die Möglichkeit einer weitgehenderen Ausnutzung der Abgase zur Verbrennungsluft- oder Speisewasservorwärmung ohne Beeinträchtigung der erreichbaren Brenngeschwindigkeit.

Diese Vorteile dürften indessen beim Landkesselbetrieb, abgesehen von einer möglichen Vermehrung des Rauches und der unverbrannt abziehenden Gase, in den meisten Fällen durch die Nachteile aufgehoben werden. Die Nutzleistung der Feuerung vermindert sich um den Dampf- oder Kraftverbrauch des Gebläses,¹⁾ sowie um die der Ausnutzung entzogenen Kohlenteilchen, welche bei manchen Brennstoffsorten in erheblicher Menge unverbrannt in die Züge, ja selbst durch den Schornstein mitgerissen²⁾ werden, nebenbei die Umgebung belästigend und ein häufigeres Reinigen der Züge erfordernd. Dazu kommen noch die Unannehmlichkeiten, daß manche Gebläse ein starkes Geräusch verursachen; im Falle Überdruck in den Zügen herrscht, können auch die durch nicht ganz dicht gehaltenes Mauerwerk austretenden Gase die Kesselhausluft verschlechtern.

Berücksichtigt man noch die Anlagekosten für das Gebläse, so muß seine Anordnung überall dort als unnütz oder verfehlt bezeichnet werden, wo geringwertige oder magere Brennstoffe nicht in genügender Menge preiswürdig zu Gebote stehen und wo ein ausreichender Schornsteinzug vorhanden ist oder doch ohne große Schwierigkeit beschafft werden kann. Immerhin darf, wie schon oben erwähnt, nicht vergessen werden, daß durch die Einführung von Unterwindgebläsen die Verwertung einer ganzen Anzahl bis dahin unbenutzter Brennstoffe ermöglicht worden ist, die allerdings heute zum Teil auch zur Herstellung von Preßkohlen nützliche Verwertung finden.

Je nach der Art der Luftzuführung und Verteilung lassen sich die Unterwindfeuerungen nach zwei Gesichtspunkten unterscheiden. Im einen Fall wird in dem dicht verschlossenen Ascheraum unter dem Rost ein Überdruck erzeugt,³⁾ und die eingeblasene Luft tritt infolgedessen, sich durch die Rostspalten verteilend, mit erhöhter Geschwindigkeit in die Brennschicht. Im zweiten Fall wird bei offenem Ascheraum die vom Schornstein bewirkte Luftströmung durch den Rost beibehalten und außerdem mit einem gewissen Druck durch hohle Roststäbe oder durch Rohre, die dicht unter dem Rost gelagert und nach oben mit entsprechenden Löchern versehen sind, zusätzlich Luft in die Brennstoffschicht geblasen. Die letztere Anordnung kann demnach einen Schornstein nicht ersetzen, sondern nur bei vorhandenem Zug und bestimmten Brennstoffsorten die Brenngeschwindigkeit erhöhen oder die Schlackenbildung günstiger gestalten. Die Leistung des Gebläses wird dadurch beschränkt, daß die Luft durch den Aschfall nach außen zurücktritt, sobald die Widerstände für die Bewegung der Gase zu groß werden.

Bei beiden Arten erfolgt im allgemeinen die künstliche Luftzufuhr⁴⁾ entweder mittels Ventilators oder Dampfstrahls, auch ein Wasserstrahl mit hohem Druck und Zerstäubung fand schon Verwendung. Die Wahl der Betriebsart hängt namentlich von den örtlichen Verhältnissen und von den Eigenschaften des zu verheizenden Brennstoffs ab. Die Verwendung eines Dampfstrahls verhütet ungünstige Schlackenbildung und hält den Rost kühl. Die

¹⁾ Der Verbrauch von Dampf-Gebläseanlagen ist bei Versuchen wiederholt zu 10 vH und mehr des erzeugten Dampfes festgestellt worden. (Vergl. S. 110.)

²⁾ S. S. 111.

³⁾ Auf Schiffen wird auch der ganze Heizraum unter Druck gesetzt (s. S. 105, Fußbemerkung 2).

⁴⁾ So genannt im Gegensatz zum natürlichen Schornsteinzug. Auch die Bezeichnung „künstlicher Zug“ ist gebräuchlich.

Preßluffterzeugung mittels Ventilators setzt das Vorhandensein einer Transmission oder eines besonderen Motors voraus. Der Kraftaufwand für den Ventilatorbetrieb stellt sich meist erheblich billiger als Dampfgebläse; seine Wirkung ist weniger beschränkt, aber bei der Trockenheit der zugeführten Luft ist der günstige Einfluß auf die Art der Schlackenbildung geringer und die Haltbarkeit des Rostes läßt unter Umständen zu wünschen übrig. Dieser Nachteil wird durch Beimischung von Wasserstaub zu der Gebläseluft zu umgehen versucht. Der Rost kann sich bei der Unterwind-Feuerung entweder in der gewöhnlichen Weise aus einzelnen Stäben zusammensetzen, oder aus einer Anzahl breiter ca. 30 mm starker Platten, welche mit zahlreichen kleinen, nach unten düsenförmig sich erweiternden Löchern (oben 3—7 mm, unten 20—25 mm Durchmesser) versehen sind. Bei den Stäben wird die Spaltweite von der gewöhnlichen bis auf 2 oder 3 mm (für Grieskohle etc.) verringert; zuweilen bilden die einzelnen Roststäbe fast gar keine Spalten, dagegen kleine nach unten erweiterte Öffnungen ähnlich denjenigen in den Platten. Die freie Rostfläche beträgt hierbei immer nur einen sehr kleinen Teil der Gesamtfläche, wodurch naturgemäß an das Gebläse erhöhte Anforderungen gestellt werden, sofern es sich nicht um geringe Brenngeschwindigkeit handelt.

In sehr einfacher Weise wird bei Feuerungen mit geschlossenem Aschfall die Preßluft zuweilen mittels Dampfstrahls nach Fig. 113 und 114 erzeugt. In der vorderen Verschlusstür sind Trichter mit nach innen ragendem Verteilungsrohr angebracht, in deren Mitte durch eine Düse ein Dampfstrahl bläst, welcher die Luft durch den offenen Trichter mitreißt.

Mit einer derartigen Vorrichtung soll sich beispielsweise bei der Thostschen Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung feuchte Preßluft von ca. 12—25 mm WS Überdruck bilden. Diese Gebläse verursachen im allgemeinen ein lästiges Geräusch und ihr Dampfverbrauch pflegt ein recht beträchtlicher zu sein.

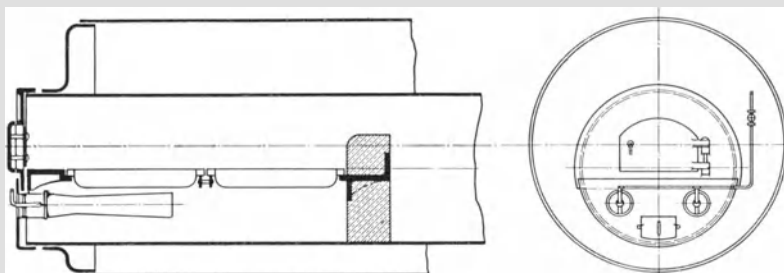


Fig. 113 und 114.

Einfache Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung.

Mit einer derartigen Vorrichtung soll sich beispielsweise bei der Thostschen Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung feuchte Preßluft von ca. 12—25 mm WS Überdruck bilden. Diese Gebläse verursachen im allgemeinen ein lästiges Geräusch und ihr Dampfverbrauch pflegt ein recht beträchtlicher zu sein.

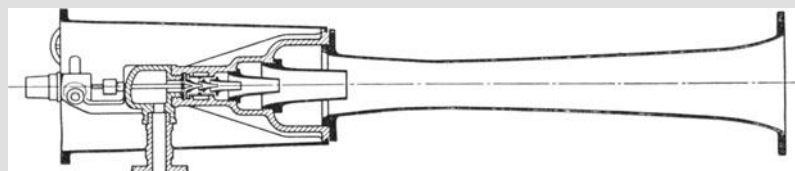


Fig. 115. Körtingsche Düse.

Eine günstigere Arbeitsweise der Dampfstrahl-Unterwindgebläse wird durch sorgfältige Ausbildung des Düsensystems erzielt, wie Fig. 115 und 116 in der von Gebr. Körting A.-G., Körtingsdorf bei Hannover, vielfach mit gutem Erfolg ausgeführten Weise zeigen. Das Gebläse kann aber nicht mehr im Aschfall untergebracht, sondern es muß außerhalb, neben oder unter der Feuerung aufgestellt werden. Besondere Rücksicht ist darauf zu nehmen, daß die an den Ascheraum angeschlossenen Rohre für die Bedienung der Feuer nicht übermäßig hinderlich sind.

Auch die Firma Müller & Korte, Pankow-Berlin, baut derartige Anlagen, welche nach Fig. 117 und 118 mit geschlossenem Aschfall und einem geringen Überdruck unter dem Rost arbeiten, um die Leistungsfähigkeit mit geringwertigen Brennstoffen möglichst zu erhöhen.

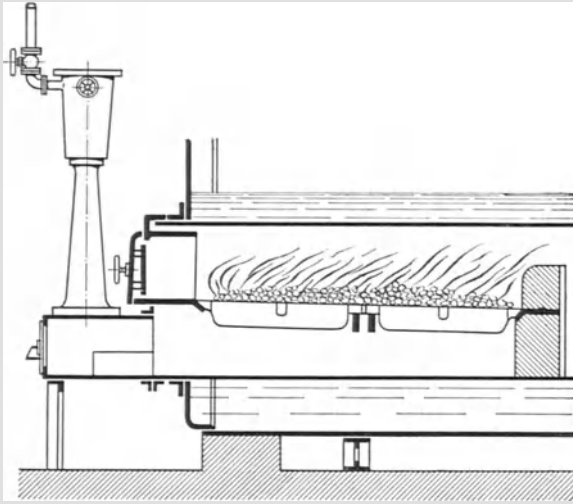


Fig. 116.

Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung von Körting.

in angemessener Weise zu verteilen. Die Rostbahnplatten bilden den oberen Abschluß eines Windkastens, welchem mittels Dampfstrahlgebläses die Luft in der aus den Figuren ersichtlichen Weise zugeführt wird. Ein Ventil gestattet die Regelung der Zufuhr; der Überdruck im Windkasten soll etwa bis 30 mm WS betragen. Über die Haltbarkeit der Platten liegen

Eine ziemlich große Verbreitung hat die Unterwind-Feuerung von J. Kudlicz in Prag-Bubna gefunden, der sich verschiedene Ausführungen ähnlicher Art anreihen, von denen noch diejenige der Maschinenfabrik J. A. Christoph A.-G., Niesky, O.-L., besonders genannt sei. Die Kudlicz-Feuerung Fig. 119 und 120 wird hauptsächlich von der Eisengießerei V. A. Kridlo, Prag-Bubna, hergestellt. Als Träger des Brennstoffs dienen die auf voriger Seite angeführten gelochten Platten, welche gleichzeitig die Aufgabe haben, die Luft

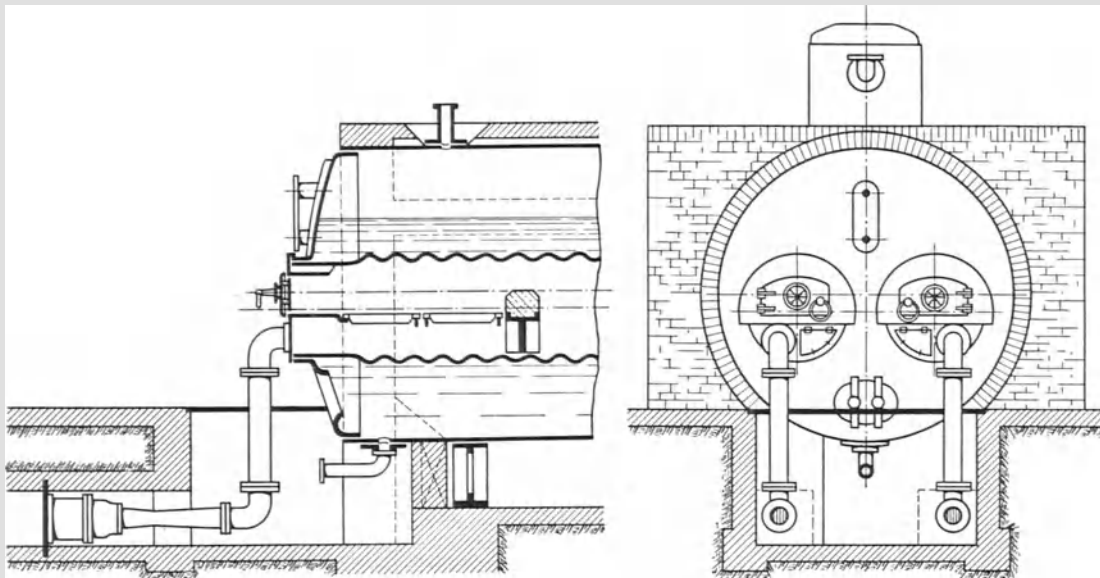


Fig. 117.

Dampfstrahl-Unterwind-Feuerung von Müller & Korte.

Fig. 118.

gute Erfahrungen vor. Bei starker oder ungünstiger Schlackenbildung sind die Verbrennung beeinträchtigende Verstopfungen nicht ausgeschlossen, jedoch kann denselben bis zu einem gewissen Grad vorgebeugt werden, wenn von Zeit zu Zeit, wenigstens bei jeder Kesselreinigung die Löcher der Platten mittels eines Dorns oder Durchschlags vollständig freigelegt werden.

Einen Beitrag zur Beurteilung der Unterwind-Feuerungen liefern zwei Versuche, welche

der Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb an zwei Flammrohrkesseln von nahezu übereinstimmender Art und Größe anstellte, deren einer mit Kudlicz-Feuerung ausgerüstet war, während der andere gewöhnlichen Planrost besaß.¹⁾ Alles Wesentliche ist den ersten beiden Spalten der nachstehenden Zahlentafel 8 zu entnehmen.

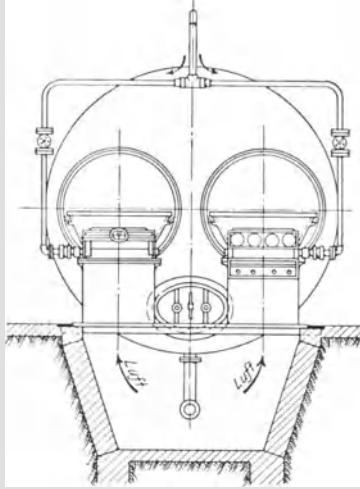


Fig. 119.

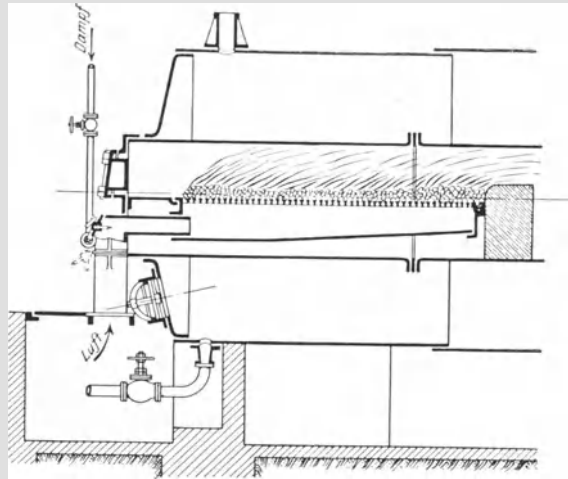


Fig. 120.

Kudlicz-Feuerung.

Dieser Zusammenstellung fügten die Versuchsleiter noch folgendes bei:

„1. Der Zweck der Kudlicz-Feuerung, klare und billige Kohle zu verwenden und gleichzeitig mehr Dampf zu erzielen als mit der Planrostfeuerung und stückiger Kohle, ist erreicht worden. Der Dampf wurde durch die Kudlicz-Feuerung um 17,2 vH billiger und die Dampfmenge wurde um 6,6 vH gesteigert gegenüber der gleichartigen Anlage mit Planrost.

2. Dieser Vorteil kann aber nicht in jeder anderen Anlage auch erwartet werden; er ist in dem vorliegenden Fall entstanden, weil der Schornstein zu schwachen Zug hatte und die Kohle auf dem gewöhnlichen Roste schlecht brannte; schon die stückige Kohle brannte ungünstig, die Klarkohle ganz ungenügend. Das Gebläse der Kudlicz-Feuerung hat demgegenüber nur einen stärkeren Zug verursacht.

3. Für sich allein betrachtet hat die Kudlicz-Feuerung einen niedrigen Nutzeffekt von 56 vH ergeben, der noch geringer ist als der sehr mäßige Nutzeffekt der Planrost-Feuerung von 60,7 vH.

4. In einer Dampfkesselanlage mit besseren Zugverhältnissen, wo der Planrost mit 70 vH statt mit 60 vH Nutzeffekt gearbeitet hätte, würde trotz des Preisunterschiedes der Kohlsorten der Planrost-Dampf billiger geworden sein als der Kudlicz-Dampf. Berücksichtigt man aber, daß bei günstigen Zugverhältnissen wahrscheinlich auch auf dem Planrost die Klarkohle verbrannt werden könnte, dann steht die Nützlichkeit der Kudlicz-Feuerung weit hinten an.“

Derselben Zahlentafel 8 sind noch die Ergebnisse zweier weiteren Versuche angefügt, die der Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg an einem Einflammrohrkessel mit Kudlicz-Feuerung²⁾ durchgeführt hat. Die Leistung der Feuerung mit einem Gemisch von Anthrazitgries und Gasgrieskohle im Gewichtsverhältnis 1:1 bzw 2:1

¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1895 S. 1180.

²⁾ Jahresbericht 1907 (S. 23) des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg. Diese Anlage war ebenso wie vorstehend erwähnte Feuerung nicht von V. A. Kridlo, Prag-Bubna, geliefert. Beim ersten Versuch wurde die Feuerung von Angestellten des Lieferanten bedient.

Zahlentafel 8.

Bauart des Kessels	Zweiflammrohrkessel		Einfammrohrkessel					
	Kudlicz	Einfacher Planrost	Kudlicz					
Heizfläche (wasserberührte) qm	85	80	70,1	70,1				
Rostfläche "	—	3	—	—				
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	—	1:26,7	—	—				
Versuch Nr.	I	II	A	B				
Datum des Versuchs	10. VI. 1895	11. VI. 1895	27. VI. 1907	28. VI. 1907				
Dauer „ „	4 st 45 min	4 st 42 min	8 st	8 st				
Brennstoff:	Westhartley-Kleinkohle	Oberschlesische Stückkohle	¹ / ₂ Anthrazitgrus ¹ / ₂ Gasgruskohle	² / ₃ Anthrazitgrus ¹ / ₃ Gasgruskohle				
verheizt im ganzen kg	1805	1338	1920	1960				
„ in der Stunde "	380	284,7	240	245				
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche "	—	94,9	—	—				
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche "	4,47	3,56	3,42	3,50				
Rückstände: im ganzen "	—	—	166	183				
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes . . vH	—	—	8,65	9,35				
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben	—	—	—	32,4				
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	10294	8003	13377	13799				
verdampft in der Stunde "	2167	1703	1672	1725				
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche "	25,5	21,3	23,85	24,60				
„ „ „ „ „ 1 „ „ bez. "	24,2	20,2	24,16	24,84				
auf 637 WE "	—	—	—	—				
Temperatur °C	51,2	52,1	17,2	18,8				
Dampf: Überdruck kg/qcm	5,32	5,88	10,2	9,9				
Erzeugungswärme WE	604,09	604,22	645,38	643,41				
Dampfverbrauch des Gebläses, bezogen auf den gesamten erzeugten Dampf vH	10,98	—	15,7 ²⁾	14,6 ²⁾				
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt "	8,44	9,00	10,0	10,0				
CO ₂ + O-Gehalt "	—	—	19,5	19,6				
Luftüberschuß "	92	87	80	80				
Temperatur °C	335	336	217	245				
Verbrennungsluft "	—	—	26	30				
Zugstärke: im Feuerraum mm WS	3 ÷ 5	5	—	—				
am Kesselende "	11	11	18,0	18,5				
Verdampfung:								
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	5,70	5,98	6,96	7,04				
b) ber. auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE) "	5,40	5,67	7,05	7,11				
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	3445	63,0 ¹⁾	3613	60,7	4492	62,7 ²⁾	4530	63,7 ²⁾
Verloren:								
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	1329	24,3 ³⁾	1351	22,7 ³⁾	889	12,4	996	14,0
b) in den Rückständen					226	3,2	245	3,4
c) d. Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	697	12,7	987	16,6	1562	21,7	1344	18,9
Summe = Heizwert des Brennstoffes	5471		5951		7169		7115	

¹⁾ Abzüglich des 10,98 vH betragenden Dampfverbrauchs für das Gebläse ergibt sich die tatsächliche Ausnutzung der Kohle zu 56 vH.

²⁾ Bei den Versuchen A und B wurde der Dampf für das Gebläse einem besonderen Kessel entnommen. Nach Abzug des zu 15,7 bzw. 14,6 vH ermittelten Verbrauchs betrug die Nutzwirkung der Anlage 52,8 bzw. 54,4 vH.

³⁾ Die Berechnung des Abwärmeverlustes der Versuche I und II erfolgte unter Annahme einer Temperatur der Verbrennungsluft von 20°C.

kam derjenigen gleich, wie sie an den übrigen Kesseln der Anlage bei Verheizung einer backenden englischen Gasförderkohle mit durchschnittlich 7300 WE Heizwert im gewöhnlichen Betrieb vorlag. Der Vorteil im Wärmepreis (Verhältnis von Heizwert zu Gewichtspreis) der billigeren Kleinkohlen wurde ungefähr wieder aufgehoben durch den Dampfaufwand für das Gebläse — der sich am ersten Tag zu 15,7 vH, am zweiten Tag zu 14,6 vH der erzeugten Dampfmenge feststellte — und durch einen gewissen Verlust an Kohlenstaub (vorwiegend Anthrazit), welcher unverbrannt vom Rost weggeblasen wurde. Daß es sich hierbei um einen erheblichen Betrag handelt, darauf weist das große Restglied der Wärmebilanz¹⁾ trotz annähernd vollkommener Verbrennung,²⁾ sowie der Umstand hin, daß sich nach 14 tägiger Betriebsdauer die Heizzüge des Kessels bis zur Hälfte ihres Querschnitts mit unverbranntem Anthrazit und Flugasche angefüllt hatten. Dem Verlust an unverbrannten Kohlentelchen kommt indessen die Bedeutung, wie sie aus den angeführten Versuchsergebnissen gefolgert werden dürfte, bei durchgehendem Betrieb nicht ganz zu, da ein Teil der Flugkohle in den Zügen noch langsam verbrennt. Dieses Nachglühen hat allerdings die Unannehmlichkeit, daß die jeweilige Reinigung erst einige Tage nach Außerbetriebnahme des Kessels vorgenommen werden kann. Um die Flugkohle im Betrieb oder während eines kurzen Stillstandes entfernen und zur Wiederverheizung gewinnen zu können, wäre am Flammrohrende oder bei Unterfeuerungen hinter der Feuerbrücke eine besondere Ablagerungskammer anzuordnen.³⁾

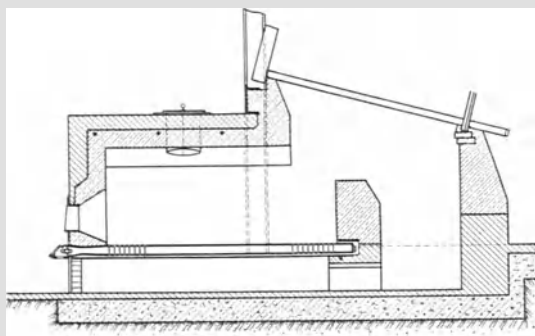


Fig. 121.

Wiltons Patent-Feuerung.

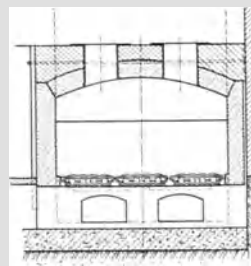


Fig. 122.

Wollte man die zuerst angeführten Beispiele allgemein auf andere Fälle übertragen, so würde man natürlich einen großen Fehler begehen. Es hängt ganz vom Unterschied des Wärmepreises der jeweils am Platze mit Sicherheit zur Verfügung stehenden Abfallbrennstoffe gegenüber wertvollerer Kohle ab, ob mit der Verfeuerung der ersteren, selbst bei Erfordernis von Unterwind, Nachteile oder aber — unter Umständen beträchtliche — wirtschaftliche Vorteile verbunden sein können.

Eine andere Einrichtung mit hohlen Rostkörpern und Dampfstrahlgebläse, Wiltons Patent-Feuerung, wie sie von der Tammersfors Linne- och Jern-Manufaktur-Aktie-Bolag

¹⁾ Andere von diesem Kessel vorliegende Versuchsergebnisse weisen bei etwas geringerer Belastung einen Restverlust von 13,4 bzw. 13,7 vH auf. Bei früheren Versuchen mit 15 kg Dampfleistung schwankte derselbe zwischen 10,4 und 12,6 vH.

²⁾ Der geringe Gehalt an flüchtigen Bestandteilen des verfeuerten Gemischs hat naturgemäß eine erhebliche Rauchbildung ausgeschlossen.

³⁾ Der Bayr. Revisionsverein hat 1905 Versuche mit dem Kudlicz-Schrägrost auf Unterwindgebläse (Ventilator) bei Verheizung oberbayrischer und böhmischer Grieskohlen angestellt, und mit dieser Feuerungsweise Dampfpreise erzielt, die sich mit den am Versuchsort sonst üblichen Kohlensortierungen im allgemeinen nicht erreichen lassen. Der festgestellte Kraftbedarf des Ventilators wird für größere Anlagen zu $\frac{1}{2}$ % des mit ihm erzeugten Dampfes angegeben.

in Tammerfors (Finnland) hergestellt wird, ist in Fig. 121 und 122 dargestellt. Der Rost besteht aus mehreren Längsreihen. Jede derselben setzt sich aus einer größeren Zahl von Hohlkörpern zusammen, die, mit durchgehenden Bolzen aneinandergesetzt, rohrförmige Kanäle bilden. Die Verbrennungsluft wird durch Dampfstrahlgebläse in die Kanäle eingeführt und reguliert; durch zahlreiche, in den Rostkörpern angebrachte Löcher gelangt sie zur Brennstoffschicht. Für die Verheizung von hochwertigen Steinkohlen bietet die Anlage kein großes Interesse; sie wird hauptsächlich als Vorfeuerung und Unterfeuerung für geringwertige Brennstoffe ausgeführt. In Finnland und Schweden ist der Wilton-Rost vielfach im Gebrauch. Sägespäne, unregelmäßige Holzabfälle, Lohe und dergl. werden gewöhnlich von oben auf den Rost geschüttet, wobei sich eine kegelförmige Schicht ergibt, die nach den Seiten und den Ecken von Zeit zu Zeit ausgebreitet werden muß, um übermäßigen Luftüberschuß zu verhüten. Längere und regelmäßige Holzstücke (Scheiter, Latten), zusätzlich auch Kohle, können von vorn aufgegeben werden. (S. auch Abschnitt IV, C, S. 171.)

Bei der Perret-Feuerung besteht der Rost aus 15—20 mm starken geraden Roststäben, welche 2—2½ mm breite Spalten bilden. Sie soll hauptsächlich zur Verbrennung von Koks klein und dergleichen Brennstoffen dienen. Um hierbei rücksichtlich der Haltbarkeit des Rostes und der Verhinderung ungünstiger Schlackenbildung genügende Kühlung der Rostfläche zu erhalten, sind die Stäbe sehr hoch ausgeführt, so daß sie bis mindestens $\frac{1}{3}$ ihrer Höhe in Wasser tauchen, das stets im Aschfall gehalten wird. Oberhalb des Wasserkastens, zwischen dem Wasserspiegel und dem Rost, wird mittels eines Ventilators (auch Dampfstrahlgebläse, besonders das Körtingsche, werden mit dem Perret-Rost in Verbindung gebracht) Luft eingeblasen und eine Pressung von ca. 15—25 mm WS in dem nach vorn verschlossenen Raum unter der Brennschicht erzeugt.

Bei einer Reihe von Einrichtungen wird die Luftverteilung in der Weise bewerkstelligt, daß in möglichst geringer Entfernung unter dem Rost in der Längs- oder Querrichtung Rohre angeordnet sind, welche auf der Oberseite Düsen besitzen, wie z. B. in Fig. 123 angedeutet.

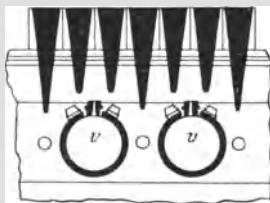


Fig. 123.

Die Rohre stehen entweder in Verbindung mit einem Windkasten, in welchen durch ein Gebläse Luft gepresst wird, oder es ist nur eine Dampfleitung angeschlossen, wobei der mit Druck aus den Düsen unter den Rost geblasene Dampf bei vorn offen gehaltenem Ascheraum die Zufuhr der Luft, sich gleichzeitig mit der letzteren vermischend, steigert. Die hierhergehörige Griesel-Feuerung, D. R. P. Nr. 168613, von Adolf F. Müller, Berlin, weist insofern eine Eigenart auf, als für den Betrieb des Gebläses weder ein Kraftaufwand erforderlich ist, noch dem Kessel Dampf entnommen wird. Die Erzeugung und Überhitzung des Gebläsedampfes (ca. 2 atm) erfolgt durch die abziehenden Gase. Zu diesem Zweck sind in die Feuerkanäle stufenweise Rohrschlangen eingebaut, und diese durch entsprechende Rohrleitungen innerhalb der Einmauerung mit dem Ausstrahlungsapparat und Luftsauger unter dem Rost verbunden. Die Einrichtung kann daher vornehmlich da in Frage kommen, wo die Gase den Kessel mit hoher Temperatur verlassen.

Die Feuerung von Wiedenbrück & Wilms wendet zeitweilig hohle Roststäbe an. Die mittleren Rostträger sind als Windkasten ausgebildet, von dem aus die Gebläseluft durch die Stäbe strömt, um sodann seitlich in den Rostspalten nach oben gerichtet auszutreten.¹⁾

¹⁾ Eine weitere derartige Preßluft-Feuerung vom Ingenieur Döhlert, Köln a. Rh., ist in Dinglers Polytechnisches Journal 1902, S. 109, beschrieben.

Für den Schiffskesselbetrieb ist es in erster Linie die Gebläse-Feuerung von Howden (Howden's forced draught), Fig. 124—126, welche auf den größeren Schiffen der Handelsflotten allgemeine Verbreitung gefunden hat. Die Gebläseluft wird durch Einbau von Luftheizröhren im Schornsteinhals mittels der Abgase auf 100—130°C vorgewärmt, bevor sie zur Feuerung gelangt. Die Einrichtung ermöglicht eine Steigerung der Brenngeschwindigkeit,¹⁾ dagegen liegen die Verhältnisse in bezug auf die Rauchentwicklung ungünstig, und namentlich können die Verluste durch unverbrannte Gase ganz bedeutende Werte erreichen. Die Ursache der stark unvollkommenen Verbrennung, die bei Verheizung gasreicher Brennstoffe nach jedem Beschieken zu beobachten ist, liegt in der raschen Entgasung der Kohle, welche je nach der Strömungsgeschwindigkeit der Luft durch den Rost beschleunigt wird.

Eingehende Versuche des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, die den wirtschaftlichen Nachteil der unvollkommenen Verbrennung im vollen Maße bestätigen, führten zu einer Änderung der Einrichtung nach D. R. P. Nr. 214905 von Blohm & Voß, Kommanditgesellschaft auf Aktien, Hamburg. Die Änderung geht dahin, durch anfängliches Drosseln der Unterluft und gesteigerte Zufuhr von Oberluft über die Dauer der Brennstoffentgasung Luftzufuhr und -Bedarf einander möglichst anzupassen.

Bei der Mischgas-Feuerung Patent Ott, von Emil Ott & Co., Berlin, wird durch einen Ventilator gleichzeitig Luft und ein Teil der Abgase angesaugt. In die Leitung der letzteren ist außerdem kurz vor dem Anschluß an die Luftsaugleitung ein Gefäß zwischengeschaltet, in das ein zerstäubter Wasserstrahl einmündet. Zur Regulierung der Luft- und Gasmengen sind in beiden Leitungen Schieber angebracht. Das Gemisch von Luft, Abgasen und Wasser wird in den Ascheraum gedrückt, von wo aus der größere Teil seinen Weg durch den Rost nimmt, ein kleinerer Teil aber durch einstellbare Regulierschieber oder -Klappen tritt, um hinter der Feuerbrücke bzw. durch die seitlichen Wandungen der Feuerung in den Verbrennungsraum auszuströmen. Während bei der Howden-Feuerung nur die den Abgasen innewohnende Wärme teilweise nutzbar gemacht wird zur Erwärmung der frischen

¹⁾ Die günstigste Beanspruchung liegt für westfälische Gasflammkohle bei ca. 130 kg/st/qm Rostfläche; oft kommen auch Steigerungen auf 180 kg vor.

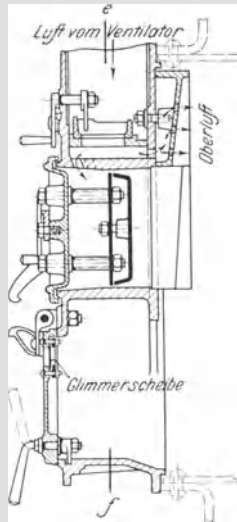


Fig. 124.

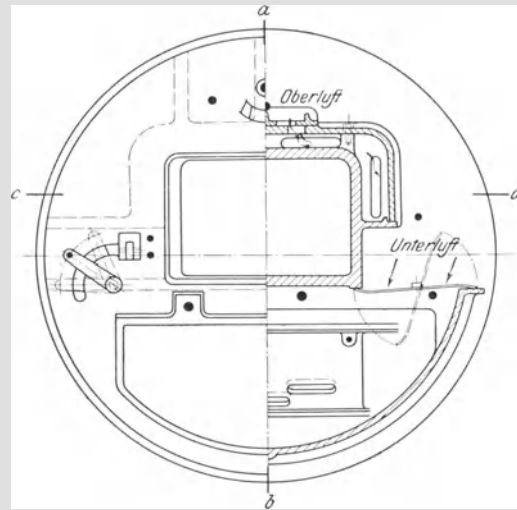


Fig. 125.

Gebälse-Feuerung von Howden.

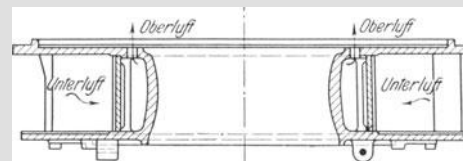


Fig. 126.

Verbrennungsluft, findet hier eine unmittelbare Vermischung der Abgase mit letzterer statt. Bei genügendem Querschnitt der zum Brennraum führenden Kanäle kann wohl eine Rauchverminderung herbeigeführt werden. Jedoch ist es als ein Mangel zu bezeichnen, daß die Schieber oder Klappen nicht in Abhängigkeit von der Rostbeschickung bzw. vom Verlauf der Brennstoffentgasung selbsttätig regelbar sind. Schließlich muß die Zufuhr eines sauerstoffarmen „Mischgases“ auf alle Fälle als grundsätzlich falsch bezeichnet werden.

Anschließend an diese Feuerungen ist noch die Wasserstaubfeuerung von Bechem & Post, Hagen i. W., zu erwähnen.

In ähnlicher Weise, wie bei der Kudlicz-Feuerung der Gebläsedampf wird hier Wasser, welches unter einem Druck von 6—10 atm steht, durch eine besonders geformte Düse in ein Rohr geblasen, das einerseits mit dem geschlossenen Aschfall, andererseits mit der Außenluft in Verbindung steht. Das Wasser wird hierbei zerstäubt und reißt durch das offene Ende des Rohres Luft mit in den Aschfall und durch den Rost.

Der Wasserstaub soll hierbei, wie das vielfach auch von dem Wasserdampf der Unterwindgebläse behauptet wird, durch die Berührung mit den glühenden Kohlen in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden, welche bei ihrer Wiedervereinigung in der Flamme die Temperatur bedeutend erhöhen und dadurch eine vollkommene Verbrennung gewährleisten sollen. Nun ist ja allerdings richtig, daß, wenn eine Zersetzung wirklich stattfindet, die Wärmemenge, welche hierzu aufgewendet werden muß und dem glühenden Brennstoff entzogen wird, nachher wieder in der Flamme zum Vorschein kommt, daß also die Temperatur in der Brennstoffschicht ab-, in der Flamme dagegen zunimmt. Allein abgesehen davon, daß bei den in den Dampfkesselfeuerungen herrschenden Verhältnissen höchstens eine teilweise derartige Zersetzung, wie sie ja bei der Wassergasbereitung stattfindet, eintreten wird, darf eine erheblich bessere Wirkung als vom Planrost, selbst bei vollständiger Zersetzung kaum erwartet werden. Es kann sich ja nur um eine andere, allerdings etwas günstigere Wärmeverteilung handeln, die aber gleichzeitig mit einem Wärmeverlust verbunden ist, indem die im Dampf enthaltene bzw. die zur Verdampfung und Überhitzung des Wasserstaubes aufgewendete Wärme unter allen Umständen zusammen mit derjenigen der Abgase nutzlos durch den Schornstein entweicht. Ein Vorteil der Einrichtung ist nur darin zu erblicken, daß eine gute Kühllhaltung der Rostfläche erzielt, damit die Schlackenbildung günstig beeinflußt und die Haltbarkeit der Roststäbe erhöht wird.

Die Hydro-Wirbel-Feuerung von der Gesellschaft für industrielle Feuerungsanlagen, G. m. b. H., Berlin, ist ebenfalls mit einer Beimischung von Wasserstaub zu der Gebläseluft ausgestattet. Die Zerstäubung des Wassers, wie auch dessen Vermischung mit der Luft wird im Ventilator selbst besorgt, welcher das Gemisch unter den Rost in den geschlossenen Ascheraum preßt. Der letztere ist quer zum Rost durch eine Scheidewand, in der sich eine regulierbare Öffnung befindet, in zwei ungleiche Kammern geteilt. Die Roststäbe bilden über der hinteren, kleineren Kammer nicht gewöhnliche Spalten wie der vordere Rost, sondern düsenartige, schräg nach vorn gerichtete Öffnungen. Die feuchte Preßluft wird zunächst in die hintere Kammer geleitet. Da die Öffnung in der Scheidewand immer kleiner ist als der Querschnitt der Druckleitung, so herrscht unter dem der Feuerbrücke zunächst liegenden Teile des Rostes ein etwas größerer Druck als unter dem vorderen Rostteil. Es handelt sich hierbei gewissermaßen um eine Nachahmung der Wirkungsweise des Kopfheizens und derjenigen der Tenbrink-Feuerung,¹⁾ indem eine Verzögerung

¹⁾ S. S. 36 und S. 131.

des Verbrennungsvorganges auf dem vorderen Rostteil angestrebt wird und zugleich der hier sich bildenden Flamme die auf dem hinteren Teil des Rostes entwickelte entgegenbrennen soll. Da jedoch der Brennstoff nicht dem Abbrand der hinteren Glut entsprechend selbsttätig nachrutscht, wie dies beim Tenbrink-Schrägrost der Fall ist, so wird die Wirtschaftlichkeit leicht durch starkes Anwachsen des Luftüberschusses gegen das Ende jeder Beschickungsperiode beeinträchtigt. Soll durch entsprechende Feuerführung ein durchschnittlich mäßiger Luftüberschuß erzielt werden, so lassen sich bei Verarbeitung gasreicher Brennstoffe schwerlich befriedigende Verhältnisse hinsichtlich Vollkommenheit der Verbrennung und Rauchverhütung herbeiführen. Die Hydro-Feuerung ist eher für Brennstoffe mit geringem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, als für sehr gasreiche geeignet und läßt auch mit schwer brennenden oder schwierig zu verarbeitenden Kohlen eine Steigerung der Belastung zu. Die Einwirkung auf die Art der Schlackenbildung ist durchaus günstig, dagegen ist die vermehrte Ablagerung von Flugasche (und auch von schwer brennenden Kohlenteilchen) als ein gewisser Nachteil zu nennen.

Um einer starken Wärmestrahlung der Feuerung nach dem Heizerstande möglichst zu begegnen, empfiehlt es sich, geeigneter Isolierung erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. An Flammrohrkesseln wird die Druckluftleitung entweder von vorn, oder aber, wie es der gebräuchlicheren Anordnung entspricht, von hinten durch das Flammrohr in den Ascheraum eingeführt. Im letzteren Fall werden die Rohre durch Überdeckung mit Schamotte-Formen zwar geschützt, doch erscheinen Bedenken hinsichtlich ihrer Haltbarkeit und Betriebssicherheit nicht ganz unbegründet.

Ein Rückblick auf die besprochenen Unterwind-Feuerungen führt ohne weiteres zu dem Schlusse, daß die bis heute gebauten Feuerungen dieser Art, soweit sie nicht eine Trennung der Luftzufuhr unter und über den Rost bezwecken (S. 113), für die Verhütung von Rauch bei Verheizung gasreicher Brennstoffe keine große Rolle spielen; sie werden vielmehr in manchen Fällen infolge beschleunigter Entgasung die Entstehung von Rauch und von Verlusten durch unvollkommene Verbrennung unterstützen. Mittelbar kann allerdings die Anwendung von Unterwind-Gebläsen zuweilen zur Raucheinschränkung beitragen, insoweit als da, wo die Verhältnisse entsprechend liegen, mit ihrer Beschaffung die Verwendung gasarmer Brennstoffe Hand in Hand geht.

III. Feuerungen, bei welchen versucht wird, die Verbrennung derart zu leiten, daß Störungen durch die periodisch erfolgende Beschickung ausgeschlossen sind.

Bis in die neuere Zeit ging die Ansicht vielfach, ja man kann sagen fast allgemein dahin, daß die Ursache der Rauchentwicklung seitens der Kesselfeuerungen in allererster Linie oder sogar allein im Mangel an Temperatur im Verbrennungsraum zu suchen sei, daß die Bedingung einer dem Bedarf angemessenen Luftzufuhr dagegen ohne weiteres erfüllt werde, wenn nur die Feuerführung ordnungsgemäß erfolge. In Wirklichkeit liegen jedoch nach dem wiederholt — u. a. auf S. 9 u. f. sowie S. 19 u. 33 — Gesagten die Verhältnisse gerade umgekehrt. Bei einem geordneten Betrieb unserer einfachen Kesselfeuerungen darf die nötige Temperatur fast ausnahmslos als vorhanden vorausgesetzt werden. Sieht man zunächst vom Fehlen einer frühzeitigen Mischung der Verbrennungsluft mit den Gasen ab, die bei gewissen Feuerungstypen erst durch besondere Maßnahmen erzwungen werden muß, so kann in weitaus den meisten Fällen, wo starke Rauchentwicklung wahrzunehmen ist, insbesondere bei rasch erfolgender Entgasung, die Ursache nur in der Vernachlässigung genügender Rücksichtnahme auf die Luftzufuhr entsprechend dem Bedarf gesucht werden. Selbst wenn mit einem durchschnittlich großen Luftüberschuß gearbeitet wird, kann doch zeitweilig Luftmangel herrschen und dieser starkes Rauchen zur Folge haben, weil die Menge der zuströmenden Luft und der Luftbedarf nicht gleichen Verlauf aufweisen. Der Bedarf ist ja bei gasreichen Brennstoffen in einen solchen für die Verbrennung der festen Bestandteile auf dem Rost und einen solchen für die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile über dem Rost zu trennen. Dabei unterliegt das vom Gasgehalt des Brennstoffs abhängige Größenverhältnis dieser beiden Teile einem Wechsel, welcher in dem Maße veränderlich ist, als die Ausscheidung der flüchtigen Bestandteile des frisch aufgegebenen Brennstoffs auf einen kürzeren Teil der Beschickungsperiode zusammengedrängt, also beschleunigt, oder auf einen längeren Teil derselben ausgedehnt, somit verzögert wird.

Die irrümlichen Erwägungen bei der Absicht, die Rauchbildung durch die einseitige Gewährleistung hoher Temperatur im Feuerraum zu verhüten, haben lange Zeit die Bestrebungen darauf gerichtet, durch besondere Bauart der Feuerung jede Abkühlung des Feuerraums und daher vor allem jede unmittelbare Luftzuströmung in denselben (z. B. während des Beschickens) zu verhindern. Diese Bestrebungen haben namentlich im zweiten Drittel des vorigen Jahrhunderts viele, teilweise sehr komplizierte Bauarten erstehen lassen, welche jenen Zweck in mehr oder weniger geeigneter Weise zu erreichen suchten. Dabei wurden indessen die Anordnungen häufig derart getroffen, daß auf dem für die eigentliche Ver-

brennung des festen Brennstoffs dienenden Rost nur ungleichmäßige und mangelhafte Bedeckung erzielt werden konnte, oder mit anderen Worten: es wurde übersehen, daß an weniger auffälliger Stelle dauernd, unter Umständen viel mehr überschüssige Luft in die Feuerung gelangte, als es bei guter Rostbedeckung beispielsweise während der Beschickungen durch die geöffnete Tür einer einfachen Feuerung möglich gewesen wäre. Aber gerade dieser Umstand dürfte mancher jener Feuerungen zu einem gewissen Erfolg hinsichtlich der Raucheinschränkung verholfen haben,¹⁾ ohne daß sich jedoch ihre Erbauer der eigentlichen Wirkungsweise und der damit verbundenen Unwirtschaftlichkeit bewußt gewesen wären. Untersuchungen der Heizgase hätten darüber ohne weiteres aufgeklärt.

Insoweit, als eine langsame Vorentgasung oder eine Verzögerung der Entgasung des Brennstoffs durch besondere Bauart solcher Feuerungen bezweckt wird (S. 121 u. ff.), findet sich zwar das Bestreben einer Annäherung von Luftbedarf und -Zufuhr verwirklicht, und derartige Einrichtungen können tatsächlich eine rauchschwache und zugleich durchaus wirtschaftliche Verbrennung zulassen.²⁾ Leider haften ihnen aber häufig Mängel an, welche zu betriebstechnischen Schwierigkeiten Veranlassung gaben.

Im Nachstehenden sollen zunächst einige Konstruktionen kurz besprochen werden, welchen zum Teil allerdings kaum noch praktische, sondern zur Hauptsache historische Bedeutung zukommt. Die dabei angewandten Mittel erstreckten sich ihrem Wesen nach auf:

Entgasung des Brennstoffs, bevor er auf den Rost gelangt,

Trennung des oberen Teiles der Rostfeuerung in zwei Räume, von denen nur einer mit frischem Brennstoff beschickt wird.

Anordnung zweier Roste übereinander, von denen nur der obere mit frischem Brennstoff beschickt wird, welcher nach erfolgter Entgasung auf den unteren gelangt, um dort zu verbrennen und schließlich

Führung der Flamme durch den Rost hindurch.

So wurde dem Engländer Juckes bereits im Jahre 1836 eine Einrichtung patentiert, welche darin besteht, daß der Brennstoff von hinten, z. B. durch das Flammrohr des Kessels der Feuerung zugeführt wird. Die hierzu dienende Retorte, die vorn über dem Rost mündet, unterlag natürlich einem außerordentlich raschen Verschleiß. In dem Maße, als von hinten frischer Brennstoff nachgeschoben wurde, gelangte der in der Retorte entgaste Brennstoff auf den Rost, ohne sich jedoch auf diesem auch nur einigermaßen gleichmäßig zu verteilen. H. Ruthel, D. R. P. Nr. 75711, hat als Vorfeuerung einen nach vorn geneigten Schrägrost verwendet und über demselben eine Kammer angeordnet, in welche die frische Kohle aufgegeben wird, um unter der Einwirkung der Wärme des Trennungsgewölbes zu entgasen. Der Brennstoff wird durch eine am Ende der Kammer befindliche Öffnung zurückgeschoben und fällt von oben auf den Schrägrost.³⁾

Der Patent-Schüttrost von Fränkel & Co., Leipzig-Lindenau, wird ebenfalls nur als

¹⁾ S. auch S. 38, 49, 68 u. 73.

²⁾ S. auch Abschnitt V, A sowie B 2 und B 3.

³⁾ Die Ruthel-Feuerung ist auch mit nach hinten geneigtem Schrägrost ausgeführt und von C. Schneider im Auftrag der vom kgl. preußischen Handelsminister eingesetzten „Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungsvorrichtungen“ untersucht worden. (S. Bericht über die Sitzung dieser Kommission vom 30. April 1894, sowie auch R. Striebeck, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1895, S. 220.)

Zur Verbrennung kamen hauptsächlich Holzabfälle, sowie Säge- und Hobelspäne. Die Versuche ergaben, daß die Rauchentwicklung nur bei sehr großem Luftüberschuß gering zu halten war. Sobald mit geringem Luftüberschuß gearbeitet wurde, war der Rauch oft minutenlang schwarz. Eine Feststellung des Wirkungsgrades wurde nicht vorgenommen.

Vorfeuerung gebaut. Die Anordnung ist aus Fig. 127 ersichtlich. Der Brennstoff wird durch die Einschüttüren *e* in den Brennstoffraum *b* eingebracht, wo er langsam entgast, um dann allmählich auf den Rost *r* herunterzusinken und hier weiter zu verbrennen. An den Seitenwänden der Gaskammer *g*, welche durch Schamottemauerwerk vom Brennstoffraum getrennt ist,

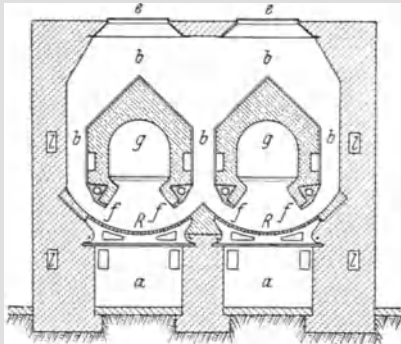


Fig. 127.
Schüttrost von Fränkel.

möglichst geringem Aschegehalt, welche nicht backen und nicht zu häufigen Unregelmäßigkeiten wie Sperrungen usw. im Nachschub Anlaß geben.¹⁾ Es können hauptsächlich in Betracht kommen: Braunkohlen, Torf, Lohe, Sägespäne, kurze Holzabfälle und dergleichen. In Mitteldeutschland (Sachsen) sind für die Verheizung von geringwertigen Braunkohlen,

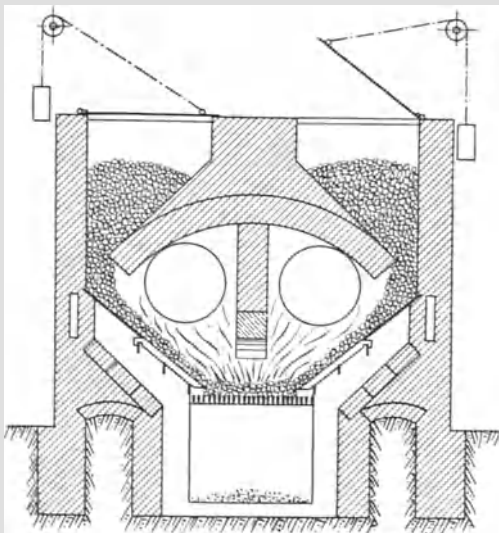


Fig. 128.
Muldenrostfeuerung von Topf & Söhne.

wird die nötige, in den Luftkanälen *l* erwärmte Oberluft zugeführt. Die Querschnitts-Abmessungen für die Brennstoffzufuhr werden jeweils dem zur Verwendung gelangenden Brennstoff angepaßt. Bei Verfeuerung von Förderkohle wird über der Einschüttür ein Rost angeordnet und die nicht hindurchfallenden größeren Stücke sind zu zerkleinern. Sollen Schlacken absondernde Brennstoffe verfeuert werden, so kann sich infolge des großen Brennstoffvorrates im Raume *b* das Bedürfnis des Abschlackens im Dauerbetrieb lästig fühlbar machen. Überhaupt bedingt die Feuerung hinsichtlich der Brennstoffwahl eine ziemlich große Beschränkung und Gebundenheit. Sie eignet sich nur für Brennstoffe mit geringem Heizwert und

möglichst geringem Aschegehalt, welche dort vorwiegend zu Gebote stehen, solche Einrichtungen in größerer Zahl in Betrieb und es sollen dieselben recht befriedigend arbeiten. Die Verbrennung von hochwertigeren Steinkohlen ist mit Rücksicht auf die Haltbarkeit des Mauerwerks und des Rostes sowie auf dessen Reinhaltung vollständig ausgeschlossen. Bei richtiger Bemessung der verstellbaren Querschnitte für die Oberluftzufuhr²⁾ kann die Feuerung während des regelmäßigen Ganges einen sehr rauchschwachen und bei Verfügung über geeignete, preiswürdige Brennstoffe unter den für eine Vorfeuerung geltenden Einschränkungen auch einen wirtschaftlichen Betrieb gestatten. Voraussetzung ist jedoch, daß durch den von den Eigenschaften des Brennstoffs abhängigen Nachschub des letzteren selbsttätig eine gute Rostbedeckung erzielt wird, und ein Nach-

helfen durch die zum Rost führende Feuertür nur selten nötig ist.

In ähnlicher Weise baut die Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, eine sogenannte Muldenrost-Schüttfeuerung nach Fig. 128. Die Anlage wurde zunächst in größerer Zahl für

¹⁾ S. auch S. 288 (Murphy-Feuerung).

²⁾ In diesem Fall braucht die Oberluftzufuhr nicht selbsttätig regelbar zu sein, da bei regelmäßigem Nachrutschen des Brennstoffs die Entgasung eine dauernde und daher der Bedarf an Oberluft wenig veränderlich ist. Sobald mit Rücksicht auf den Nachschub und auf gute Rostbedeckung öfters Nachhilfe von Hand erforderlich wird, hebt sich dieser Vorteil wieder auf.

Verheizung von Lohe ausgeführt, soll sich aber nach Angaben der Erbauer auch für hochwertigere Brennstoffe verwenden lassen. Bei solchen dürfte sie indessen nach verschiedenen Gesichtspunkten mancherlei Einschränkungen auferlegen.

Eine verwandte Anordnung ist die Feuerung von R. Müller, Christiania, D. R. P. Nr. 83134. Über dem Rost befindet sich eine Anzahl auf die ganze Länge desselben sich erstreckender Füllschächte, welche seitlich in einiger Höhe über dem Rost durch Wasserkästen begrenzt und oben mit Schamottegewölbe überdeckt sind. Zwischen je zwei Füllschächten ist ein Verbrennungsraum gebildet, in welchen die Gase abströmen. Durch eine Längsfeuerbrücke wird in diesen Raum Oberluft eingeführt. Infolge der Anordnung von wassergekühlten Zwischen- und Seitenwänden eignet sich diese Feuerung eher als die vorstehend besprochene für hochwertigen Brennstoff, der mittels einer drehbaren, in einer Nute am Schamottegewölbe aufgehängten und geführten Schüttrinne in die Schächte eingebracht wird. Das Anwendungsgebiet (sofern man überhaupt von einem solchen sprechen kann) ist ziemlich beschränkt. Die Haltbarkeit der wenig einfachen Bauart der Wasserkästen und auch der Roststäbe unterliegt berechtigten Zweifeln; auf alle Fälle beanspruchen die ersteren reines Wasser.

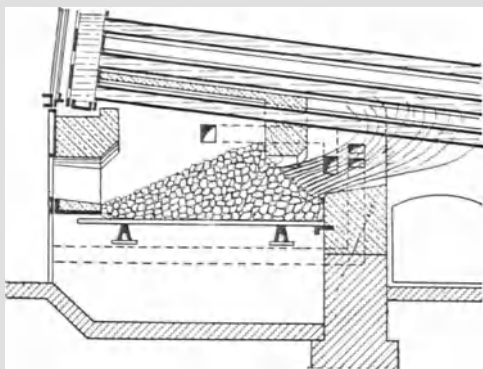


Fig. 129.
Wehrfeuerung von Wilmsmann.

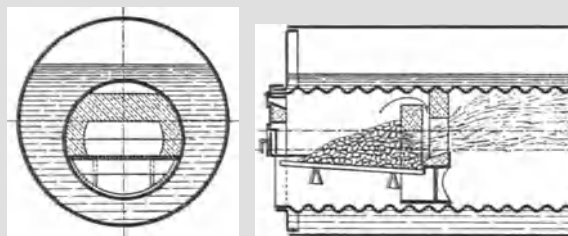


Fig. 130 und 131.
Wehrfeuerung von Wilmsmann.

Die Wehrfeuerung von W. Wilmsmann, D. R. P. Nr. 19749 und 25265 ist durch Fig. 129 für einen Wasserrohrkessel und in Fig. 130 und 131 für einen Flammrohrkessel dargestellt. Um einen Unterschied von den Verhältnissen in der gewöhnlichen Planrost-Feuerung zu haben, ist vorauszusetzen, daß nach vollendetem Aufbau des Wehres der dichte Abschluß des Flammenraums mit Sorgfalt (während der ganzen Arbeitsschicht) aufrecht erhalten wird. Die hierbei an die Geschicklichkeit des Heizers zu stellenden Anforderungen sind keine geringen. Das Abschlacken ist wie bei den vorhergehenden Einrichtungen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und läßt sich nicht ohne große Störung der Verbrennung erledigen. Die erreichbare Rostanstrengung ist sehr beschränkt, dazu kommt hinsichtlich der Dampfleistung eine teilweise Einbuße der Vorteile einer guten direkten Heizfläche. Vorkommenden Änderungen, insbesondere Steigerungen des Wärmebedarfs vermag die Feuerung nur langsam zu folgen. Sie ist für geringwertige Brennstoffe sowie für Steinkohlen ausgeführt worden, und zwar auch als Vorfeuerung; backende Kohlen werden indessen nicht in Betracht kommen können.

Die Anordnung zweier Roste übereinander ist in dem Scherrer-Rost,¹⁾ Fig. 132 und 133, sowie in der Feuerung von E. de Strens, Rom, D. R. P. Nr. 60511, Fig. 134 und 135, verwirklicht. Beschickt wird allein der obere Rost mit frischem Brennstoff, welcher nach erfolgter

¹⁾ S. Bach, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1883, S. 181.

Entgasung auf den unteren durchfallen soll, um dort zu verbrennen. Die auf dem oberen Rost sich ausscheidenden flüchtigen Bestandteile ziehen durch diesen selbst ab,¹⁾ so daß sie nach Vermischung mit der durch den unteren Rost überschüssig zuströmenden Luft zur vollkommenen Verbrennung gelangen können.

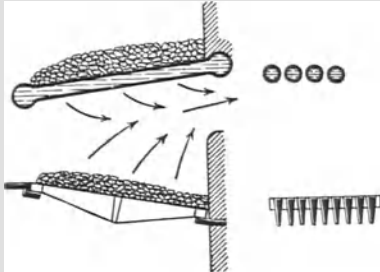
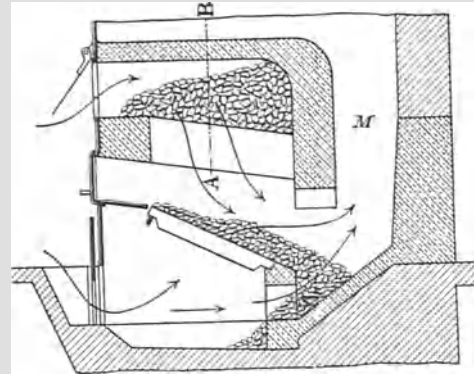


Fig. 132. Fig. 133.
Scherrer-Rost.



Fig. 134 und 135.
Feuerung
von de Strens.



Bei der Feuerung von Scherrer wird der obere Rost aus schmiedeeisernen Röhren gebildet, welche das Kesselwasser durchfließt, während er bei der Bauart de Strens aus einer beschränkten Zahl prismatischer Stäbe aus feuerfestem Material besteht. Der untere Rost ist ein gewöhnlicher Planrost. Die feuerfesten Stäbe können der hohen Temperatur, der sie ausgesetzt sind, wohl nicht lange standhalten; aber auch die Haltbarkeit der Rostrohren erscheint bedenklich, wenn nicht auf ganz reines Kesselspeisewasser entsprechender Wert gelegt wird.

Unter gewissen Umständen mag wohl mit solchen Anordnungen eine durchaus rauchschwache Verbrennung erreicht werden, auch wenn im Interesse der Erzielung eines geringen

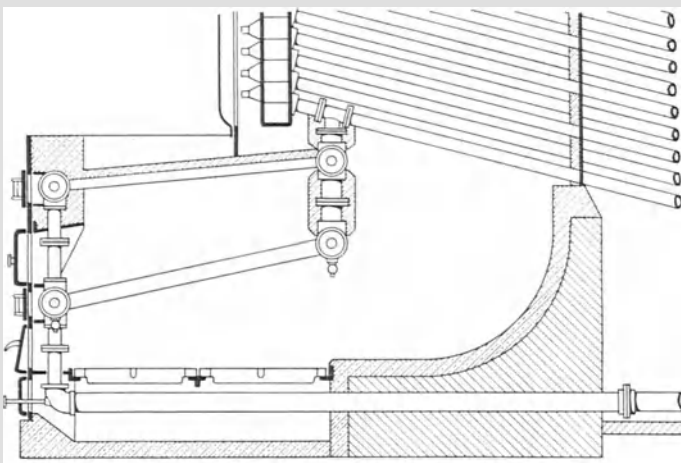


Fig. 136.
Hawley-Niederzug-Feuerung.

Luftüberschusses durch Ausgleichen der Brennschicht auf dem unteren Rost für gleichmäßige Bedeckung Sorge getragen wird. Die Abhängigkeit von den Eigenschaften und der Beschaffenheit des Brennstoffs (Stückgröße und Backfähigkeit) muß jedoch groß sein, da sich hinsichtlich des Durchfallens der entgasten Teile vom oberen Rost auf den unteren leicht Unregelmäßigkeiten einstellen können. Dabei soll die durchfallende Menge auch noch den veränderlichen Beanspruchungsverhältnissen angepaßt werden, oder es muß der Luftzutritt zum unteren Rost für sich reguliert werden.

In England und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika soll eine ähnliche Anordnung, die Hawley-Niederzug-Feuerung, Fig. 136, als Vor- und auch als Unterfeuerung

¹⁾ Vgl. auch die folgenden Feuerungen mit Ableitung der Flamme durch den Rost hindurch.

vielfach, und mit Erfolg im Gebrauch sein.¹⁾ Der obere Rost besteht wie bei der erstgenannten Anlage aus Wasserröhren, die einen Teil des Kessels bilden. Um die Röhren kräftig zu kühlen, soll durch die Art ihrer Verbindung mit dem Kessel ein schneller Wassermulauf bewirkt werden. Es ist dies notwendig, weil der größte Teil der Verbrennungsluft über dem oberen Rost eintritt und die Wärmeentwicklung auf diesem schon recht beträchtlich ist. Insofern als die hauptsächliche Verbrennung (auch eines erheblichen Betrages der festen Bestandteile des Brennstoffes) auf dem Beschickungsrost stattfindet, stellt diese Bauart eine Übergangsform dar zu den Feuerungen, welche für die Entgasung und für die Verbrennung nur einen gemeinsamen Rost haben und bei denen die Flamme durch den Rost nach unten zum ersten Heizzug abgeleitet wird.

Solche Anlagen besitzen in bezug auf die Vollkommenheit der Verbrennung den Vorteil, daß der frisch aufgegebene Brennstoff unter allmählicher Erwärmung langsam entgast wird, und die ausgeschiedenen Gase zusammen mit der zu ihrer Verbrennung dienenden Luft durch die Brennschicht abziehen müssen, so daß bei gleichzeitigem Vorhandensein hoher Temperatur eine innige Mischung gewährleistet ist. Die sonst so häufig unerfüllte Forderung möglicher Anpassung der Luftzufuhr an den Bedarf ist hier nicht schwierig, da die flüchtigen Bestandteile des Brennstoffs sich ganz allmählich ausscheiden und somit im Luftbedarf für die Verbrennung der letzteren keine großen Schwankungen auftreten. Die Bedingungen für rauchfreie Verbrennung liegen also durchaus günstig, und die Abhängigkeit vom Heizer tritt entsprechend zurück. Wenn nun dennoch derartig eingerichtete Feuerungen — so oft sie auch versucht wurden — niemals festen Boden zu fassen vermochten, so liegt dies einzig und allein an der Schwierigkeit, bei solcher Anordnung genügende Widerstandsfähigkeit und Betriebssicherheit des Rostes, welcher meist einen unter Druck stehenden Teil des Kessels bildet, zu erreichen. Weitere Mängel sind: Teilweise Einbuße an direkter Heizfläche, mit den Folgen in bezug auf Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit, größere Verluste durch Strahlung; Beschränkung der erreichbaren Rostanstrengung, weil die Kohle langsam anbrennt. Kohlen, die infolge ihrer Zusammensetzung zum Backen neigen, brennen ungleichmäßig weg, so daß die Vermeidung hohler und freier Stellen auf dem Rost besondere Aufmerksamkeit und Mühe erheischt. Einige der Patentliteratur entnommene Einrichtungen dieser Art lassen die genannten Übelstände deutlich erkennen. Fig. 137 zeigt die Feuerung von C. Munning und H. Fritzsche, D. R. P. Nr. 62630. Der aus einzelnen Stäben bestehende zylindrische Rost kann um eine Achse gedreht werden, um mit der Benutzungsfläche zu wechseln.

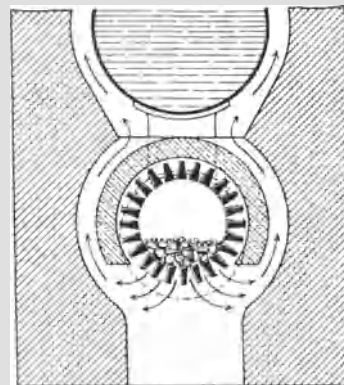


Fig. 137.
Feuerung von Munning u. Fritzsche.

Die Gas- bzw. Flammenführung bis zur ersten Heizfläche ist im vorliegenden Falle äußerst ungünstig. Auf die besonders wertvolle Wärmeüberführung durch direkte Einstrahlung in die Heizfläche ist ziemlich vollständig verzichtet. Große Wärmestauung im Feuerraum (Zerstörung der Feuerungsteile und ungünstige Schlackenbildung) und beträchtliche Wärmeverluste durch Strahlung nach außen müssen als unabwendbare Begleiterscheinungen zu erwarten sein. Da ein dichter Abschluß zwischen dem Rost und dessen Ummantelung nicht möglich ist, dürfte sich ein erheblicher Luftüberschuß kaum vermeiden lassen. An der Feuerung von O. Orvis, Chicago,

¹⁾ Cassiers Magazine, Vol. XIX, 1900, Nr. 1, S. 23 „Down draught Furnaces“. Ferner Glasenapp, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902 S. 1907. Ähnliche Anordnung, auch mit selbsttätiger Beschickung ist in den Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebs 1903, S. 464, besprochen.

D. R. P. Nr. 70988, 75996 und 85143, Fig. 138, findet sich das in den meisten Fällen versuchte Mittel, den Rost durch Röhren zu ersetzen, die mit dem Kessel in Verbindung stehen.

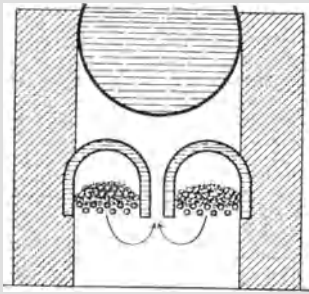
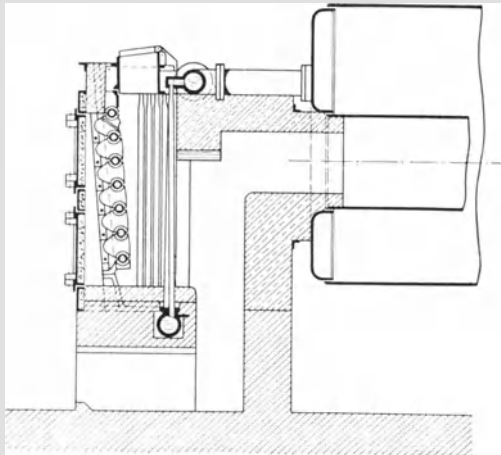


Fig. 138.
Feuerung von Orvis.

Allein abgesehen davon, daß ein solcher Rost selbst unter der Voraussetzung reinen Speisewassers infolge ungleichmäßiger Ausdehnung der einzelnen Rohre fortwährend an Undichtheiten leidet, brennt er auch bald durch. Zumal bei wagerechter Lage der Rohre treten leicht Wärmestauungen auf, weil der Dampf nicht genügend rasch abströmen kann.

Von der großen Anzahl von Feuerungen, welche in diesem Abschnitt eingereicht werden könnten, sei hier noch eingehenderen Ausführungen über die Korbrost-Feuerung von Donneley und dem Langenschen Etagenrost Raum gewährt. Insbesondere die Donneley-Feuerung weist einige Vorzüge und Eigenheiten auf, die von beachtenswerter Bedeutung sind.

Fig. 139.



Donneley-Feuerung.

Fig. 140.

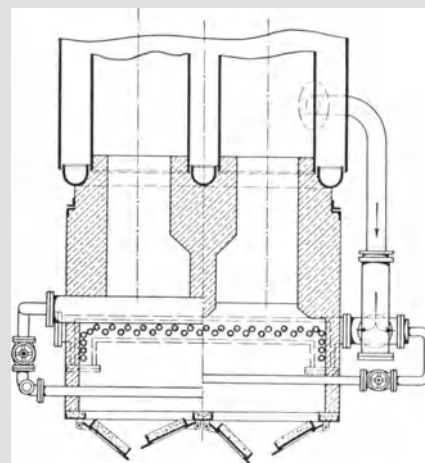
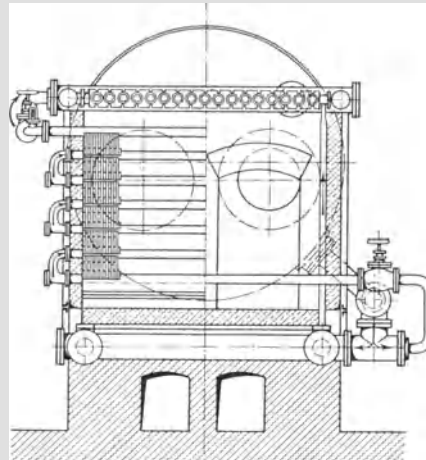


Fig. 141.

Die verbesserte Ausführung der Korbrost-Feuerungen von Adolphe Donneley, Altona, ist aus Fig. 139—141 ersichtlich. Auch bei dieser Feuerung wird die Flamme durch einen Röhrenrost abgeführt, der aber dadurch lebensfähig gemacht ist, daß die Röhren senkrecht gestellt sind; der Dampf vermag leichter abzufließen, und Wärmestauungen sind viel weniger zu befürchten. Es können daher auch alle hochwertigen Steinkohlen zur Verwendung gelangen.

Die Brennstoffschicht befindet sich zwischen zwei Rosten, dem senkrechten hinteren Wasserröhrenrost und einem im allgemeinen oben etwas nach vorn geneigten Vorderrost. Die Röhren des ersteren münden oben und unten in weite Sammelrohre, welche mit dem

Kesselinnern in Verbindung stehen. Beide Roste befinden sich in einem eisernen, mit feuerfesten Steinen ausgekleideten Feuergeschränk von kastenförmiger Gestalt, das der Kesselstirnwand vorgebaut ist. Der Vorderrost besteht bei der neueren Ausführungsart aus kurzen und hohen Roststäben, welche durch wagerechte, der dauernden Kühlung dienende Wasserrohre gehalten werden. Diese sind durch Seitenstücke derart miteinander verbunden, daß das vom unteren Sammelrohr des Hinterrostes kommende Wasser durch sie im Zickzack von unten nach oben hindurchfließt und in das obere Sammelrohr des Hinterrostes wieder einmündet. Die Anordnung kann auch so getroffen werden, daß der Vorderrost sein Wasser aus einem besonderen Behälter empfängt, in den es wieder zurückkehrt, um zum Kesselspeisen benutzt zu werden. Außerdem werden auch seitliche, mit dem Hinterrost in Verbindung stehende Wasserröhren angeordnet, um das bisweilen vorkommende Festbacken des Brennstoffes und der Schlacke an dem seitlichen Mauerwerk und raschen Verschleiß desselben möglichst zu vermeiden. Die anfänglich verwendeten geschweißten schmiedeeisernen Rohre sind später durch gezogene Mannesmann-Stahlrohre ersetzt worden. Bei älteren Ausführungen bestand der Vorderrost aus gewöhnlichen Roststäben, welche oben und in der Mitte in hohle Rostträger eingehängt waren. Die hierbei sich als notwendig erwiesene Kühlung wurde in der Regel derart bewerkstelligt, daß die Rostträger zur Berieselung der Stäbe mit Wasser benutzt wurden.

Die Übelstände, an welchen die auf Seite 121 kurz erwähnten Feuerungen scheiterten, sind durch die Anordnung und Ausbildung des senkrechten Röhrenrostes und den dabei erreichten ungehinderten Dampfabfluß, wenn auch nicht vollständig beseitigt, so doch ganz erheblich gemildert. Dennoch ist es mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Rohre durchaus geboten, nur reines Speisewasser zu verwenden, wiewohl der rasche Umlauf, welcher in den Rohren zweifellos stattfindet, rascher Verschmutzung der letzteren bis zu einem gewissen Grad vorbeugt. Nach Erfahrungen, welche von verschiedenen Anlagen der eingangs beschriebenen Konstruktion aus langjährigem Betrieb vorliegen, lassen sich bei richtiger Behandlung Undichtheiten der Rohre in vollständig befriedigender Weise fernhalten. Die früher häufiger lautgewordenen Bedenken über Verrostungen, namentlich in der Gegend der unteren Verbindungsstellen des Hinterrostes, dürften zum Teil in der Einwirkung von Feuchtigkeit im Betriebsstillstand, herrührend von der ursprünglich vorgesehenen äußerlichen Wasserkühlung der Roststäbe, oder aber in der Verwendung von kaltem Speisewasser zu suchen sein.¹⁾ Den Nachteilen, welche sonst den Vorfeuerungen im allgemeinen Sinne anhaften, wird hier dadurch teilweise begegnet, daß die Begrenzung des Feuerraums als eine wirksame Vergrößerung der Kesselheizfläche ausgebildet ist. Um das Nachströmen schädlicher Nebenluft zu verhüten, ist auf dichten Abschluß an den Verbindungsstellen von Feuerung und Kessel ganz besonderes Augenmerk zu richten.

Die frische Kohle wird in den Korbrost durch die obere Öffnung eingeschüttet. Der Verlauf der Verbrennung ist ähnlich wie bei den auf Seite 121 aufgeführten Feuerungen. Die Entgasung erfolgt allmählich mit dem fortschreitenden Niedersinken der Brennschicht. Es ist daher selbst bei Verwendung sehr gasreicher Kohlen leicht, den ziemlich gleichmäßig verlaufenden Luftbedarf mit der durch die Brennstoffschicht zuströmenden Luftmenge bei der gewährleisteten Temperatur und frühzeitigen, innigen Mischung ohne besondere Maßnahmen zu decken, so daß die Verbrennung vollkommen und rauchfrei vor sich geht.

¹⁾ Beispielsweise weiß man auch von den mit Abgasen geheizten Speisewasser-Vorwärmern, daß die Zuführung von Wasser mit weniger als 30–40° C an dem unteren Teil der Rohre und an den unteren Kasten einen Niederschlag verursacht, der rasch äußere Abrostungen im Gefolge hat.

Für gewisse Kohlen ist die Korbrost-Feuerung nicht geeignet; namentlich stark backende Kohlen weisen ein ungünstiges Verhalten im Feuer auf, indem einzelne Stellen leer brennen, andere dagegen dunkel bleiben. Fallen solche Brennstoffe noch dazu etwas grushaltig an, so bleibt der Kern der Schicht trotz häufiger Nachhilfe schwarz und das Feuer brennt nur an den Seiten weiter.¹⁾ Hierbei wird nicht nur die Belastungsfähigkeit, sondern auch die Brennstoffausnutzung infolge großen Luftüberschusses wesentlich beeinträchtigt. Als geeignete Brennstoffe können bei nicht grushaltiger Anlieferung die meisten westfälischen Gaskohlen, Saar- und schlesischen, sowie eine Reihe englischer Gaskohlen usw. gelten, während Brennstoffe wie die westfälischen Fettkohlen sich in der Feuerung lästig verhalten.

Liegt eine passende Kohle vor, so ist die Bedienung einfach, da der Brennstoff in diesem Fall nach Maßgabe des Abbrandes der Glut gleichmäßig niedergeht und eine Nachhilfe seitens des Heizers, wie sie z. B. bei den in Abschnitt IV besprochenen geneigten Rosten zur Erzielung eines geordneten Nachschubes sich als notwendig erweist, nur in größeren Zeiträumen vorzunehmen ist. Der Heizer hat dafür zu sorgen, daß sich über dem Füllschacht stets genügend Brennstoff befindet, damit einerseits keine überschüssige Luft über der Schicht hinweg in die Feuerung zu strömen vermag, und daß andererseits die Entgasung möglichst ungestört und gleichmäßig fortschreitet. Natürlich ist auch wieder die Wärme und Dampferzeugung mittels der Zugstärke d. h. mit dem Zugschieber zu regulieren. Das Reinigen des Rostes von angesetzter Schlacke verursacht bei der bequemen Zugänglichkeit und guten Übersicht desselben keine besondere Mühe, sofern die Schlacke nicht starke Neigung zum Fließen zeigt. Da bei der getroffenen Rostanordnung keine Asche durchfallen kann, so sammeln sich die gesamten Rückstände innerhalb der Feuerung an. Aus diesem Grunde können Kohlen mit großem Gehalt an Unverbrenlichem hinsichtlich ihrer vorteilhaften Verarbeitung gewisse Schwierigkeiten bieten. Um den unteren Rostteil vor Verbrennung zu schützen, hat der Heizer nach dem Reinigen des Rostes — wobei er sich eines flachen Werkzeugs bedient — darauf zu achten, daß er nur erkaltete Schlacke hervorzieht, so daß die Glutschicht niemals ganz bis an das untere Rostende reicht, vielmehr auf einem genügend hohen Fuß von Schlacke ruht.²⁾ Sehr wichtig ist die richtige Bemessung der Schichtstärke, d. h. der Abstand des vorderen eigentlichen Rostes vom hinteren Wasserröhrenrost, und zwar unter Berücksichtigung der Brennstoffart und der Betriebsverhältnisse.

Die Donneley-Feuerung findet sich in Norddeutschland mehrfach ausgeführt und in Betrieb. Sie arbeitet in allen Anlagen sehr rauchschwach.³⁾ In dieser Hinsicht erfüllt die Feuerung ihren Zweck in vollständiger Weise. Liegt eine passende Kohle vor, welche gasreich ist, nicht besonders zum Backen neigt und nicht zu grushaltig ist, so kann bei dichtem Zustand bzw. Anschluß des Mauerwerks der Vorfeuerung mit dem rauchschwachen Arbeiten auch eine gute Brennstoffausnutzung verbunden sein. Dabei ist nach beiden Richtungen die Abhängigkeit vom Heizer eine viel geringere als bei der von Hand beschickten Planrostfeuerung. Wenn die Feuerung dennoch keine größere Verbreitung gefunden hat, so ist es den verschiedenen Bedingungen zuzuschreiben, welche sich an ihren vorteilhaften Betrieb knüpfen und in vielen Fällen nicht anstandslos zu erfüllen sind.

¹⁾ S. auch Jahresbericht 1905 S. 36, sowie 38 und 39 des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg.

²⁾ S. auch S. 152, Tenbrink-Feuerung.

³⁾ In der Gegend von Budapest soll die Donneley-Feuerung noch in neuerer Zeit zahlreich ausgeführt werden, wobei den Einschränkungen in der Wahl des Brennstoffs durch Neigung der Rostfläche gegen die Sohle der Feuerung auf 110° angeblich mit gutem Erfolg begegnet werden konnte.

Hierzu gehören einerseits die Wahl geeigneter Brennstoffe, die aber unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse gleichzeitig auch preiswürdig sein sollen; ferner reines Speisewasser, das übrigens auch von anderen Gesichtspunkten aus im Kesselbetrieb billigerweise zu fordern ist. Andererseits verursacht die Einrichtung höhere Anlagekosten als der Planrost und kann von den Nachteilen der Vorfeuerung nicht ganz freigesprochen werden.

Eine der Donneley-Feuerung verwandte Bauart ist die Korbrost-Feuerung von L. H. Thielmann, Braunschweig;¹⁾ über ihre Anwendung ist wenig bekannt geworden.

Der Langensche Etagenrost²⁾ sucht dieselbe Feuerführung, wie sie den eben besprochenen Einrichtungen eigen ist, ohne Benutzung eines von der Flamme durchströmten Rostes dadurch zu erreichen, daß der frische Brennstoff unter die Glutschicht geschoben wird.³⁾ Die Anordnung ist aus Fig. 142 in der von der Maschinenbauanstalt Humboldt, Kalk bei Köln a. Rh., gebauten Form ersichtlich. Um die hinteren Enden der Roststäbe und deren Träger gegen Verbrennen zu schützen, sind letztere als querliegende, etwas ansteigende Wasserrohre *a* ausgebildet, auf welche sich die besonders geformten Roststäbe stützen. Die an die Rohre *a* abgegebene Wärme wird größtenteils wieder in den Kessel übergeführt, indem das durch die Rohre fließende Wasser vom Behälter *R* für Kesselspeisezwecke angewärmt wird.

Die Bedienung der Feuerung ist folgende: Der Heizer gibt auf die Platten *p*, *p*₁, *p*₂ für je 30 cm Rostbreite etwa eine Schaufel Kohlen auf. Alsdann drückt er mit einer breiten Krücke zuerst die zu unterst aufgeworfenen, dann die auf der mittleren Stufe liegenden Kohlen in den Feuerraum und stößt endlich von oben so viel nach, als erforderlich ist, um die in der Brennstoffschicht entstandenen Lücken zu schließen, worauf er wieder auf alle Platten frische Kohlen aufwirft.

Diese Art der Beschickung hat zur Folge, daß der eingeschobene frische Brennstoff teilweise unter die davor liegende, bereits glühende Kohle gelangt, teilweise aber von der von oben nachsinkenden, gleichfalls in Glut befindlichen Kohle überdeckt wird. Es gelingt auf diese Weise, sofern man streng darauf achtet, daß die Reihenfolge der einzelnen Verrichtungen genau eingehalten wird und die Öffnungen zwischen den einzelnen Stufen stets sorgfältig durch frischen Brennstoff verschlossen sind, das angestrebte Ziel zu erreichen: Die frischen Kohlen werden ganz allmählich entgast und in Brand gesetzt. Bei genügender Sorgfalt

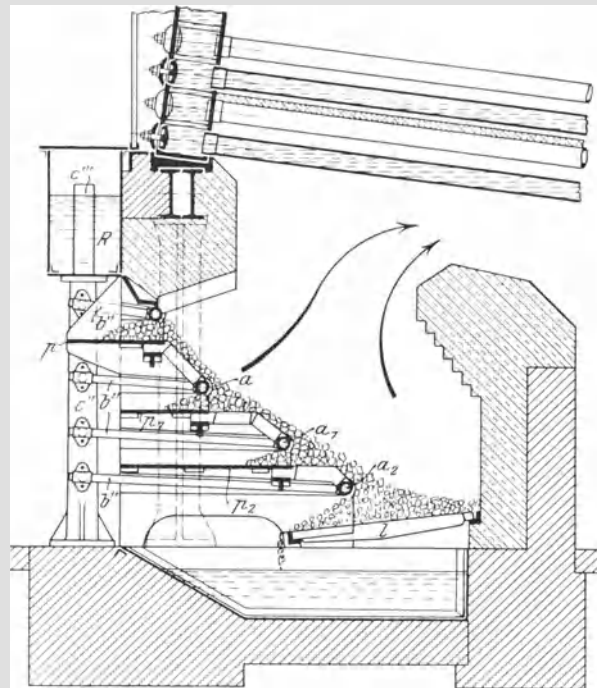


Fig. 142.
Langenscher Etagenrost.

¹⁾ S. auch R. Striebeck, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1891, S. 1021, 1208 und 1209.

²⁾ S. auch Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1886, S. 775 und 776, 1889, S. 822 und Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1883, S. 136 und 138.

³⁾ Eine Reihe anderer Einrichtungen, bei denen der frische Brennstoff unter die glühende Kohle geschoben wird, findet sich im Abschnitt V.

kann es über mehrere Beschickungen dauern, bis die vollständig entgaste Kohle an die Oberfläche gelangt. — Es läßt sich daher in gleicher Weise wie bei den vorhergehenden Einrichtungen durchaus rauchschwache und bei geringem Luftüberschuß zugleich wirtschaftliche Verbrennung erzielen. Voraussetzung ist jedoch hierfür eine sehr sorgfältige Bedienung, welche im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Donneley-Feuerung nicht nur große Aufmerksamkeit und Verständnis des Heizers fordert, sondern auch diesen, namentlich bei starkem Betrieb, fortdauernd in Anspruch nimmt. Eine Steigerung der Wärmeentwicklung mag die Feuerung wohl zulassen; bei den zunehmenden Anforderungen an den Heizer, welcher doch seine sonstigen Obliegenheiten außer der Feuerung nicht versäumen darf, und bei der eintretenden Abnahme der für die Entgasung zur Verfügung stehenden Zeit ist aber nicht zu erwarten, daß sie im Betrieb immer befriedigend arbeitet. Plötzlich vorkommenden Änderungen des Wärmebedarfs wird der Etagenrost ohne Preisgabe seiner Vorzüge in bezug

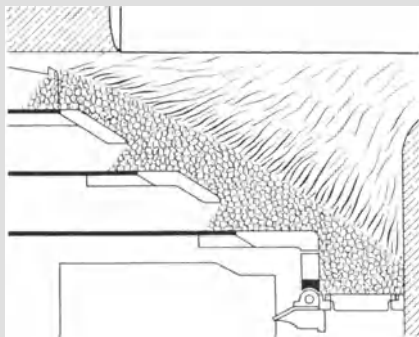


Fig. 143.

auf die Erreichbarkeit vollkommener Verbrennung überhaupt nicht zu folgen vermögen. Stark backende Brennstoffe sind für diese Feuerung ebenfalls ungeeignet. Die Schlacken sammeln sich infolge der Beschickung von Stufe zu Stufe auf dem Schlackenrost *l*, von wo aus sie ohne Störung der Verbrennung hervorgezogen werden können.

Der Verbrauch an Roststäben und Roststabträgern, der die ursprüngliche Ausführung (Fig. 143) des Etagenrostes zum Scheitern brachte,¹⁾ ist zwar durch die späterhin getroffene Anordnung nach Fig. 142 erheblich vermindert, jedoch dürfte er immer noch eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen. Nachteilig für die Konstruktion ist außer der umständlichen Bedienungsweise auch der Umstand, daß sie sich nur für Vorfeuerung bzw.

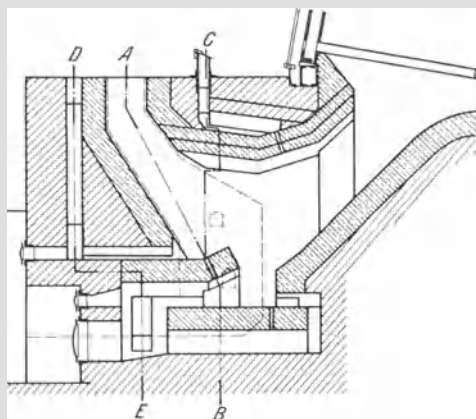


Fig. 144.

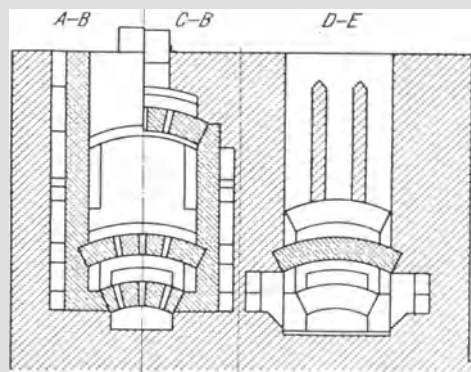


Fig. 145.

Stroganoff-Feuerung.

Unterfeuerung eignet, daß also namentlich bei Verwendung hochwertiger Brennstoffe eine Wärmeausnutzung, wie in einer zweckmäßig gebauten Innenfeuerung, kaum möglich ist.

¹⁾ Die in den glühenden Kohlen steckenden Enden der nicht unterstützten Roststäbe nahmen eine sehr hohe Temperatur an, senkten sich teilweise durch, erschwerten infolgedessen eine geordnete Bedienung im höchsten Grade und brannten schließlich ab. Eine Unterstützung durch gewöhnliche, nicht gekühlte Rostträger war gleichfalls nicht durchführbar, da diese noch vor den Stäben wegbrannten.

Auf alle Fälle stehen den nicht gerade billigen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten keine entsprechenden Vorteile gegenüber. Eine nennenswerte Verbreitung hat daher diese Einrichtung nicht gefunden.

Die Fig. 144 und 145 stellen eine Vorfeuerung — Bauart J. A. Stroganoff, von A. Müller & Co. in Moskau — dar, bei welcher an Stelle eines eigentlichen Rostes Mauergewölbe stufenförmig angeordnet sind. Die Stroganoff-Feuerung kommt deshalb nur für geringwertige Brennstoffe in Betracht. Sie ist in dieser oder verwandter Ausführung in den waldreichen Gegenden Rußlands und Finnlands zur Verbrennung von Scheiterholz wie auch von allerhand Holzabfällen vielfach im Gebrauch und hat sich hierfür bewährt. Gewöhnlich ist über der Feuerung ein gußeiserner Schüttkasten aufgesetzt. In dessen Fuße befindet sich eine Absperrklappe, oben ist er mit einem Deckel versehen. Der Kasten wird bei abgesperrter Drehklappe gefüllt, der abgemessene Inhalt desselben fällt nach Öffnung der Klappe, bei geschlossenem Deckel in bestimmten Zeiträumen in den stets ziemlich voll gehaltenen Feuerraum. Zur Verhütung unvollkommener Verbrennung sind Kanäle für Oberluftzufuhr vorgesehen; der Querschnitt ist durch außenliegende Klappen einstellbar. Wird ziemlich trockenes Holz verbrannt, so macht sich ein beträchtlicher Oberluftbedarf geltend, da der Brennstoff hoch geschichtet ist und infolge der Einwirkung des reichlichen Wärmespeichers die Entgasung rasch vor sich gehen kann, selbst wenn nur wenig anfachende Unterluft zuströmt.

IV. Feuerungen mit ununterbrochener Beschickung ohne Kraftbetrieb.

Verbrennung der Kohle auf einem geneigten Rost, wobei die Beschickung infolge des Eigengewichts selbsttätig aus einem Fülltrichter erfolgt.

A. Allgemeines.

Die hier in Betracht kommenden Roste zerfallen in Treppenroste und Schrägroste. Während die letzteren vom Planrost sich nur durch die schiefe Lage ihrer Stäbe unterscheiden, besitzen die ersteren die Form einer Treppe mit eng gestellten Stufen, die in der Regel wagerecht liegen, zuweilen aber auch, wie beim Einbecker und beim Münchener Stufenrost, schräg gestellt sind.

Der Vorteil des Treppenrostes gegenüber dem Schrägrost besteht darin, daß er eine erhebliche Steigerung der freien Rostfläche, wie es für geringwertige Brennstoffe erforderlich ist, zuläßt, ohne daß hieraus eine Zunahme des Verlustes in durchfallenden (unverbrannten) Brennstoffteilchen erwachsen würde. Dagegen leidet der Treppenrost an dem Nachteil, daß die Schlacken sich leichter zwischen den Stufen festsetzen können. Bei Verfeuerung hochwertiger Brennstoffe (Steinkohlen) werden die Stäbe nicht standhalten, oder zum mindesten einem sehr starken Verschleiß unterliegen, weil die Stufen des Treppenrostes der Glutschicht größere Berührungsfläche darbieten als die Stäbe des Schrägrostes. Da die Asche sich nicht selbsttätig vom Rost ausscheidet, rutschen zuweilen Brennstoff und Schlacke weniger leicht nach. Ferner ist die Übersichtlichkeit des Treppenrostes etwas geringer.

Ohne Störungen in der Arbeitsweise der Feuerung im Gefolge zu haben, kann wohl der Gehalt des Brennstoffs an Unverbrennlichem ein beträchtlicher sein,¹⁾ wenn nur die Verbrennungstemperatur auf dem Rost nicht zu hoch und die Art der Schlackenbildung lose und nicht schmierend ist.

Hieraus ergibt sich, daß der Treppenrost mit Vorteil nur für Braunkohle, Torf und für kleinstückige Brennstoffe von ähnlichem Heizwert (Lohe, Sägespäne, Holzabfälle und dergl.) in Betracht kommen kann, die nur mäßige Verbrennungstemperaturen zu entwickeln im Stande sind, also auch keinen hohen Roststabverbrauch verursachen. Schon bei griesiger Steinkohle mit großem Rückständegehalt und verhältnismäßig geringem Heizwert, die auch zuweilen auf Treppenrosten verbrannt wird, steigt der Verbrauch an Roststäben erheblich. Da nun jene Brennstoffe ihres niedrigen Heizwertes halber für eine bestimmte Dampfleistung die Verbrennung großer Mengen erfordern, und da die verhältnismäßig gering sich er-

¹⁾ Vergl. namentlich S. 143 u. f.

gebende Verbrennungstemperatur die den Feuerraum umschließenden Teile keinem so großen Verschleiß aussetzt, so beschränkt sich die Anwendung des Treppenrostes zur Hauptsache auf Vorfeuerungen oder Unterfeuerungen, welche bei dem größeren Spielraum hinsichtlich Anordnung und Abmessungen auch dem Bedürfnis nach einer größeren Rostfläche nachzukommen gestatten.

Der Schrägrost dagegen besitzt ein viel größeres Verwendungsgebiet. Zwar wird sich für ihn stark backender Brennstoff und solcher mit ungünstiger (schmierender) Schlackenbildung, ebenso wie für den Treppenrost, insofern schlecht eignen, als hierbei der gleichmäßige Niedergang des Brennstoffes, welcher für das rauchfreie Arbeiten dieser Roste die erste Voraussetzung bildet, erheblich beeinträchtigt wird.¹⁾ Im übrigen aber ist der Schrägrost weder an bestimmte Feuerungssysteme, noch an bestimmte Brennstoffgattungen gebunden; diese müssen nur genügende Korngröße besitzen, da sonst zu befürchten steht, daß viel unverbrannte Teile durch die Rostspalten fallen,²⁾ welche Gefahr allerdings durch geeignete Vorkehrungen (seitliche Ansätze des Roststabes der Tenbrink-Feuerung und dergleichen) einigermaßen eingeschränkt werden kann.

Als beschickende Kraft dient bei allen geneigten Rosten die Schwerkraft des Brennstoffs selbst. Der in einem Fülltrichter befindliche Brennstoff gelangt durch eine in der Regel verstellbare Öffnung auf den Rost und bedeckt diesen derart, daß die Oberfläche der Brennstoffschicht sich dem natürlichen Böschungswinkel entsprechend einstellt, welcher um so genauer eingehalten wird, je gleichartiger der Brennstoff beschaffen ist. Ist die Neigung des Rostes dem Böschungswinkel gleich, so besitzt die Schicht, abgesehen von etwaigen Sperrungen durch Schlackenansatz und dergl., auf der Länge des ganzen Rostes gleiche Höhe; ist sie kleiner, so ergibt sich die Schicht oben dicker als unten und ist sie größer, so stellt sich das Umgekehrte ein. Die Längenabmessung der geneigten Roste wird ebenso wie beim Planrost in erster Linie durch die Forderung begrenzt, daß die Übersichtlichkeit und die Zugänglichkeit bei der Bedienung sich nicht schwierig gestalten darf. Wenn nun auch die Beförderung des Brennstoffs nach hinten bzw. unten beim geneigten Rost nicht besondere Ansprüche an die Gewandtheit des Heizers stellt, so ist es doch ratsam, eine Länge von 2 m nicht zu überschreiten.

Die Verbrennung auf dem geneigten Rost verläuft nun folgendermaßen:

Der Brennstoff gelangt abwärts in dem Maße, als die Glut abbrennt und die Rückstände (Schlacke und Asche) entfernt werden; gleichzeitig würde aber auch die Schichthöhe abnehmen, wenn sie sich nicht durch den Nachschub aus dem Fülltrichter immer wieder ergänzen könnte.

Der Nachschub ist von großem Einfluß auf die Vollkommenheit der Verbrennung. Findet der Abbrand an allen Stellen (auf die ganze Länge) des Rostes gleichmäßig statt, so wird immer von Zeit zu Zeit, sobald die Schichthöhe um ein bestimmtes, von der Korngröße des Brennstoffs abhängiges Maß abgenommen hat, eine Lage frischer Kohle, über den ganzen

¹⁾ Auch Mischungen verschiedener Brennstoffe werden bei beiden Rostarten eher zu Übelständen Veranlassung geben, als z. B. auf dem Planrost, da sich infolge des verschieden raschen Abbrandes und der verschiedenen Schwere Unregelmäßigkeiten im selbsttätigen Nachschub einstellen können. Auf alle Fälle sollten die Eigenschaften der zu mischenden Brennstoffe derart sein, daß ihre Verbrennungsbedingungen entweder nicht allzuweit auseinander liegen, oder sich gegenseitig ergänzen. So kann es z. B. vorteilhaft sein, auf dem Schrägrost eine westfälische Fettkohle, die wenig, aber schmierende Schlacke absondert, mit einer Saarkohle zu vermischen, welche zwar mehr, aber lose Schlacke gibt.

²⁾ Diese Gefahr ist bei allen Rosten, auf denen der Brennstoff wandert, viel größer als beim gewöhnlichen Planrost, weshalb auf dem letzteren kleinstückige Kohle eher ohne Nachteil verbrannt werden kann.

Rost sich ausbreitend, aus dem Fülltrichter niedersinken. Man hat also eine periodische Beschickung, bei der zwar ein übermäßiger Luftzutritt ausgeschlossen ist, bei der jedoch die Bildung von Rauch wegen der Größe der Beschickung und dem dadurch verursachten Anwachsen der Gasentwicklung nicht ohne besondere Vorkehrungen verhindert werden kann. Die Verhältnisse liegen ähnlich wie beim periodisch beschickten Planrost. Es fehlt an einer hinreichenden Anpassung von Luftzufuhr und Luftbedarf.

Um eine dauernd gleichmäßige, langsame Entgasung, sowie einen allmählichen Nachschub zu erzielen und das Überstürzen nicht entgasten Brennstoffs möglichst zu vermeiden, muß daher beim Bau geneigter Roste das Bestreben dahin gerichtet sein, die eigentliche Verbrennungszone auf den mittleren und noch mehr auf den unteren Teil des Rostes zu verlegen, so daß die dort rascher abnehmende Schicht von oben aus beständig ergänzt wird, daß also ein ununterbrochen fortlaufendes Wandern des Brennstoffs über den Rost sich einstellt und jener, bevor er in die unten liegende Hauptverbrennungszone gelangt, auf dem oberen Teil des Rostes die nötige Zeit zur Entgasung findet. Ein derartiger Verlauf der Verbrennung wird allgemein dadurch erreicht, daß man die Luftzufuhr zum oberen Teil des Rostes hemmt, was auf die verschiedenste Weise durchgeführt werden kann.

Erfolgt die Ausscheidung der flüchtigen Bestandteile tatsächlich annähernd gleichmäßig, so kann es mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Feuerung angezeigt sein, durch besondere Vorkehrungen die Entgasung zu befördern. Wird aber deren Beschleunigung weit getrieben, so macht sich wieder die Zuführung von Oberluft notwendig, und zwar in diesem Falle nicht zeitweilig, sondern dauernd.

C. Weinlig¹⁾ wählte für den Treppenrost die Neigung so, daß die Brennstoffschicht oben erheblich stärker (mehr als doppelt so stark) als unten sich ergab. Das bringt aber gewisse Nachteile mit sich. Die Neigung des Rostes kann für geordneten Nachschub zu gering werden, besonders wenn der letztere auch noch dadurch beeinträchtigt wird, daß die Schlacken sich leicht festsetzen. In diesem Falle ist die Nachhilfe des Heizers in erhöhtem Maße erforderlich. Da der Böschungswinkel mit der Beschaffenheit der Kohle wechselt, so wird man eine zweckmäßige Verteilung der zur Verbrennung erforderlichen Luft möglichst unabhängig von den Eigenschaften des Brennstoffes und der Rostneigung herbeizuführen suchen, wodurch es gleichzeitig ermöglicht wird, letztere so festzulegen, wie sie sich mit Rücksicht auf den Nachschub und die Schlackenbildung als günstig erweist.

Bei einigen Treppenrostfeuerungen, sogenannten Halbgasfeuerungen, wird derart verfahren, daß man die Verschiedenheit der Schichthöhe zwar beibehält, sie jedoch dadurch unabhängig von der Rostneigung macht, daß entweder der obere Teil des Rostes gegen den unteren zurückgesetzt wird (Feuerung F. A. Schulz, Fig. 162), oder daß man durch Einbau eines Wehres den Brennstoff auf dem oberen Teil des Rostes zurückhält (Feuerung von E. Völcker, Fig. 164 und 165 und von C. Reich, Fig. 168 und 169). Zur richtigen Verteilung der Brenngeschwindigkeit auf die verschiedenen Zonen des Rostes derart, daß tatsächlich eine ununterbrochene langsame Entgasung des Brennstoffes stattfindet, bevor er auf dem mittleren und unteren Rostteil zu einer, lebhaften Verbrennung gelangt, genügt neben passender Einstellung der Rostneigung eine zweckmäßige Gewölbeanordnung.

In anderer Weise erreicht man beim Tenbrink-Rost, Fig. 177 die richtige Verteilung der Luftzufuhr und des Verlaufs der Verbrennung. Man läßt die mit dem Beschickungs-

¹⁾ S. den lehrreichen Vortrag von C. Weinlig: „Treppenroste und Planroste“, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1879, S. 18.

trichter verbundene Rostplatte ziemlich tief in den Verbrennungsraum hineinragen und hemmt außerdem noch auf dem oberen Teil des Rostes den Luftzutritt dadurch, daß man entweder die Roststäbe oben mit seitlich angesetzten Rippen versieht, oder sie, wie beim Thost'schen und Kuhn'schen Rost, oben dicker macht als unten, wodurch die Rostspalten oben sehr eng ausfallen und sich erst allmählich nach unten erweitern. Eine derartige Anordnung erweist sich übrigens schon als nötig, um das Durchfallen kleiner Brennstoffstückchen zu verhindern, dem gerade auf dem oberen Teil des Rostes vorzubeugen ist, weil hier ein Zusammenbacken oder ein Zusammensintern dieser Teilchen noch nicht stattfindet.

Die Entgasung des langsam nachrutschenden frischen Brennstoffs befördert man dagegen bei den Feuerungen nach dem System Tenbrink dadurch, daß man durch Unterbringen des Rostes in einem besonders gestalteten Kesselteil, der sogenannten Tenbrinkvorlage, Fig. 177 durch Anordnung eines besonderen Quersieders über dem Rost, Fig. 184 durch vorgezogene Feuerbrücken oder dergleichen die von unten, der eigentlichen Verbrennungszone abströmenden Gase zwingt, entgegen dem allmählich abwärts sinkenden Brennstoff über diesen hinweg nach oben abzuziehen, um mit ihrer Wärme unmittelbar (also ohne Zwischenschaltung eines Wärmespeichers) auf die frische Kohle einzuwirken. Infolge dieser Anordnung ist die Vermischung von Gasen und Luft eine sehr rasche und innige, die nötige Temperatur ist auch immer gewährleistet, so daß im Falle des Vorhandenseins genügender Luftmenge die flüchtigen Gase sofort nach ihrer Ausscheidung zur Entzündung gelangen. Bei regelmäßigem selbsttätigen Nachrutschen ist nun die Entgasung eine dauernde und der Luftbedarf wenig veränderlich; es ist daher unschwer, eine praktisch genügende Anpassung der Luftzufuhr zu erzielen. Reicht die durch Rost und Brennschicht hindurchtretende Luftmenge zur vollkommenen Verbrennung der flüchtigen Bestandteile nicht aus, so ist dauernd angemessene Oberluft zuzuführen, was hier in wirksamer Weise von vorn, über den Beschickungskanal hinweg gegen die Gasabströmung geschehen kann.

Setzt aber der gleichmäßige Nachschub aus, so kann zunächst der Luftüberschuß und damit der Abwärmeverlust infolge zu starken Abbrandes der Schicht erheblich anwachsen. Nach der alsdann erforderlichen Nachhilfe seitens des Heizers stellt sich für einige Zeit in verstärktem Maße eine Ausscheidung der Gase und hierdurch über dem Rost Luftmangel ein, welcher Rauchbildung zur Folge hat.

In Erwägung dieser Vorgänge eignet sich die Tenbrink-Feuerung nur für Brennstoffe, die solche Eigenschaften aufweisen, daß sowohl Abbrand als Nachschub möglichst gleichmäßig von statten gehen, und wenig Nachhilfe erforderlich ist.

B. Treppenrost-Feuerungen.

Treppenrost von F. Münter in Halle a. S. Er stellt eine allgemeine Konstruktion nach Fig. 146—148 dar, wie sie auch vom Spezialwerk Thost, G. m. b. H., Zwickau, und anderen Firmen gebaut wird. Hauptsächlich ist er für die Verheizung von mitteldeutscher Braunkohle im Gebrauch. Der Neigungswinkel ist kleiner als der Böschungswinkel des Brennstoffs. C. Cario gibt an, daß der letztere bei Schüttung im Freien ungefähr 38° betrage; er falle aber auf dem Rost im Betriebe geringer aus wegen des Trocknens und Zerfallens der Kohle und wegen des durch den Luftzug bewirkten Druckes. Man müsse daher mit dem Neigungswinkel unter Umständen bis 27° herunter gehen. Dabei ist es in bezug auf Erzielung vollkommener Verbrennung zweckmäßig, wenn die Brennstoffschicht sich oben etwas stärker ergibt als unten. Dies kann auch das selbsttätige Nachsinken der Kohle

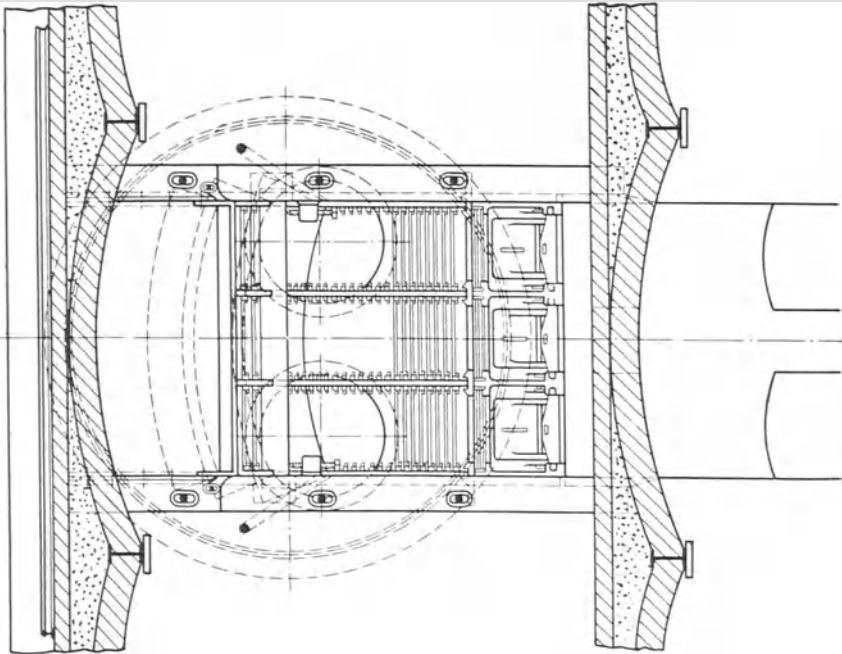


Fig. 147.

Fig. 146 bis 148. Treppenrost von Münter.

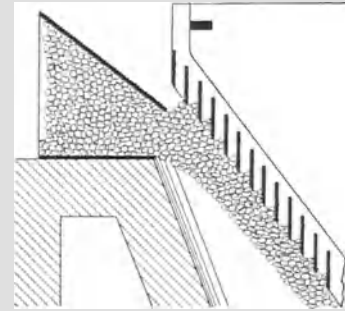


Fig. 149.

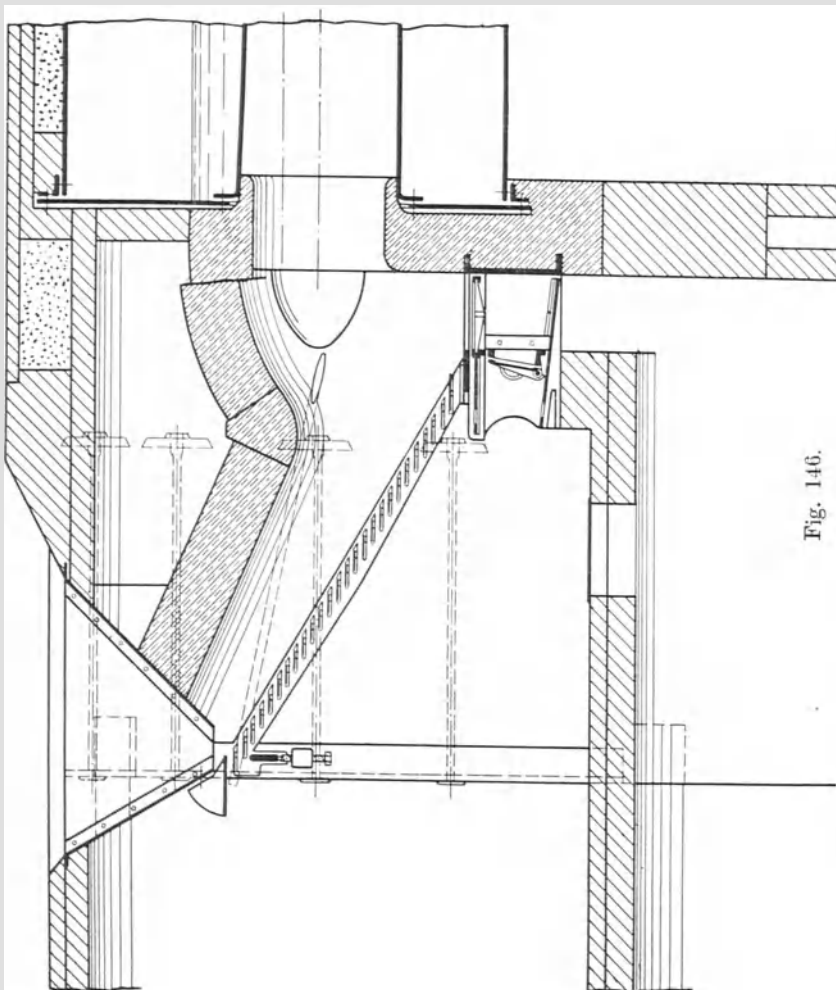


Fig. 146.

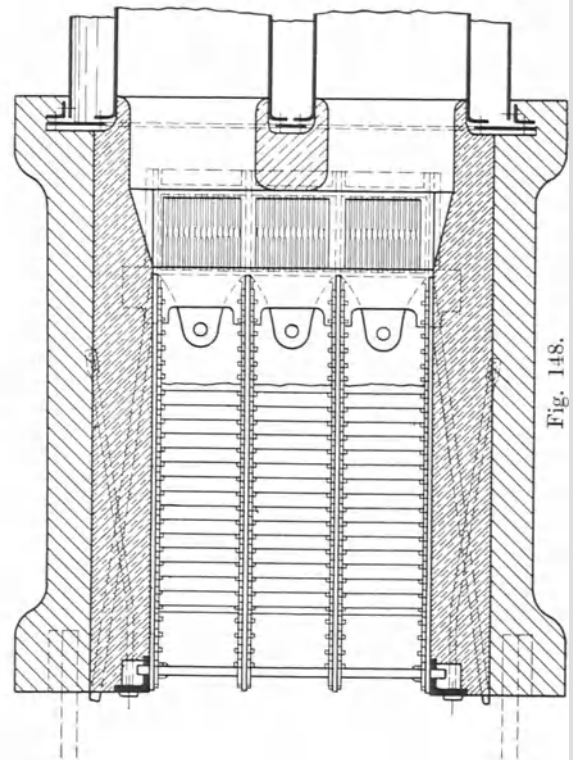


Fig. 148.

und die Schlackenbildung nur günstig beeinflussen. Auf alle Fälle ist zu verhüten, daß die Kohle bzw. Glut auf dem unteren Teil der Feuerung sich anhäuft.

Die seitlich angeordneten Schrauben dienen zum Verstellen des Neigungswinkels der Rostwangen. C. Cario empfiehlt an Stelle der Stellschrauben keilförmige Unterlegstücke.

Die in Fig. 146 verbreitert eingezeichnete obere Treppenstufe hat den Zweck, für die sonst durch den Schürspalt herausfallenden Kohlen eine Unterstützung zu bilden, und zwar nicht allein in der Ruhelage, sondern auch beim Schüren, für die hierbei verschlepten Kohlenteile. Zweckmäßiger ist es, den Trichter nach Fig. 149 anzulegen. Bei dieser Anordnung folgt die Kohle am sichersten und die Verbreiterung der oberen Stufe fällt fort. Die Rückstände (Asche und Schlacke) sammeln sich gemeinsam mit niedergerollter, oder auf der Treppe nicht ganz ausgebrannter Kohle auf einem am Fuße derselben befindlichen kleinen Planrost. Um zu vermeiden, daß beim Entfernen der Rückstände überschüssige Luft in die Feuerung gelangt, ist folgende Einrichtung getroffen. Der Schlackenrost ist als Schieber ausgebildet und es befindet sich unter ihm ein Kasten, welcher durch einen zweiten nicht durchbrochenen Schieber mit dem Aschefall in Verbindung steht oder durch eine geeignete Verschußklappe nach dem Heizerstand geöffnet werden kann. Der untere, sogenannte Blindschieber soll für entsprechende Luftzufuhr mehr oder weniger offen gehalten werden, je nachdem auf dem Planrost mehr oder weniger Rückstände liegen. Beim Entfernen der Rückstände wird der Blindschieber geschlossen und der Planrost geöffnet, die Schlacken fallen in den Kasten, aus dem sie, nachdem der obere Schlackenrost wieder geschlossen ist, in den Aschefall befördert oder nach vorn entfernt werden können. Um die Brennstoffschicht bei herausgezogenem Planrost zu halten, ist die untere Treppenstufe nach innen verbreitert. Dieser Zweck wird jedoch besser erreicht, wenn durch konstruktive Ausbildung dafür gesorgt ist, daß sich der Planrost nicht ganz wegziehen läßt. Die breite Stufe stört immerhin die Verbrennung und das Abgleiten der Schlacke auf den Planrost während des Betriebs.

Zur Beobachtung der Flamme sind seitlich Schauöffnungen vorgesehen. Dieselben werden indessen zweckmäßiger ohne Verwendung von Rohren konisch ausgeführt, so, daß sie außen nur einen Durchmesser von ungefähr 10 mm zu haben brauchen. Ein besonderer Verschuß ist alsdann nicht erforderlich, und bei entsprechender Erweiterung nach innen ist ein großes Gesichtsfeld für das Feuer geboten.

Fig. 150 stellt eine Schüttfeuerang mit Treppenrost von J. A. Topf & Söhne, Erfurt, in Verbindung mit einem Flammrohrkessel dar. Die Überwölbung des Schürraums und Zuführung des Brennstoffs von oben durch einen großen Schüttrichter bietet den Vorteil eines sehr geringen Arbeitsaufwandes für die Beschickung, da der Brennstoff unmittelbar vom Wagen oder durch Becherwerk, Schnecken und dergleichen auf die Feuerung gebracht werden kann. Diese Anlagen werden je nach den Verhältnissen natürlich auch für Beschickung von Hand ausgeführt, wobei der obere Füllschacht, und zuweilen auch die Schutz- und Regulierplatte unterhalb desselben in Fortfall kommt, wie dies beispielsweise aus Fig. 151 ersichtlich ist.

Bei der ersteren Ausführung ist unterhalb des Füllschachts ein Verschuß angeordnet; er dient zur Zuführung und Absperrung des Brennstoffs. Diese Vorrichtung besteht aus einer Anzahl zugespitzter Rundeisen (Stempel), welche eine Art Rost bilden, unter dem sich dichtschießende Absperrschieber befinden. Die Stempel lassen sich bequem durch den Brennstoff stoßen, worauf die Schieber vom Druck des Schachthaltens entlastet sind und sich leicht bewegen lassen. Sie gestatten ferner, den Brennstoff an verschiedenen Stellen mehr

oder weniger nachrutschen zu lassen, was hauptsächlich nach dem Abschlacken und den Betriebspausen in Betracht kommt, während welcher Zeiten der Brennstoffzulauf mittels der Schieber abgeschlossen wird. Der Verschuß hindert auch ein Heraufbrennen des Feuers

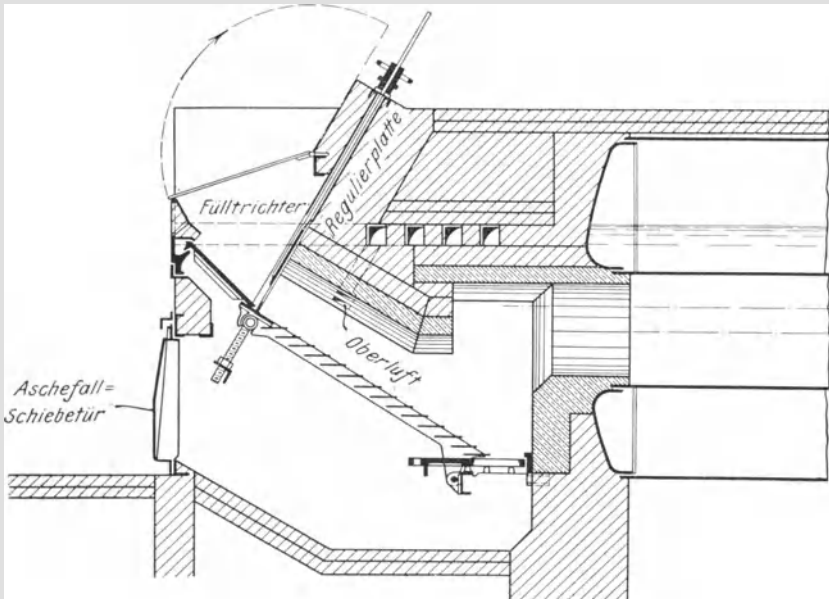


Fig. 150.

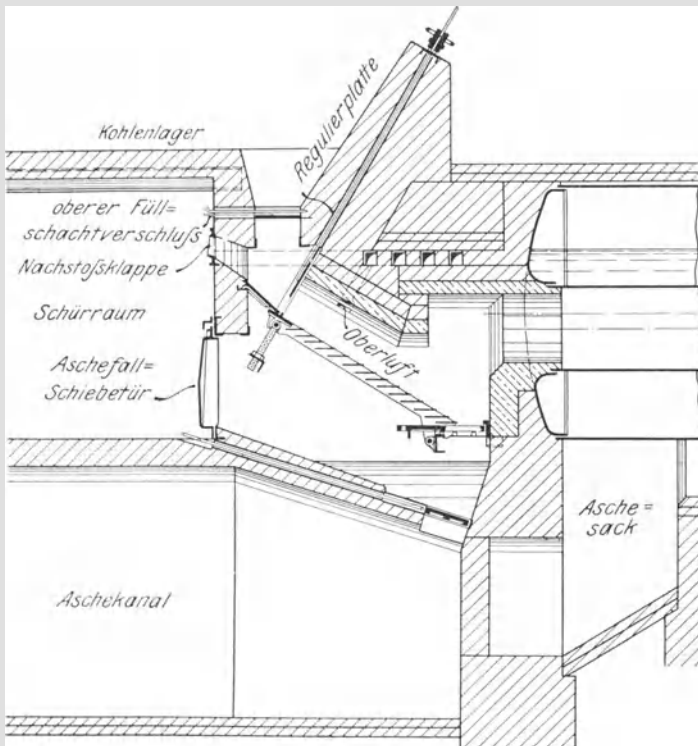


Fig. 151.

Treppenrost-Schüttfeuerungen von Topf & Söhne.

langsamen Erhitzung des Brennstoffs einen allmählichen Übergang von der Entgasung zur Verbrennung erhält.

Fig. 152 zeigt die Anordnung einer Topfschen Treppenrost-Regulier-Schüttfeuerung an

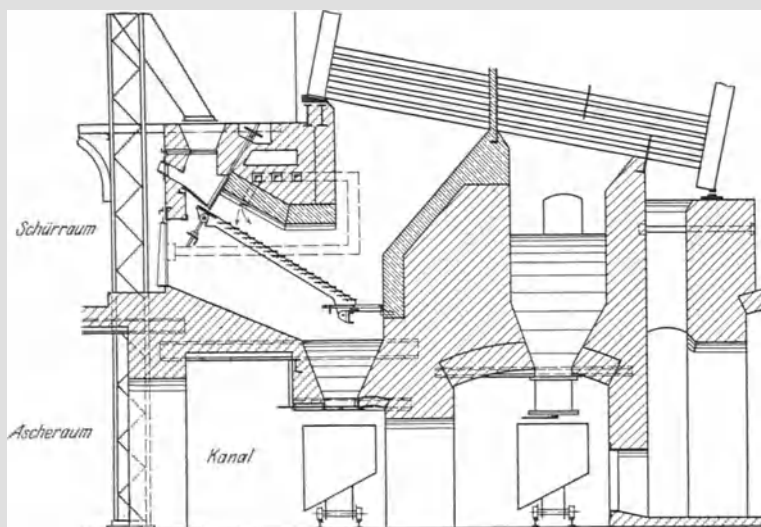
in den Füllschacht beim Absperren des Zuges während der Betriebspausen. Über dem Rost ist zum Schutz gegen Strahlung nach vorne und zur Regulierung der Brennstoffschicht ein Verstellzieher angebracht. Am Ende des Treppenrostes befindet sich wieder ein ausziehbarer Schlackenrost. Die Rückstände können nach dem Schürraum gezogen werden, oder bei Anlegung eines Aschekanal in diesen durchfallen sobald der vom Schürraum aus zu betätigende Ascheschieber geöffnet wird. Zum Entgasungsraum führende Klappen ermöglichen das Anheizen und dienen zur Nachhilfe während des Betriebs. Dieselben sind, wie überhaupt alle Verschluss-teile, an den Auflageflächen bearbeitet, um möglichst dichten Abschluß zu bewerkstelligen.

Im Seitenmauerwerk werden im allgemeinen Kanäle für Oberluftzufuhr angeordnet, welche an geeigneter Stelle im Feuerraum einmünden und an der Stirnwand mit verschließbaren Klappen zur Regelung versehen sind.

Zur genaueren Anpassung des Neigungswinkels an die Brennstoffsorte und deren Eigenschaften während des Betriebs ist der Rost mit seitlichen Verstellvorrichtungen mit Links- und Rechtsgewinde versehen.

Je nach dem Brennstoff schiebt sich über dem Rost ein kürzeres oder längeres Gewölbe vor, in jeweils geeigneter Form und Lage zum Rost, so, daß man mit der

einem Wasserrohr-Kessel. Hier wird der Brennstoff durch schmiedeeiserne Rohre zugeführt, welche die Verbindung zwischen dem, über dem Schürraum angeordneten Lager und dem Füllschacht der Feuerungen herstellen und genügend Raum zum Reinigen und Auswechseln der Wasserrohre des Kessels gewinnen lassen.



Feuerungen herstellen und genügend Raum zum Reinigen und Auswechseln der Wasserrohre des Kessels gewinnen lassen.

Das Bestreben, die Bauart der Feuerungen den jeweiligen Sonderverhältnissen anzupassen, kann je nach dem Verwendungszweck von Fall zu Fall noch mancherlei innerliche oder äußerliche Abweichungen von den hier zur Darstellung gebrachten Konstruktionen veranlassen.

Fig. 152.

Treppenrost-Schüttfeuerung von Topf & Söhne für Wasserröhrenkessel.

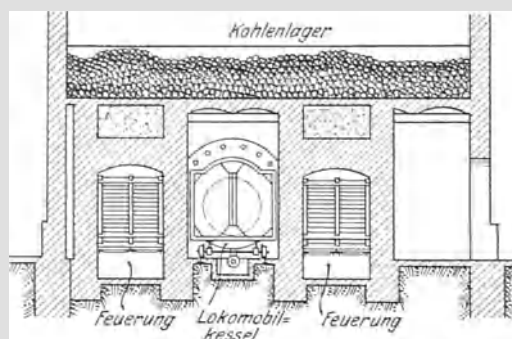
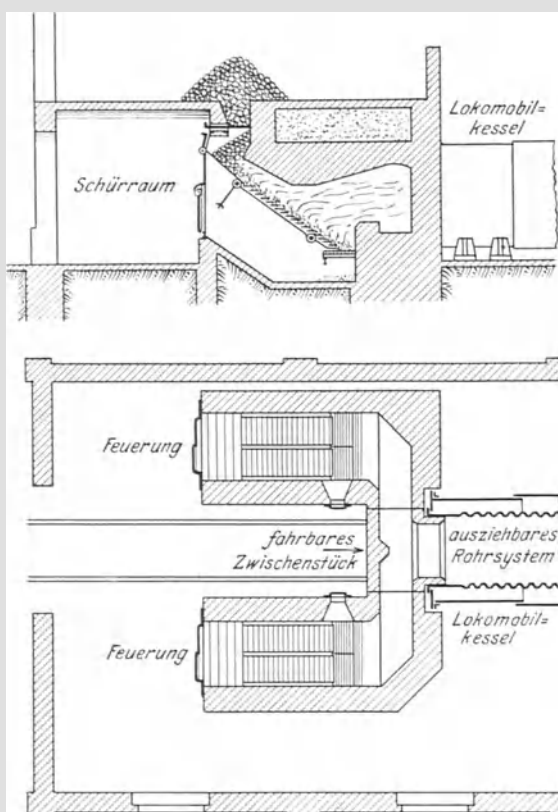


Fig. 153 bis 155.

Treppenrost-Schüttfeuerung von Topf & Söhne für ausziehbare Lokomobilkessel.

So werden z. B. für Lokomobilen mit ausziehbarem Röhrenkessel fahrbare Feuerungen aus feuerfestem Mauerwerk ausgeführt, die vollständig mit einem schmiedeeisernen Gehäuse umgeben und auf zwei Räderpaaren gelagert sind. Bei großen Lokomobilen oder in Fällen, in denen mit Rücksicht auf die Geringwertigkeit des Brennstoßs für fahrbare Anlagen die Ab-

messungen der Feuerung zu groß und die Kosten des eisernen Gehäuses unverhältnismäßig hoch ausfallen, werden auch Anordnungen getroffen, welche eine oder zwei feststehende gemauerte Feuerungen seitlich vor der Lokomobile vorsehen. Die Fig. 153—155 veranschau-

lichen eine derartige Anlage. Um den Röhrenkessel ausziehen zu können, braucht nur das Zwischenstück, welches die zwei seitlichen Feuerungen verbindet, fahrbar ausgebildet zu sein. Diese Anordnungen kommen natürlich nur da in Betracht, wo ihrem großen Raumbedarf nichts im Wege steht. Die inneren Einrichtungen für den Betrieb der Feuerungen entsprechen denjenigen für andere Kesselbauarten.

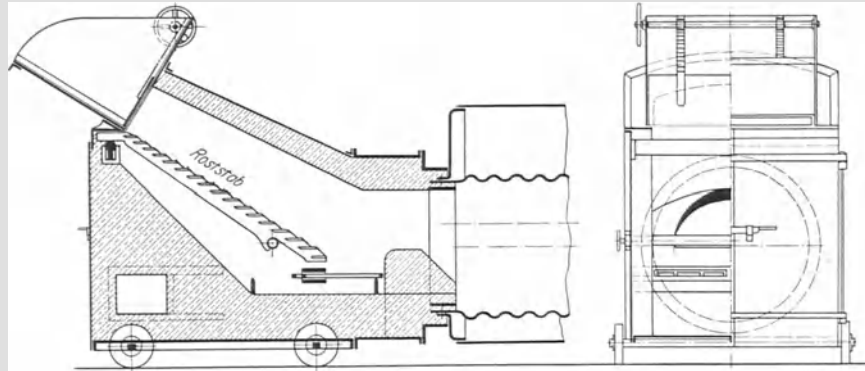


Fig. 156 und 157.

Das Spezialwerk Thost, G. m. b. H., Zwickau, liefert nach Fig. 156 und 157 fahrbare Treppenrostfeuerungen für Lokomobilen mit ausziehbarem Röhrenkessel. Das Ganze ist in einem ausgemauerten schmiedeeisernen Gehäuse fertig zusammengebaut. Die Verbindung mit der Feuerbüchse wird mittels eines Anschlußringes hergestellt, der sich am

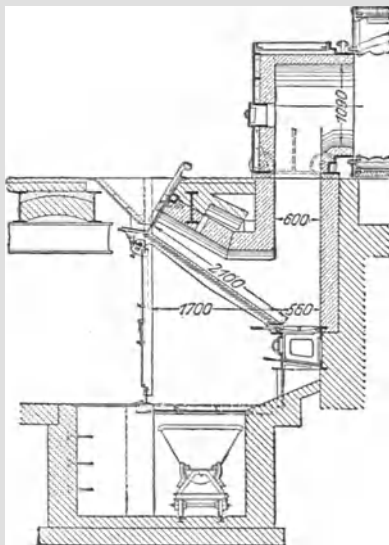


Fig. 158.

Wolfsche Treppenrostfeuerung für ausziehbare Lokomobilkessel.

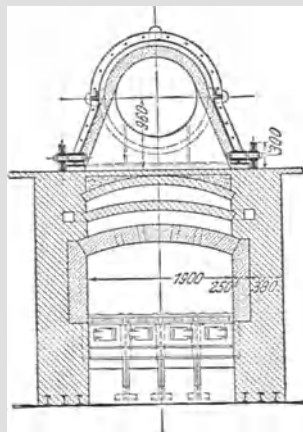


Fig. 159.

Feuerungsgehäuse befindet. Zur Einstellung der Schichthöhe, bzw. zum Abschlusse des Trichters gegen den Rost dient ein mit Zahngetriebe und Handrad betätigter Schieber. Auffallend ist das auf die ganze Länge des Rostes in wenig zunehmender Entfernung von demselben vorgeschobene Gewölbe, das nicht gerade vorteilhaft erscheint. Quer über dem Rostanfang wird auch Zuführung vorgewärmter Oberluft vorgesehen, deren Menge durch Schieber an der Stirnwand regelbar ist.

Fig. 158—160 zeigen eine Unterflur-Treppenrost-Feuerung, wie solche namentlich für den Gebrauch von erdigen Braunkohlen von der Ma-

schinenfabrik R. Wolf, Magdeburg-Buckau, für ihre bekannte Bauart freistehender, ausziehbarer Röhrenkessel ausgeführt wird.¹⁾ Der über der Kesselhaussohle befindliche Vorbau gestaltet sich sehr klein. Er ruht auf Rollen und kann leicht entfernt werden, wenn der Röhrenkessel, z. B. für die innere Reinigung, ausgezogen werden soll. Die gewählte Gewölbe-Anordnung erscheint für die in Frage stehenden Brennstoffe als günstig.

¹⁾ S. auch Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1908, S. 273.

Der Neigungswinkel des Treppenrostes ist innerhalb der erforderlichen Grenzen vom Schürstand des Heizers aus einstellbar. Ein mehrteiliger Schieber gestattet die Schichthöhe bzw. die Menge des durch sein Eigengewicht unter dem Böschungswinkel nachrutschenden Brennstoffs, welcher in sehr einfacher bequemer Weise dem Fülltrichter zugeführt werden kann, zu regeln. Am Fuße des Treppenrostes befindet sich ein mehrteiliger ausziehbarer Schlackenrost und unter diesem ein Kasten, welcher zu dem bereits auf S. 133 besprochenen Zweck unten mit Schiebern und vorn mit einstellbaren Türchen versehen ist. Der Raum unter dem Treppenrost wird nach dem Schürstand des Heizers zu durch eine zweiflügelige Tür abgeschlossen, in der für die Regelung des Luftzutritts unter dem Rost Klappen angebracht sind.¹⁾ Durch diese Anordnung wird die Wärmeausstrahlung des Rostes nach dem Schürstande wesentlich gemindert. Die Verbrennungsluft wird nicht dem Kesselhaus entnommen,

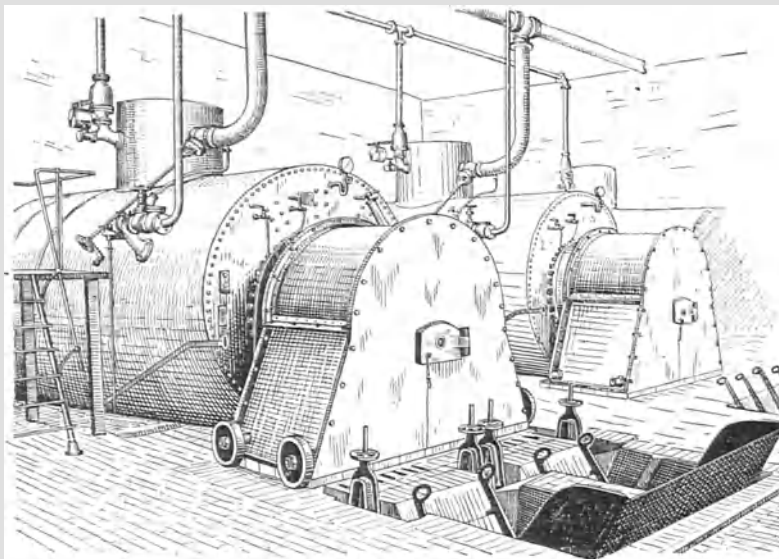


Fig. 160.

sondern es führt außerhalb des Gehäuses zum Schürgang ein Lufteintrittsschacht, dessen Überdeckung mit Schiebetüren versehen ist. Für den Bedarfsfall ist Zuführung von Oberluft durch zwei Kanäle mit verstellbaren Schiebern vorgesehen. Die Luft gelangt durch seitliche Kanäle in den Hohlraum über dem Feuerungsgewölbe, von wo sie unter ein zweites Gewölbe und an dem erhitzten Mauerwerk entlang durch einige Schlitzte in den vorderen bzw. oberen Teil des Feuerraums tritt.

Diese Bauart kommt in erster Linie für solche Lokomobilkessel in Betracht, die nicht für einen vorübergehenden oder aushilfsweisen Betrieb bestimmt sind, da der Ausbau des Schürganges die Anlagekosten erhöht. Beim Gebrauch von geringwertigen Brennstoffen an ausziehbaren Röhrenkesseln, die einem ortsfesten Dauerbetrieb dienen, ist die Anordnung zweckmäßig (übersichtlich) und sehr einfach in der Bedienung. Als Brennstoff können auch kurze Holzabfälle, faserige Sägespäne, Früchteschalen und dergleichen verwendet werden.

Von den in Zahlentafel 9 enthaltenen Ergebnissen einiger Untersuchungen bei Verfeuerung geringwertiger Braunkohlen sind die Angaben über die Heizgasuntersuchungen recht beachtenswert. Die beiden ersten Versuche weisen bei vollkommener Verbrennung 17,2 bzw. 17,0 vH Kohlensäuregehalt auf. Bei Versuch III scheint, nach der Summe von Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt zu urteilen, die Verbrennung nicht ganz vollkommen gewesen zu sein, auch der Restbetrag in der Wärmebilanz zeigt eine Zunahme. Der Kohlensäuregehalt ist zu 16,1 vH angegeben; mittels Oberluftzufuhr hätte sich wohl auch in diesem Falle vollkommene Verbrennung herbeiführen lassen. Die kurze Dauer, über welche die Versuche durchgeführt

¹⁾ Über Regelung des Luftzutritts zum Rost vergl. übrigens S. 177, Fußbemerkung 2.

Zahlentafel 9.

Bauart des Kessels	Lokomobilkessel					
Bauart der Feuerung	Treppenrost-Vorfeuerung					
Heizfläche, (wasserberührte) qm	103					
Rostfläche „	4					
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1 : 25,75					
Versuch Nr.	I	II	III			
Datum des Versuchs	16. XII. 1907	8. I. 1908	4. I. 1908			
Dauer „ „	3 st 47 min	2 st 17 min	5 st 35 min			
Brennstoff:	Sächsische Braunkohlen					
	Grube „Sophie“		Grube „Richard“			
verheizt im ganzen kg	2521	1200	3350			
„ in der Stunde „	667	424	600			
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	166,7	132	150			
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „	6,47	4,12	5,83			
Rückstände:						
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH	ca. 8	—	—			
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	7600	3547	8909			
verdampft in der Stunde „	2010	1554	1596			
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	19,51	15,09	15,50			
„ „ „ „ „ 1 „ „ bez. auf 637 WE . „	19,30	14,96	15,35			
Temperatur °C	31	29	29			
Dampf: Überdruck kg/qcm	9	8,5	8			
Erzeugungswärme WE	630	631,4	630,7			
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH	17,2	17,0	16,1			
CO ₂ + O-Gehalt „	18,75	18,7	18,26			
Luftüberschuß „	8	10	12			
Temperatur °C	340	306	298			
Zugstärke:						
am Kesselende mm WS	14	8,5	9			
Verdampfung:						
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	3,01	2,97	2,66			
b) ber. auf Dampf v. 100°C aus Wasser v. 0°C (637 WE) . „	2,98	2,93	2,63			
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	1895	69,7	1870	68,8	1675	67,3
Verloren:						
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	550	20,2	510	18,7	420	16,8
b) in den Rückständen	276	10,1	341	12,5	396	15,9
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw., als Rest						
Summe = Heizwert des Brennstoffes	2721		2721		2491	

wurden, ist zwar für ein umfassendes Urteil ungenügend. Auf alle Fälle schließt sie eine Beurteilung der Wärmebilanzen aus, zumal nach dem Verlauf der Abgastemperatur (und Zugstärke) in der graphischen Darstellung vom ersten Versuch, Fig. 161, der Wärmezustand der Anlage zu Beginn größer war als am Schlusse und außerdem der Brennstoffheizwert der während der beiden ersten Untersuchungen verheizten Kohlenmengen scheinbar als gleich vorausgesetzt wurde. Immerhin vermögen die einzelnen Versuchsbeobachtungen in der Zahlentafel wie auch in den Aufzeichnungen der Fig. 161 darzutun, daß sich die Verbrennungsvorgänge in der Feuerung mit großer Regelmäßigkeit und in außerordentlich günstiger Weise abspielten. Dabei beschränkte sich hinsichtlich der Feuerung die Inanspruchnahme des

Heizers auf das in Zeiträumen von $\frac{1}{2}$ Stunde vorgenommene Schüren, welches das Nachrutschen des Brennstoffs zu fördern hatte. Die Braunkohle der Grube Richard fiel erdig an, diejenige der Grube Sophie mehr knorpelig.

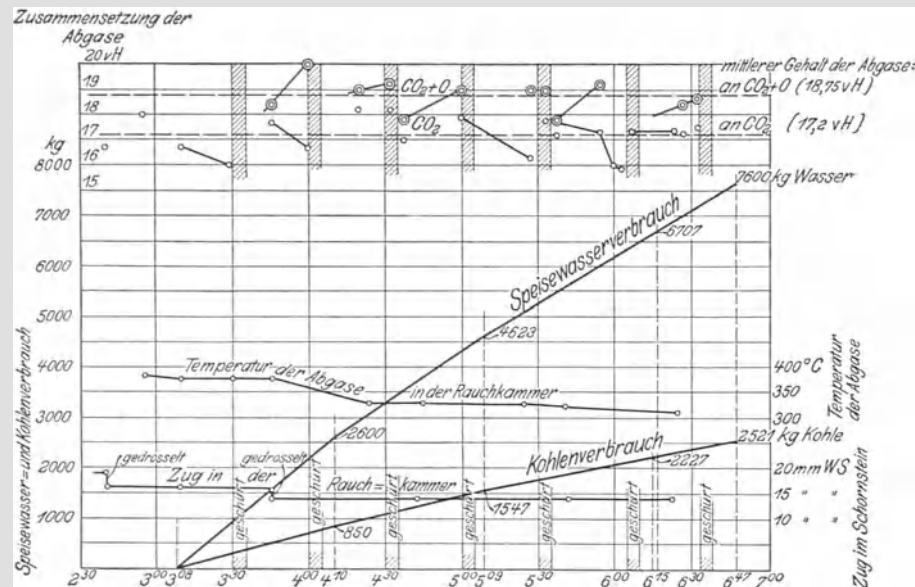
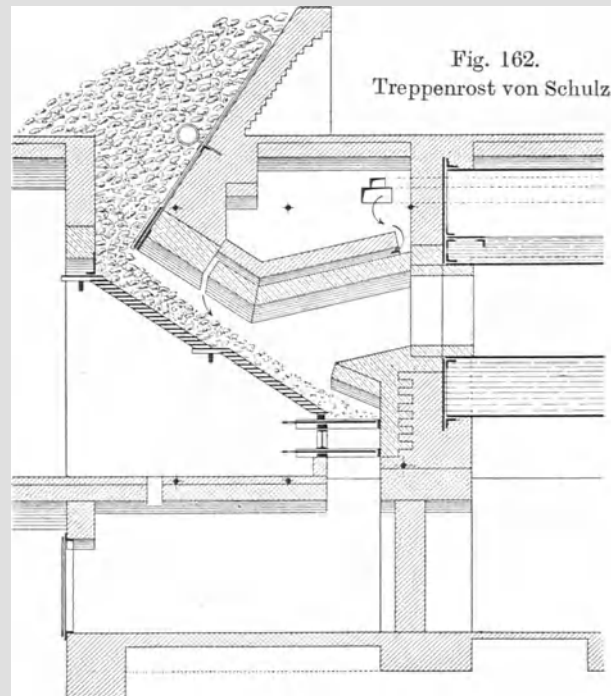


Fig. 161.

Versuchsergebnisse an einem Wolfschen Lokomobilkessel mit Schüttfeuerung.

Feuerung von F. A. Schulz in Halle a. S., dargestellt durch Fig. 162.¹⁾ Sie wurde ihrem Wesen nach bereits auf S. 130 erwähnt. Der obere Teil des Rostes, auf welchem die Entgasung stattfindet, ist gegen den unteren zurückgesetzt, so daß die Kohlen-schüttung oben höher wird als unten. Die Neigung des Rostes entspricht dem Böschungswinkel des Brennstoffs. Diese Abstufung der Rostbahn auf halber Länge ist nicht nur zwecklos, sondern für den richtigen Gang der Feuerung störend. Der allmähliche Übergang zur dünneren Schichtstärke auf dem unteren Rostende durch entsprechende Schräglage des Rostes ist zweifellos zweckmäßiger. Durch eine Öffnung im Gewölbe wird über dem ersten Rostteil Oberluft zugeführt. Sie tritt durch verstellbare Öffnungen am hinteren Ende des Kessels in Kanäle ein, welche längs des Kessels im Mauerwerk verlaufen, mündet dann in einen Hohlraum über dem Gewölbe des Verbrennungsraums und tritt durch dieses in der aus der Figur



¹⁾ „Neuere Dampfkesselkonstruktionen und Dampfkesselfeuerungen mit Rücksicht auf Rauchverbrennung“, herausgegeben vom Verbands deutscher Dampfkessel-Überwachungsvereine, Berlin 1890, Blatt 36.

ersichtlichen Weise in die Feuerung ein. Bei dieser Führung der Oberluft können die Kanäle ihren Querschnitt leicht ändern, so daß man über ihre Wirkung stets im Unklaren ist. Die Verengung unten an dem Feuerbrückenvorsprung hemmt die Verbrennung, was um so mehr ins Gewicht fällt, als die Mauerung im Betrieb mit schmelzender Asche besetzt wird und lästige Reparaturen verursacht.

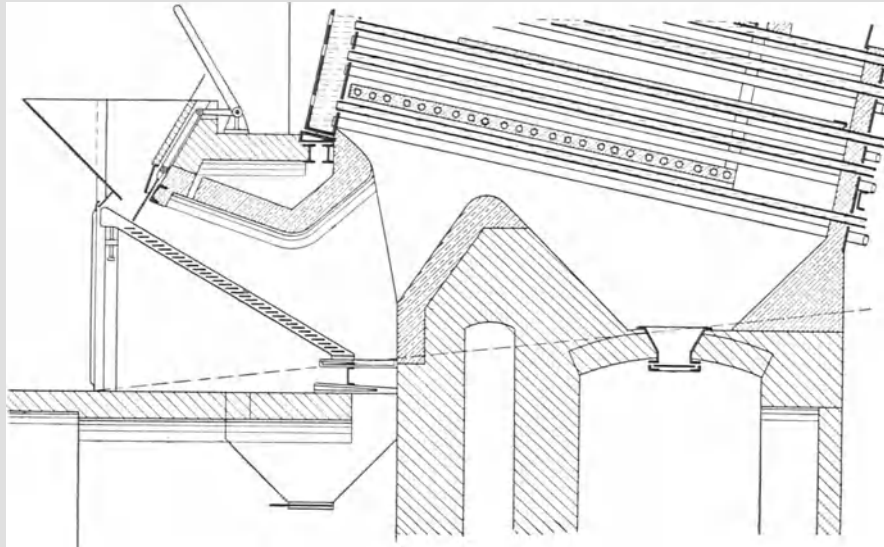


Fig. 163.

Treppenrostfeuerung der Maschinenfabrik Buckau.

Fig. 163 zeigt noch eine Treppenrost-Feuerung, wie sie die Maschinenfabrik Buckau A.-G., Magdeburg-Buckau, für ihre Wasserröhrenkessel Bauart Blessinger bei Verwendung von mitteldeutschen (erdigen) Braunkohlen auszuführen pflegt. Die konstruktiven Einzelheiten

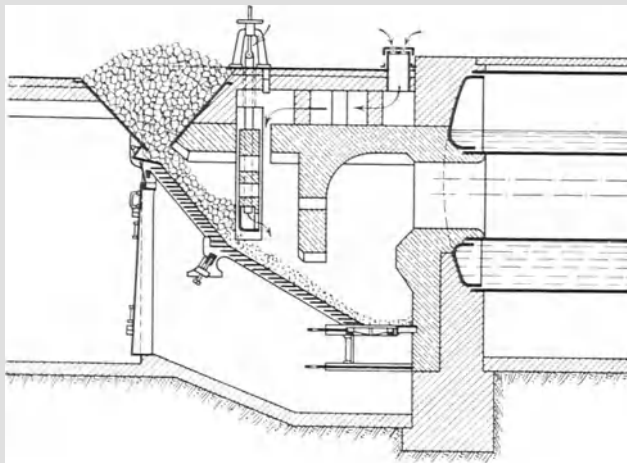


Fig. 164.

Treppenrostfeuerung von Völcker.

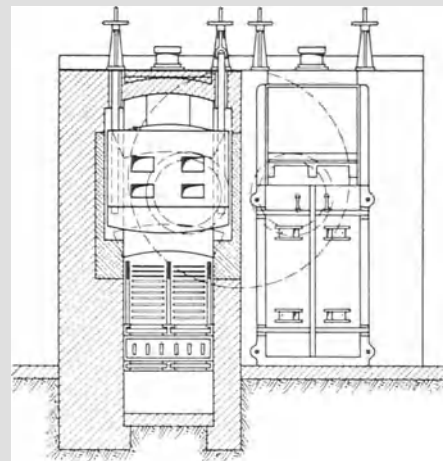


Fig. 165.

sind nach den vorstehenden Beschreibungen ohne weiteres aus der Zeichnung zu entnehmen. Die Vertiefung hinter der Feuerbrücke dient zum Absondern und Entfernen der Flugasche, welche bei derartigen Brennstoffen in erheblicher Menge vom Rost mit dem Gasstrom fortgetragen wird.

Die Feuerung von E. Völcker, ausgeführt von der Maschinenfabrik von Keilmann & Völcker, G. m. b. H., Bernburg, ist in Fig. 164 und 165 dargestellt.

Wie bereits auf S. 130 bemerkt, wird der Brennstoff durch ein eingehängtes Wehr auf dem oberen Teil des Rostes zurückgehalten, um dort entgast zu werden. Die Mündung des Trichters ist weit und der obere Rostteil reichlich steil, damit auch feuchte und große Stücke enthaltende Kohlen nachfallen. Die Schichtstärke auf dem unteren Teile kann durch das regelbare Wehr bestimmt werden. Zur Veränderung der Rostneigung ist eine Schraubenvorrichtung vorgesehen, die allerdings in ungünstiger Weise den Einwirkungen von Hitze und Staub ausgesetzt ist. Der hohen Kohlenschüttung im Entgasungsraum halber muß zur Verbrennung der ausgeschiedenen Gase Oberluft eingeführt werden, was durch das zur Veränderung der Schichthöhe verstellbare Wehr und durch ein besonderes Luftzuführungsrohr erfolgt. Letzteres ist zum Zwecke der Regelung dieser Luftmenge mit einer Drosselklappe versehen. In dem Raum über dem Feuergewölbe und in dem stellbaren Wehr wird die Luft vorgewärmt. Das Gemisch von Gas und Luft strömt teilweise durch die Schlitze des zweiten festen Wehres, teils unter demselben, die Brennschicht bestreichend in die eigentliche Brennkammer, wo die vollständige Verbrennung der Schwelgase erfolgen soll. Ein in diese Kammer einmündendes Rohr soll gestatten, die Flamme zu beobachten.

Das bewegliche Wehr hat eigentlich kaum einen anderen Zweck, als die Anordnung eines Schiebers am Schütttrichter für die Einstellung der Kohlenschichthöhe, wie ein solcher beispielsweise aus Fig. 150—152 erkenntlich ist. Wohl aber ist die Instandhaltung des Wehres schwieriger und kostspielig. In manchen Fällen kann allerdings das letztere insofern einigen Vorteil für sich beanspruchen, als Verstopfungen am Schieber (Wehr), welche bei vorkommenden Wechseln in der Stückigkeit und Feuchtigkeit der Braunkohlen leicht möglich sind, dadurch bis zu einem gewissen Grad vermieden werden, daß im Entgasungsraum zunächst eine gründliche Trocknung der Kohle, sowie ein Zerfallen großer Stücke stattfindet. Der Brennstoff erhält damit eine dem geordneten Nachrutschen auf die untere Rostabteilung zugute kommende gleichmäßigere Beschaffenheit.

Am unteren Ende des Schrägrostes ist in der üblichen Weise ein Schlackenrost mit darunter liegendem Blindschieber angeordnet. Es kommen indessen an Stelle dieser Konstruktion auch hohle Kästen nach Figur 166 und 167 zur Anwendung. Bei der ersteren dieser

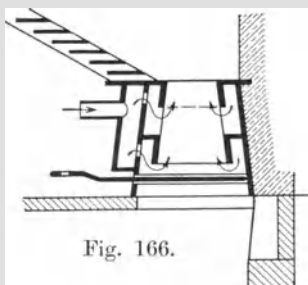


Fig. 166.

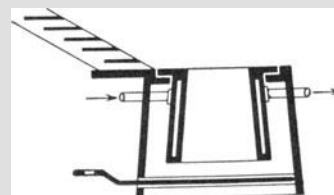


Fig. 167.

Ausführungen wird durch die Kanäle kühlende Luft (zuweilen Preßluft) geführt, während bei der zweiten der innere auswechselbare Kasten mittels Wasserdurchflusses kühl gehalten wird. Nach Herausziehen des unteren Schiebers können die Rückstände nach unten durchfallen.

Ähnlich ist dem Wesen nach die Feuerung von C. Reich, Hannover, Fig. 168 und 169 eingerichtet. Sie besitzt jedoch meist gemischten Rost, oben Treppen-, unten Schrägrost, oft auch nur Schrägrost, welcher bei Verfeuerung von Steinkohlen als Wasserrohrrost mit dazwischen gelegten Stäben ausgeführt zu werden pflegt. Bei den älteren Ausführungen war ein Schlackenrost nicht vorhanden, doch werden jetzt Kipproste oder auswechselbare Schlackenrostplatten verwendet. Zur leichteren Entfernung der Rückstände ist neuerdings seitlich eine Tür angebracht, welche die Reinigung des Feuers während des vollen Betriebs ermöglichen soll. Weder Rost noch Wehr sind verstellbar; dagegen befindet sich vor dem Wehr ein regelbarer Füllschieber.

Die langsam und stetig sich ausscheidenden brennbaren Gase ziehen durch den Kanal a nach der Kammer b ab, wo sie sich mit dem vom unteren Teil des Rostes kommenden brennenden Gasstrom mischen. Die zur Verbrennung der Gase zugeleitete Luft strömt durch Öffnungen v ein, welche mit stellbaren Ventilen versehen sind, fließt durch die zu beiden Seiten des Verbrennungsraumes im Mauerwerk untergebrachten Kanäle bzw. Kammern, und gelangt in den Raum m , um von hier durch die schrägen Schlitz des Brenners o auszutreten und sich mit dem Gasgemisch zu vereinigen. Die Luftkammern im Seitenmauerwerk sind

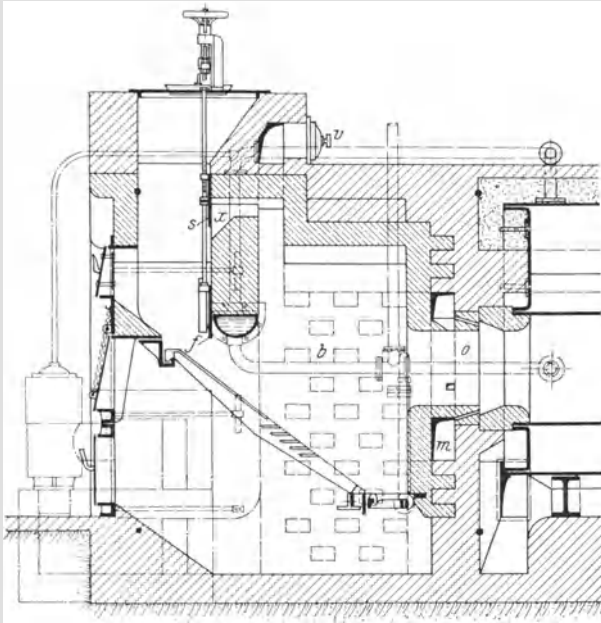


Fig. 168.

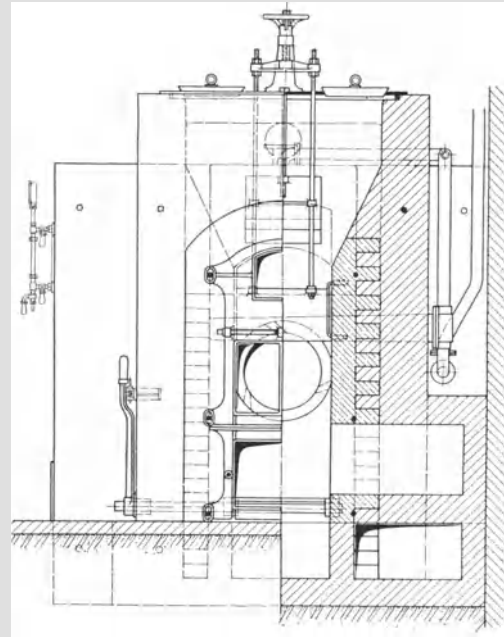


Fig. 169.

Halbgasfeuerung von Reich.

zur Erzielung starker Vorwärmung der Luft mit den in der Figur punktiert angedeuteten Steinen stellenweise durchsetzt; sie stehen bei den größeren Anlagen außerdem durch eine Höhlung im Wehr miteinander in Verbindung. Die Lebhaftigkeit der Entgasung wird durch die Rückstrahlung des auf dem Rost in Brand befindlichen Brennstoffes, sowie der Flamme durch Vermittlung des Wehrs bewirkt und kann mittels des Gasschiebers s am Kanal h unabhängig von der Einstellung des Füllschiebers f reguliert werden. Der Gasschieber darf namentlich bei gasreichen, leichtentzündlichen Brennstoffen nur wenig geöffnet werden; im Kanal darf sich noch keine Flamme bilden.

Die Anlage arbeitet, wie überhaupt alle Halbgasfeuerungen, mit hoher Schicht. Sie ist für staubförmige und für ganz griesige, gasarme oder sehr feuchte Brennstoffe nicht geeignet. Durch Stauungen des Brennstoffs im Schacht können Unregelmäßigkeiten im Gang der Feuerung hervorgerufen werden. Richtige Regulierung setzt ein gründliches Verständnis des Heizers voraus, wenn bei den Schwankungen im Wärmebedarf und in der Brenngeschwindigkeit, mit welchen man im Dampfkesselbetrieb größtenteils zu rechnen hat, die Anpassungsfähigkeit einigermaßen genügen und die Güte der Verbrennung gleich bleiben soll; handelt es sich um Zentralheizungsanlagen, (wie in den Figuren 168 und 169 dargestellt) für welche diese Feuerung zur Verwendung von Braunkohlen, Torf und dergleichen, namentlich auch im Gebrauch ist, so kommt dieser Umstand natürlich weniger in Betracht.

Die Unterhaltungskosten der Anlage können besonders bei Verbrennung von Steinkohlen

recht beträchtlich werden, ohne daß sie für die Ausnutzung Vorteile bietet. Zwar soll die Hauptverbrennung erst hinter dem Brenner, auf dem Rost dagegen hauptsächlich die Entgasung stattfinden, während die vom Mauerwerk der Feuerung durch Strahlung abgeleitete Wärme teilweise in der erwärmten Oberluft dem Verbrennungsraum wieder zugeführt wird.

Bei allen einfachen Treppenrost-Anlagen ist es sehr wichtig, daß hinsichtlich der Anordnung und namentlich auch in bezug auf die grundsätzlichen Abmessungen von Fall zu Fall den Eigenschaften der darin zu verfeuernden Brennstoffgattung sowie den weiteren Sonderverhältnissen in richtigem Sinne und mit wirklicher Sachkenntnis Rechnung getragen wird. Wo dies geschehen ist, wird der Brennstoff oben zunächst vorgewärmt, vorentgast und sodann langsam der Verbrennung zugeführt in dem Maße, als er beim Abbrand auf dem unteren Rostteil verbraucht wird. Der Luftbedarf ist daher ziemlich gleichbleibend und ein rauchfreier Betrieb mit durchschnittlich geringem Luftüberschuß nicht schwierig zu erreichen. Unter gewissen Umständen muß allerdings noch Oberluft zugeführt werden. Da der Verlauf dieses Luftbedarfs ein ziemlich gleichmäßiger ist, so bietet auch die Einstellung der dafür vorzusehenden Querschnitte keine große Schwierigkeit. Bei den auf Treppenrosten verwendbaren Brennstoffen (Braunkohle, Torf, Lohe, kurze Holz- und sonstige Fabrikationsabfälle usw.), bei denen es sich ihres niedrigen Heizwertes und geringen spezifischen Gewichtes halber immer um verhältnismäßig große Mengen handelt, ist die Vereinfachung der Brennstoffzufuhr, wie sie sich hier leicht bewerkstelligen läßt, als ein erheblicher Vorteil zu erkennen. Liegt ein sehr leicht entzündlicher Brennstoff vor, so muß man jedoch zuweilen auf den Vorzug eines ununterbrochenen selbsttätigen Nachschubes verzichten und sich mit einer periodischen Beschickung des Rostes und ihren Nachteilen abfinden, um ein Heraufbrennen in den Fülltrichter und Schacht fernzuhalten.

Der Bedienung ist natürlich auch bei Schütt-Feuerungen die nötige Sorgfalt zu schenken. Das Festsetzen von Schlacke, welches Störungen im Niedergang des Brennstoffs und Beeinträchtigung der Luftzufuhr zur Folge hat, ist namentlich auf dem unteren Teil des Rostes, wo die Hauptverbrennungszone liegt, zu vermeiden. Das Loslösen muß jedoch mit der nötigen Sorgfalt vorgenommen werden, da heftiges Durchstoßen nur Überstürzungen zur Folge haben würde. In gleicher Weise sind etwa entstandene Leerstellen vorsichtig durch Nachstoßen zu beseitigen. Die körperliche Anstrengung des Heizers ist im allgemeinen — auch wenn die Beschickung der Trichter von Hand erfolgt — bedeutend geringer als z. B. beim einfachen Planrost. Selbst die Aufmerksamkeit des Heizers wird nicht in gleichem Maße beansprucht. Von der Brennstoffschicht sieht er meist wenig; wohl aber ist ein sicheres Urteil wichtig, denn er hat sich vielfach wesentlich nach dem Gefühl mit der Schürstange zu richten. Am besten ist es, wenn die Flamme von hinten beobachtet werden kann. Empfindlich sind die Treppenroste, namentlich bei Verwendung von Braunkohlen, gegen eine starke Schicht auf dem unteren Teile des Rostes, und zwar um so mehr, je klarer der Brennstoff ist. Bei ganz klarer Beschaffenheit dürfen auf dem Planrost nur wenig Kohlen liegen. Ferner ist auf richtige Anlegung des Trichters Wert zu legen und für Fernhalten großer Kohlenstücke zu sorgen, um Verstopfungen des Trichters zu vermeiden.¹⁾ Der Kohlenbunker ist womöglich mit stabilen Rosten abzudecken, damit keine großen Kohlenstücke in den Füllschacht gelangen können, sondern vorher zerkleinert werden müssen. Auf diese Weise lassen sich Verstopfungen auf dem Kohlenzuführungswege fernhalten. Auch zu große Tiefe des Rostes gegen die Feuerluke ist nachteilig; ca. 300 mm Abstand ist ausreichend und zweckmäßig.

¹⁾ S. auch C. Cario, Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1907, S. 137 u. ff.

Die nach vorn strahlende Hitze ist zuweilen recht bedeutend und lästig. Sie bildet immer ein Merkmal ungünstiger oder mangelhafter Einrichtung der Feuerung.

Auf Seite 128 wurde gesagt, daß der Treppenrost für Steinkohlen wie überhaupt für hochwertige Brennstoffe nicht geeignet sei, weil er bei der hohen Temperaturentwicklung im Feuerraum einem zu großen Verschleiß unterliegen würde. Nun gibt es allerdings Brennstoffe (Steinkohlengries, hannoversche Steinkohlen, oberbayerische Pechkohlen und dergl.), für welche ihres Aschereichtums halber die Folgen jener Eigenschaften zurücktreten. Diese Kohlenarten lassen sich auf dem gewöhnlichen Planrost nur schwierig verarbeiten, weil das häufige Entfernen der großen Rückständemengen viel Mühe und erhebliche Störungen in der Wärmeerzeugung verursacht; bei ganz klarer Beschaffenheit brennen sie (ohne künstliche Luftzufuhr) auch schwer, da bei der periodisch erfolgenden Beschickung jedesmal die in Brand befindliche Glut stark abgedeckt wird und der Luftzutritt in die dicht gelagerte Schicht behindert ist, selbst wenn man die Rostspalten so bemißt, daß schon verhältnismäßig viel unverbrannte Kohlentelchen hindurchfallen. Die bisher besprochenen Treppenrostanlagen sind hierfür (wie auch die im folgenden noch zu behandelnden Schrägrostfeuerungen) ebenfalls ungeeignet. Bei der starken Schlackenbildung wären die Rostfugen bald verstopft, auch würden sich in vielen Fällen die zusammengesinterten Kohlen gemeinsam mit den Rückständen auf den wagerechten Treppenstufen leicht festsetzen und ein geordnetes Nachrutschen vereiteln.

Um für derartige Brennstoffe, namentlich für Steinkohlengries, den Treppenrost brauchbar zu machen, sucht eine Konstruktion von Rabbethge und v. Ehrenstein in Einbeck (Hannover), der sogenannte Einbecker Stufenrost,¹⁾ die Schwierigkeiten dadurch zu umgehen, daß die Stufen um etwa 15° gegen die Richtung der Treppe schräg gelegt werden, entsprechend dem Böschungswinkel des Brennstoffs von etwa 50°. Die geneigten Stufen vermögen natürlich Sperrungen und Verstopfungen viel eher fernzuhalten. Dagegen bieten sie dem glühenden Brennstoff eine größere Berührungsfläche dar, sie müssen deshalb mit Rücksicht auf die von der Steinkohle erzeugte höhere Temperatur künstlich gekühlt werden. Dies geschieht meist durch Anordnung eines Wassertümpels im Aschefall, oder dadurch, daß Wasser gegen die Roststäbe gespritzt wird.

Befindet sich der Rost in einer Vorfeuerung, so muß das Gewölbe aus bester Schamotte gefertigt und hoch angeordnet werden; auch ist die Aufmauerung so vorzunehmen, daß einzelne ausgebrannte Stellen leicht ausgebessert werden können. Dasselbe gilt für das Mauerwerk von Unter-Feuerungen. Innen-Feuerungen kommen wohl überhaupt nicht in Frage.

Eine ähnliche Konstruktion ist der Münchener Stufenrost, Fig. 170 und 171. Er wurde seinerzeit von der Heizversuchsstation München (Direktor W. Gyßling) ausgebildet, um eine tunlichst vorteilhafte Ausnützung der oberbayerischen Klar- (Molasse-)kohle zu ermöglichen und deren rauchfreie Verbrennung zu bewirken.

Die einzelnen Stufen sind gleichfalls geneigt, jedoch in verschiedenem Maße, und zwar derart, daß der Heizer imstande ist, von einem bestimmten Punkte aus sämtliche Rostspalten zu überblicken, wodurch natürlich das Freihalten derselben bedeutend erleichtert wird. Um das Werfen (Krummwerden) zu mindern, werden die Rostplatten vielfach auf runden schmiedeeisernen Zapfen gelagert.

Der Verbrennungsraum ist vorn möglichst hoch gehalten und nach hinten durch eine ganz wenig vorgezogene Feuerbrücke abgeschlossen. Der Abschluß nach unten erfolgt durch

¹⁾ S. C. Weinlig, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1879, S. 19, und C. Bach, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1883, S. 185.

die ausgeschiedenen Schlacken. Um hierbei dem Verschleiß des Rostträgers und der unteren Roststäbe möglichst vorzubeugen, sind seitens der Bedienung dieselben Vorsichtsmaßregeln zu beobachten, wie sie auf S. 152 und 153 für die Tenbrink-Feuerung erörtert sind. Der Rost-

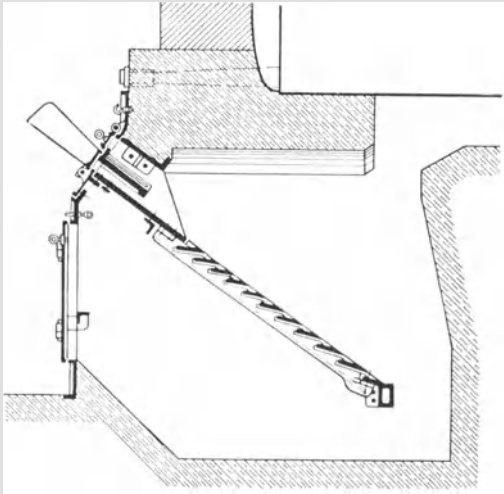


Fig. 170.

Münchener Stufenrost.

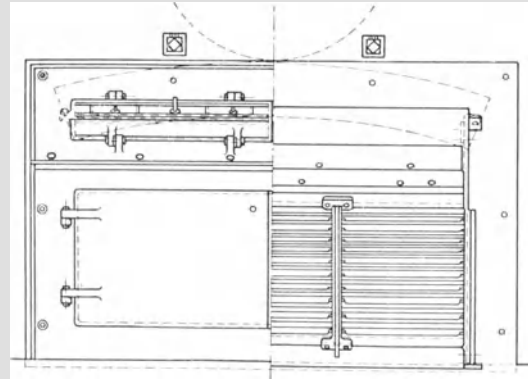


Fig. 171.

träger wird gewöhnlich hohl ausgeführt und in manchen Fällen¹⁾ von einem Teil der über dem Rost in die Flamme eingeführten Luft durchströmt und gekühlt. Für Oberluftzufuhr ist außerdem über dem Beschickungstrichter ein besonderer Kanal mit stellbarer Klappe vorgesehen. Schaulöcher gestatten, die Flamme vom Heizerstand aus zu beobachten.

Die oberbayerische Klar-
kohle enthält erhebliche Mengen
Rückstände. Um deren Zu-
sammenschmelzen und schmie-
render Schlackenbildung vor-
zubeugen, wird zuweilen Wasser
gegen den Rost gespritzt, zu
welchem Zwecke unter dem
Beschickungstrichter und quer
zum Rost ein mit sehr vielen
feinen Bohrungen versehenes
Verteilungsrohr angeordnet ist.

Der Münchener Stufenrost
ist im Laufe der Zeit noch
weiter ausgebildet worden und
hat auch für böhmische Braun-
kohle, Lignite, Holzabfälle,
Lohe, mitunter selbst für böh-
mische Steinkohle mit gutem Erfolg verbreitete Anwendung gefunden.

Eine solche Anordnung, wie sie von Walther Dürr, München, D. R. P. Nr. 112156 ausgeführt wird, zeigt beispielsweise Fig. 172. Von vorn ist ein Gewölbe über dem Rost angeordnet, dessen Länge und Entfernung vom Rost ebenso wie der Neigungswinkel

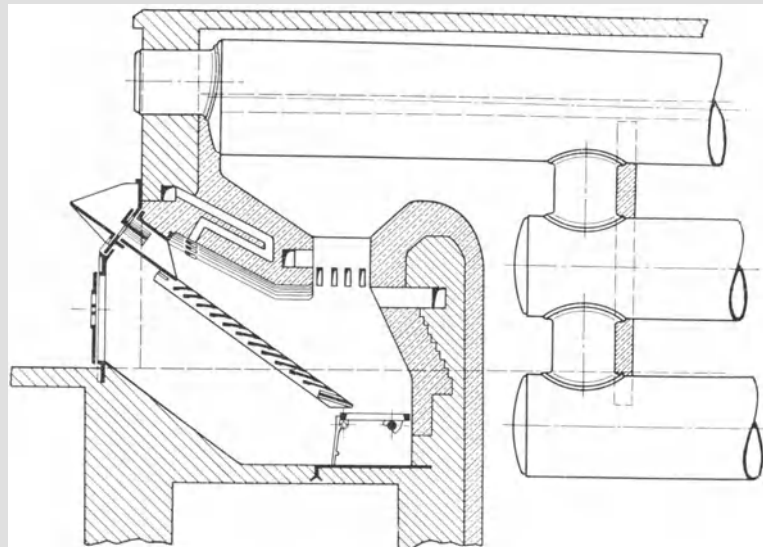


Fig. 172.

Stufenrostfeuerung von Dürr.

¹⁾ S. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1889, S. 822, Fig. 32.

des letzteren sich nach den jeweiligen Verhältnissen zu richten haben. Die Feuerbrücke ist stärker vorgezogen als in Fig. 170. Die Zufuhr von Oberluft ist sowohl vorn über dem Rost, als auch an der Einschnürung des Feuerraums vorgesehen. Sie wird auf ihrem Weg durch Kanäle vorgewärmt, welche in dem, den Feuerraum umgebenden Mauerwerk untergebracht sind. Der Querschnitt der Lufteintrittsöffnungen ist regelbar. Die Schichthöhe wird durch die Höhe des Füllkastens vor dem Rostanfang bestimmt, oder durch eine verstellbare Einschubplatte, welche den Füllkasten in der Querrichtung abteilt. Am unteren Rostende wird neuerdings ein Schlackenrost mit Kippvorrichtung eingebaut.

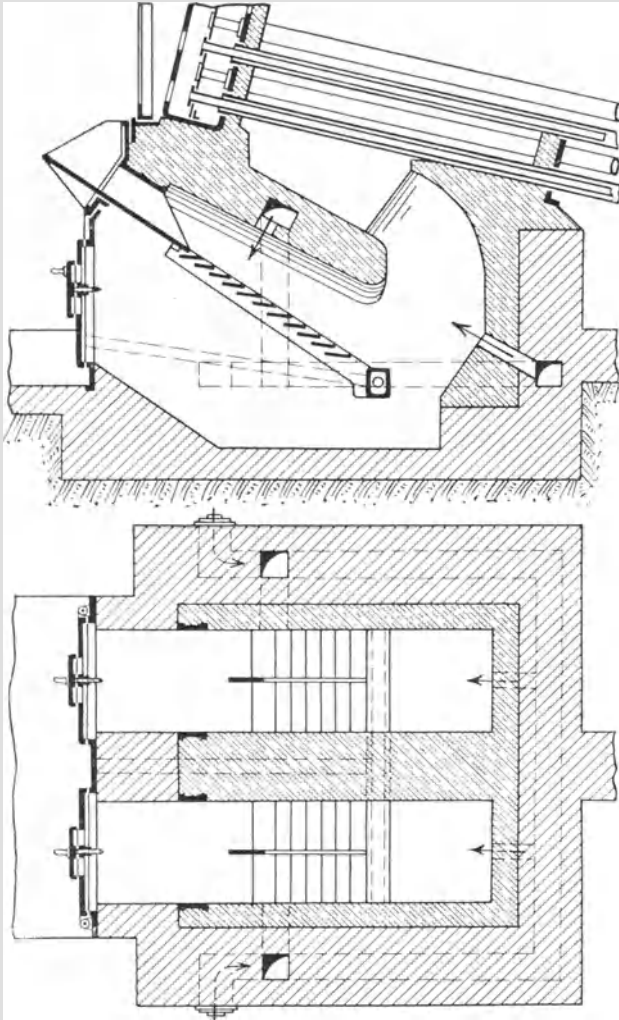


Fig. 173 und 174.
Stufenrostfeuerung von Dürr.

In Bayern hat sich die Dürrsche Stufenrost-Feuerung zum Verbrennen von böhmischer Braunkohle, oberbayerischer Kohle, Torf, Holzabfällen gut eingebürgert.

In der folgenden Zahlentafel 10 sind die Ergebnisse einiger Versuche angefügt, welche der Bayerische Revisionsverein an einem Wasserröhrenkessel mit Gasführung senkrecht zu den Rohren und einer nach Fig. 173 und 174 angeordneten Dürrschen Stufenrostfeuerung ausgeführt hat. Die Ausnutzung der gasreichen böhmischen Braunkohle (vom Brucher Bezirk, fester Kohlenstoff: flüchtigen Bestandteilen = ca. 1:1) war mit 76 vH sehr gut. Die fortlaufende Aufzeichnung der beobachteten Rauchentwicklung ließen recht befriedigende Verhältnisse in bezug auf die Vollkommenheit der Verbrennung feststellen, was auch durch das Restglied in der Wärmebilanz bestätigt wird, während frühere Versuche an demselben Kessel bei Verfeuerung von Braunkohle auf dem einfachen Planrost eine wesentlich geringere Ausnutzung nachgewiesen hatten, für die das Auftreten beträchtlicher Verluste durch unvollkommene Verbrennung in erster Linie eine Begründung abgab.

Johann Bader, München, baut ganz ähnliche Stufenrost-Feuerungen mit Oberluftzufuhr. Er sucht durch ent-

sprechende Anordnung der Kanäle im seitlichen Kesselmauerwerk dessen Wärme in erhöhtem Maße für die Luftvorwärmung zu benutzen. Zur Regelung der zugeführten Luftmenge ist aber im unteren Teil ein durchgehender zylindrischer Drehschieber quer zur Kesselaxe eingebaut, der von außen zu betätigen ist. Je nach der Stellung dieses Schiebers können die Querschnitte der von hier aus sowohl nach dem Verbrennungsraum (wie bei der vorigen Einrichtung) als auch unter dem Schlackenrost weitergeführten Kanäle wechselweise mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen werden. Solange wenig oder keine

Zahlentafel 10.

Bauart des Kessels	Wasserröhrenkessel „Dürr“			
Bauart der Feuerung	Stufenrostfeuerung von W. Dürr			
Heizfläche (wasserberührte) qm	107,5			
Brennfläche ”	1,98			
Verhältnis von Brennfläche zu Heizfläche	1 : 54			
Versuch Nr.	I	II		
Datum des Versuchs	14. VI. 1899	15. VI. 1899		
Dauer „ „	9 st 30 min	9 st 40 min		
Brennstoff:	Böhmische Braunkohle			
	Nuß I vom „Johann“-Schacht			
verheizt im ganzen kg	2493,5	2518		
„ in der Stunde ”	262,5	260,5		
„ „ „ „ auf 1 qm Brennfläche ”	132,8	131,3		
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche ”	2,45	2,42		
Rückstände: im ganzen ”	60	54		
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH	2,4	2,1		
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben ”	30 ¹⁾	30 ¹⁾		
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	15782	16000		
verdampft in der Stunde ”	1661,3	1655,3		
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche ”	15,5	15,4		
„ „ „ „ „ 1 „ „ bez. auf 637 WE ”	15,2	15,4		
Temperatur °C	35,5	25,2		
Dampf: Überdruck kg/qcm	8,8	8,7		
Erzeugungswärme WE	627,3	635,5		
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH	12,6	12,8		
CO ₂ + O-Gehalt ”	18,4	18,5		
Luftüberschuß ”	50	48		
Temperatur °C	244	248		
Verbrennungsluft ”	19	22		
Zugstärke:				
am Kesselende mm WS	9	10		
Mauerwerkstemperatur: Kesseldecke °C	68	76		
Seitenmauerwerk, vorne ”	33	44		
„ hinten ”	31	36		
Rückseite ”	40	50		
Verdampfung:				
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	6,33	6,36		
b) ber. auf Dampf von 100° C aus Wasser von 0° C (637 WE) ”	6,23	6,34		
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	3971	76,4	4042	76,1
Verloren:				
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	681	13,1	684	12,9
b) in den Rückständen	58	1,1	50	0,9
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	492	9,4	532	10,1
Summe = Heizwert des Brennstoffes	5202		5308	

1) Angenommener Wert.

Oberluft gebraucht wird, soll auf diese Weise die sonst durch Ausstrahlung des Mauerwerks verloren gehende Wärme zur Vorwärmung der unter den Rost geführten Verbrennungsluft möglichst nutzbar gemacht werden. Es ist indessen nicht zu übersehen, daß durch die Luftzirkulation in den Isolierschichten erhöhte Wärmeabfuhr stattfindet, und das Mauerwerk von innen her auch wieder mehr Wärme aufnimmt. Auch hat die Ansaugung der Luft durch die Kanäle einen größeren Widerstand zu überwinden, als wenn sie frei unter den Rost treten kann. Der Aschefall muß also mehr oder weniger geschlossen sein, wenn überhaupt ein erheblicher Teil der unter den Rost zuzuführenden Verbrennungsluft auch wirklich durch die Kanäle hindurchgesaugt werden soll.

Die Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann A. G., Chemnitz, hat — mit Anwendung der Roststabskühlung durch Wasser nach Patent Ebert — eine Treppenrost-Feuerung, Fig. 175, zur Ausführung gebracht, welche sogar für den Betrieb mit sächsischer

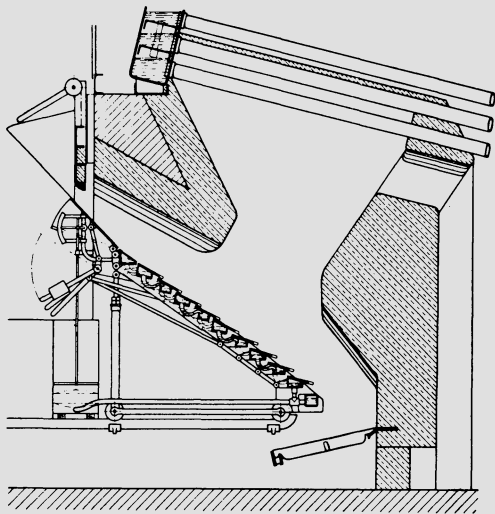


Fig. 175.
Treppenrost von Ebert.

Steinkohle verwendbar sein soll.¹⁾ Die vorteilhafte Verarbeitung dieser gasreichen Kohlen bietet sonst häufig erhebliche Schwierigkeiten infolge ihrer Neigung zu ungünstiger Schlackenbildung.

Die einzelnen Roststufen sind im unteren Teile zu Wassergefäßen mit Zu- und Ablauf ausgebildet. Das Kühlwasser tritt in der obersten Stufe ein und fließt der Reihe nach zu den folgenden Stufen. Im unteren Rostteil findet die stärkste Verdampfung statt und der Wasserzufluß von oben reguliert sich hiernach selbsttätig.

Die Stufen sind in den Wangen drehbar gelagert und zu zwei Gruppen durch Hebel verbunden, derart, daß mittels zweier Zugstangen die Höhe der Rostspalten und damit die Luftzufuhr durch die obere sowie die untere Rosthälfte jeweils für sich verändert werden kann.

Bei schwacher Beanspruchung läßt sich überhaupt durch vollständiges Schließen der oberen Spalten die Größe der nutzbaren Rostfläche auf die Hälfte vermindern. Schütteln der Stufen bewirkt ein Auflockern der Kohle und fördert das Nachrutschen derselben. Unten bildet ein wenig nach vorn geneigter Schlackenrost den Abschluß. Der ganze Treppenrost ist auf Rollen gelagert und kann aus der Feuerung herausgezogen werden. Der Neigungswinkel der Rostfläche ist in weiten Grenzen veränderlich und die Schichthöhe mittels eines Schiebers vor der Schürplatte einstellbar.²⁾

C. Haage hat sich im Jahre 1902 über die in zwei Kesselanlagen betriebenen Feuerungen dieser Bauart ein sehr gutes Urteil gebildet, indem er ausführt, daß der Einfluß der Wasserkühlung ein recht günstiger gewesen sei, namentlich auch auf das Verhalten der Schlacke, so daß diese sogar bei Verwendung von Steinkohle aus dem Plauen'schen Grunde nicht backte, der Brennstoffnachschub ordnungsgemäß von statten ging, und die Verbrennung rauchfrei und vorteilhaft verlief. Ihm schien die Anwendung dieses Treppenrostes besonders

¹⁾ C. Haage, Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebes 1903, S. 644.

²⁾ Eine andere Treppenrost-Bauart, von Roney, bei der unter Fortlassung der Mauerkühlung das Schütteln der Stufen im allgemeinen ununterbrochen durch Kraftbetrieb bewirkt wird, ist in Abschnitt V, auf S. 289 beschrieben.

für Wasserrohrkessel geeignet, bei deren Bauart die Herbeiführung vollkommener Verbrennung vielfach schwierig ist und die vom Mauerwerk rückstrahlende Wärme in unangenehmer Weise auf die Schlackenbildung einwirkt.

Trotz dieses damaligen Urteils eines erfahrenen Fachmannes scheint sich die Einrichtung nicht bewährt zu haben, denn die vorstehend genannte Firma hat den Bau derselben seit längerer Zeit aufgegeben.

Eine in Frankreich gebaute Treppenrostfeuerung von Dulac sucht die Verbrennung hochwertiger Steinkohle ebenfalls dadurch zu ermöglichen, daß die Stufen innerlich gekühlt werden; jede derselben besteht aus einem stählernen Rohr, um welches eine entsprechend geformte gußeiserne Umhüllung gegossen ist.

Auch diese Einrichtung dürfte keine Verbreitung erlangt haben; sie bietet keine Gewähr dafür, daß sie gegenüber einer anderen, zweckmäßig gebauten Treppen- oder Schräg-rostanlage in dem Maße vorteilhafter zu arbeiten vermag, als sie weniger betriebssicher und in der Anschaffung kostspieliger ist.

Es darf wohl allgemein gesagt werden, daß überall, wo die Benutzung des Brennstoff-eigengewichts für die Erzielung selbsttätiger Rostbeschickung angängig ist, man gut tun wird, falls es sich um den Gebrauch von hochwertigen Brennstoffen (Steinkohlen) handelt, keine Treppenroste, sondern Schrägroste anzulegen.

C. Schrägrostfeuerungen.

Tenbrink-Feuerung: Die wichtigste dieser Feuerungen ist die ihrem Wesen nach bereits auf S. 131 erörterte Tenbrink-Feuerung, welche von dem Fabrikbesitzer Tenbrink in Arlen bei Singen herrührt.

Zu ihrer Geschichte sei folgendes bemerkt:¹⁾

Im Jahre 1857 baute Tenbrink als Ingenieur der französischen Ostbahn eine Feuerung, wie sie durch Fig. 176 für den Kessel einer vierpferdigen Maschine wiedergegeben ist, und erhielt ein Patent darauf. „Der geneigte Rost ist etwas stellbar, die unter den Rost tretende Luft passiert den Hohlraum des an Ketten hängenden Aschefallverschlusses, strömt dann teils durch die Rostspalten, teils durch die Öffnung A und ein System von Kanälen, welche oben bei B ausmünden, an den Ort des Verbrauches. Man erkennt, daß für eine Regelung der zugeführten Luftmenge Sorge getragen und daß hierbei insbesondere die oberhalb des Rostes bei C eintretende Luft vorgewärmt wurde. Das Ergebnis, welches diese Feuerung lieferte, bestand in der Erhöhung der Verdampfungsfähigkeit vom 5,2 fachen auf das 6,2 fache, verglichen mit den Resultaten in einer unter sonst gleichen Verhältnissen arbeitenden Feuerung mit gewöhnlichem Planrost.“ Dieser Unterschied der Verdampfungsziffern läßt allerdings annehmen, daß auf dem gewöhnlichen Planrost die Ausnutzung durch großen Luftüberschuß beeinträchtigt war und durch entsprechende Feuerführung sich ebenfalls hätte erhöhen lassen. Im Jahre 1860 baute Tenbrink die durch die Figuren 178 und 179 dargestellte und auf S. 156 beschriebene Lokomotivfeuerung, welche, nachdem ihre Vorzüge erkannt waren, von der Orléansbahn angenommen wurde und bald an den meisten Lokomotiven dieser Bahn und der französischen Ostbahn in Verwendung kam. (Bis zum Jahre 1883 waren nach C. Bach über 1000 Stück damit ausgerüstet.)

Im Jahre 1871 fand seine Feuerung in der auch heute noch gebräuchlichen Form ihre

¹⁾ W. Gyßling, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1879, S. 82, und C. Bach, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1883, S. 183 und Tafel VIII, Fig. 12—14.

erste erfolgreiche Anwendung auf ortsfeste Kessel, und im Jahre 1874 wurde die Überlegenheit gegenüber der Planrost-Feuerung, welche unter denselben Verhältnissen an einem gleichen Kessel arbeitete, eingehend durch sorgfältige, von Ingenieuren des Elsässischen Vereins von Dampfkesselbesitzern angestellte Versuche bei Verwendung von Saarkohle (Itzenplitz II. Sorte) nachgewiesen.

Die Konstruktion der Tenbrink-Feuerung ist aus Fig. 177 ersichtlich.¹⁾ Es ist eine Innenfeuerung in Verbindung mit einem Walzenkessel. Der Feuerherd befindet sich innerhalb eines besonderen vorgebauten Teiles, der sogenannten Tenbrink-Vorlage; diese besteht aus einem quer zur Kesselrichtung liegenden Walzenkessel, der von einem zur Aufnahme des geneigten Rostes dienenden konischen Rohr (bei größeren Kesseln auch von zwei solcher Rohre) schräg durchdrungen wird. Sie steht mit dem Oberkessel durch

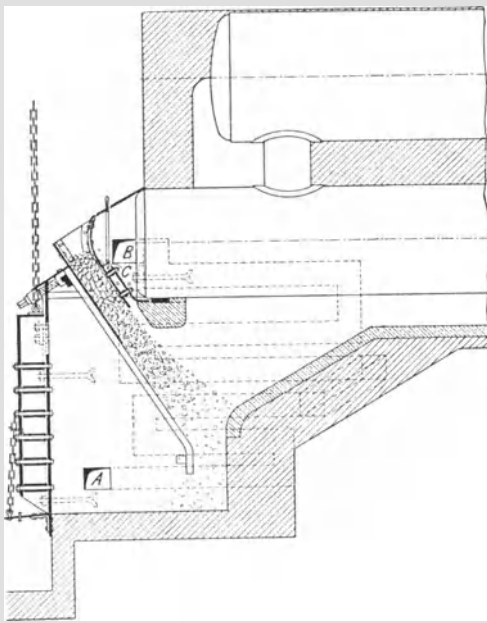


Fig. 176.

Tenbrink-Feuerung, ursprüngliche Ausführungsform.

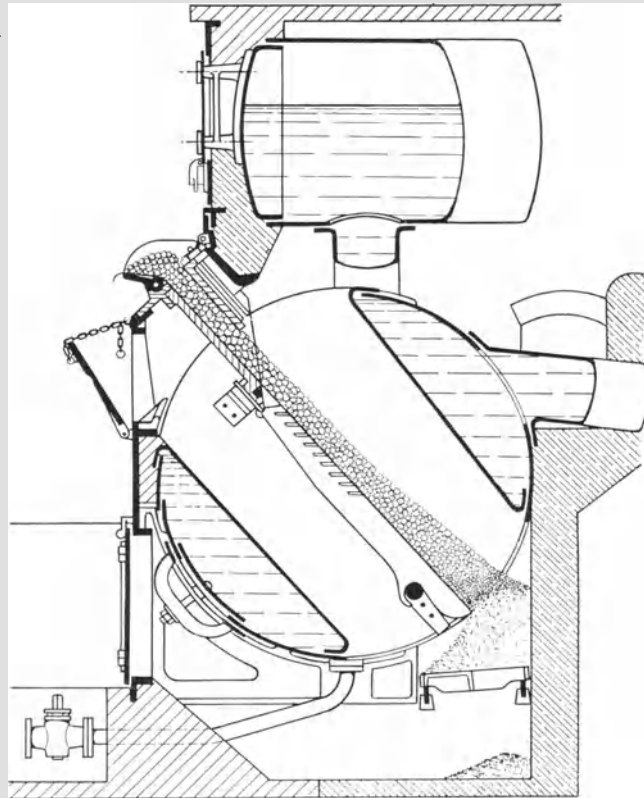


Fig. 177.

Tenbrink-Vorlage, neuere Ausführungsform.

Stützen in Verbindung, in welche zur Erzielung eines kräftigen Wasserumlaufes Röhren eingehängt sind, durch die das Speisewasser dem Querkessel zuströmt, während der in letzterem erzeugte Dampf durch den verbleibenden ringförmigen Raum nach oben entweicht. Zur Entleerung dieses Kesselteiles dient eine besondere Ablaufvorrichtung, während ein Mannloch gestattet, ihn zu befahren und zu reinigen.

Der Rost ist oben in der aus der Figur ersichtlichen Weise an einen rechteckigen gußeisernen Kasten angeschlossen, welcher mit dem Feuergeschränke verschraubt ist. Die untere Wand dieses Kastens liegt in einer Ebene mit dem Rost und bildet die Rostplatte, seine Wandungen besitzen drei Führungen. In eine derselben ist eine Platte eingeschoben, welche den Kasten in zwei übereinanderliegende Kanäle teilt, von denen der untere meist an einen Fülltrichter angeschlossen ist, zuweilen aber auch nur eine Verschlussklappe besitzt. Dieser

¹⁾ Neuere Ausführung der Maschinenfabrik EBlingen.

Kanal führt die Kohle auf den Rost und zwar in einer Schichthöhe, welche sich ändert, je nachdem die Trennplatte in die eine oder die andere der Führungen eingeschoben wird. Der obere Kanal hat den Zweck, im Bedarfsfall Luft über den Rost in die Feuerung einzulassen. Er hat daher eine Platte mit einer Stellschraube, die gestattet, den Erhebungswinkel nach Belieben einzustellen und damit den Querschnitt für den Oberluftzutritt zu ändern. Dem Rost strömt die Verbrennungsluft durch eine unter der Füllöffnung befindliche Tür des Feuergeschränkes zu, welche gleichzeitig die Möglichkeit gewährt, den Rost bequem zu übersehen und seine Spalten ohne allzu große Mühe von Asche und Schlacke zu reinigen. Eine noch tiefer liegende gleichfalls abschließbare Tür dient dazu, die Herdrückstände, welche durch die zwischen Rost und Einmauerung verbleibende Öffnung aus dem Feuerraum ausgeschieden werden, zu entfernen, sofern sie nicht in einen unter dem Heizerstand angeordneten Schlackengang abgeführt werden.

Die Art des zu verfeuernden Brennstoffs bestimmt die Neigung des Rostes und mit ihr diejenige des Feuerrohres. Hieraus ergibt sich also eine Gebundenheit an die einmal gewählte Brennstoffart. Zwar sind die Grenzen, innerhalb welcher sich die Verbrennungsbedingungen zu bewegen haben, nicht absolut scharf gezogen; aber es kann nicht ohne Umänderung der ganzen Tenbrink-Vorlage zwischen Brennstoffen mit sehr verschiedenem Böschungswinkel — z. B. zwischen hochwertigen Steinkohlen und Braunkohlen — gewechselt werden. Selbst unter den hochwertigen Steinkohlen, für welche die Tenbrink-Feuerung hauptsächlich bestimmt ist, bedürfen die mageren oder backenden einen größeren Neigungswinkel als die gasreichen.¹⁾

Die Art und Weise, wie der Brennstoff abbrennt und niedersinkt, und wie der Verbrennungsvorgang zu leiten ist, sowie die hierzu dienende Bauart des Rostes, und endlich die Zweckmäßigkeit der von Tenbrink gewählten Gasführung sind bereits auf S. 130 und 131 eingehend erörtert worden.

Wir haben gesehen, daß die Hauptverbrennungszone auf dem unteren und mittleren Teil des Rostes liegen soll. Man wird deshalb bestrebt sein müssen, dort die Rostspalten sorgfältig frei zu halten. Aber auch auf dem übrigen Teil des Rostes sind Verstopfungen zu vermeiden, um, soweit dies mit Rücksicht auf den Gasgehalt des Brennstoffs erreichbar ist, die zur Verbrennung nötige Luft vollständig durch den Rost in die Feuerung einführen zu können. Mit starker Verschlackung des Rostes geht übrigens bei gleicher Zugstärke auch eine Verringerung der Brenngeschwindigkeit und des Luftbedarfs Hand in Hand. Ist der zur Verwendung gelangende Brennstoff sehr gasreich, so erweist es sich auch bei tunlichst rein gehaltenem Rost im allgemeinen als notwendig, zur vollständigen Verbrennung der flüchtigen Bestandteile noch Luft über den Rost einzuführen, namentlich dann, wenn die vorherrschende Betriebsstärke eine große Rostbeanspruchung und dementsprechend rasche Entgasung des nachrutschenden Brennstoffs bedingt. Bei gewissen Brennstoffen liegt die Möglichkeit vor, daß sie zu stark nach oben brennen. Durch genügende Abmessung der Rostplattenlänge läßt sich dieser Übelstand wohl in ziemlich allen Fällen beheben²⁾.

¹⁾ Der Neigungswinkel beträgt beispielsweise für Stückkoks, Torf, Lohe, Holz, Sägespäne ca. 32—36 (—40)°, Braunkohle 27—32—36°, bayerische und böhmische Steinkohle ca. 36°, Saar- und die meisten schlesischen Steinkohlen 42—45°, westfälische Steinkohle, je nachdem es sich um lose brennende Gas- oder um backende Fettkohlen oder Magerkohlen handelt, (42—) 45—50°, für die hauptsächlich interessierenden Sorten englischer Steinkohle meist zwischen 40 und 50°, dabei kommen die Durham-Kohlen den westfälischen Fettkohlen, die Northumberland- und schottischen den westfälischen Gasflamm- und den Saarkohlen, die Yorkshire zur Hauptsache den schlesischen Kohlen nahe.

²⁾ Gut bewährt haben sich auch die Einschub-Platten von Kraft, s. S. 166.

Die Wirksamkeit der etwa notwendigen dauernden Oberluftzufuhr ist bei Anordnung von vorn über dem Füllkasten in bezug auf rauchschwache wie auch wirtschaftliche Verbrennung durchaus gut. Ohne gleichzeitige Untersuchung kann man auf Grund der Beobachtung der Flamme durch Schaulöcher oder auch an Hand der Rauchbeobachtung am Schornstein bei einiger Übung die ungefähr richtige Einstellung des Querschnitts für den Zutritt der Oberluft treffen. Immerhin ist man bei ihrem Gebrauch auf das Verständnis und die Aufmerksamkeit des Heizers angewiesen, wenigstens in allen denjenigen Anlagen, welche einer regelmäßigen Überwachung des Feuerungsbetriebs entbehren, und deren gibt es leider selbst unter den großen noch sehr viele. Diese dauernde Oberluftzufuhr darf sich naturgemäß nur auf die Deckung des beim regelmäßigen ungestörten Gang der Feuerung etwa vorkommenden dauernden Luftmangels erstrecken, und es wäre vollständig falsch, jede durch Nachhilfe bei Unregelmäßigkeiten im Nachschub, also nur durch augenblicklichen vorübergehenden Luftmangel zeitweilig sich einstellende Rauchbildung durch Vergrößerung des Querschnitts für die dauernde Oberluftzuführung beseitigen zu wollen. Es ist dies zwar möglich, aber infolge der alsdann eintretenden Erhöhung des durchschnittlichen Luftüberschusses nur auf Kosten der Wirtschaftlichkeit. Diese Fälle müßten ähnlich wie bei periodisch beschickten Feuerungen behandelt werden.¹⁾ Bei geordnetem Betrieb einer Tenbrink-Feuerung mit geeignetem — wenn auch sehr gasreichem — Brennstoff macht sich indessen eine solche Nachhilfe von Hand nur in längeren Zeiträumen notwendig, und es ist wichtig, durch sachgemäße Bedienung²⁾ Unregelmäßigkeiten fernzuhalten, welche den gleichartigen Fortgang der Entgasung stören. Um einem Mißbrauch der Oberluftzufuhr vorzubeugen, wurde sie bei späteren Ausführungen von G. Kuhn, Stuttgart-Berg, gänzlich fortgelassen. Kohlen, welche infolge starker Neigung zum Backen und zu schmierender Schlackenbildung häufige Nachhilfe verlangen, müssen als ungeeignet für die Tenbrink-Feuerung bezeichnet werden, zumal die letzteren Sorten ein Warmwerden und rasches Verbrennen der unteren Roststabenden kaum fernhalten lassen.

Wie für den Zutritt der Luft, so ist es auch für den Brennstoffnachschub erstes Erfordernis, starker oder ungünstiger Verschlackung tunlichst vorzubeugen, doch muß das Loslösen der festgesetzten Schlacken mit der nötigen Vorsicht erfolgen. Mit dem Stoßeisen oder soweit nötig mit dem sogenannten „Schwert“ bzw. der „Lanze“, einem flach ausgeschmiedeten Stab, werden die Schlacken an den dunkel erscheinenden Stellen losgestoßen, aber nur so weit, daß sie selbsttätig nach unten zu gleiten vermögen. Es ist ganz besonders zu beachten, daß Kohle und Schlacke zusammen nach abwärts gehen, so daß nirgends Stauungen eintreten oder Leerstellen sich bilden können, welche aufeinanderfolgend Erhöhung des Luftüberschusses, plötzliches Nachsinken der Schicht und damit Rauchentwicklung zur unvermeidlichen Folge haben. Auch darf mit dem Schürzeug die Kohlenschicht nicht durchgestoßen werden, weil die Kohlen sich sonst leicht überstürzen, und noch mehr, weil hierbei die Schlacke in die Glutschicht gelangt, nicht mehr gekühlt wird und zum Fließen kommt. Die am unteren Ende des Rostes sich ansammelnden Schlacken haben die Aufgabe, den Feuerraum nach unten abzuschließen, also das Eindringen kalter Luft dort zu verhindern und außerdem dem Feuer als Stütze zu dienen. Sie dürfen daher nur insoweit aus dem Aschefall entfernt werden, als sie diesen Zwecken nicht zu dienen haben; dabei muß

¹⁾ S. u. a. Abschnitt II. G., besonders S. 70.

²⁾ Beachtenswerte Leitsätze für richtige Behandlung der Tenbrink-Feuerung finden sich in den Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebs 1902, S. 100 u. ff., in einem Aufsatz von P. Bretschneider.

natürlich des Nachschubes halber behutsam verfahren werden. Namentlich ist streng darauf zu achten, daß nur erkaltete Schlacke unter den Roststabspitzen vorgezogen wird, um zu vermeiden, daß sich glühende Kohle an ihre Stelle setzt. Die Roststabspitzen sollen vielmehr immer etwa 10 cm tief in kalten Schlacken stecken, dürfen also im Gegensatz zu allen anderen Stellen des Rostes niemals hell erscheinen, da sonst zu befürchten steht, daß sie glühend werden, rasch abschmelzen und dadurch unbrauchbar werden.¹⁾ Beim Anheizen ist deshalb immer zuerst der Schlackenraum so weit mit groben Schlacken anzufüllen, daß der Feuerraum abgeschlossen ist und die Roststabspitzen etwa 10 cm tief bedeckt sind. Dann erst wird mit Holzspänen oder dergl. angefeuert und abwechselnd Kohle und Holz durch den Trichter nachgegeben, bis der ganze Rost in Brand ist.²⁾

Eine weitere Maßnahme zur Erzielung geordneten Nachschubes und guter Wirkungsweise der Feuerung besteht darin, Kohle von möglichst gleichmäßiger Korngröße zu verwenden und den Trichter nach Möglichkeit immer voll zu halten. Übermäßig große Stücke verursachen Sperrungen und Überstürzungen und haben daher Rauchbildung zur notwendigen Folge.³⁾ Die geeignetste Stückgröße haben Nußkohlen von 15—80 (—100) mm; Stückkohlen werden vor dem Aufgeben am besten entsprechend zerkleinert.⁴⁾ Man erreicht damit den weiteren Vorteil, daß der Zutritt von Luft durch den Fülltrichter möglichst beschränkt wird,⁵⁾ da kleinstückige Kohle dem Eindringen derselben naturgemäß größeren Widerstand bietet als grobstückige.

Um auch bei Änderungen des Wärmebedarfs Unregelmäßigkeiten zu vermeiden, namentlich um zu verhindern, daß plötzlicher Abbrand und damit stoßweiser, mit Rauchentwicklung verbundener Nachschub aus dem Trichter erfolgt, oder daß infolge plötzlicher Absperrung des Zuges für die noch im Gang befindliche stärkere Entgasung die zur Verbrennung notwendige Luftmenge nicht mehr zuströmt und Rauchbildung verursacht wird, sollte die Zugstärke nur allmählich durch stufenweises Verstellen des Rauchschiebers geändert werden. Es muß dann eben, da die Wärmeentwicklung sich auf diese Weise nur langsam ändert, je nach der Stärke der zu erwartenden Betriebsschwankungen der Wasserraum so groß bemessen

¹⁾ Man hat öfters versucht, zu starkem Nachrutschen der Glutschicht vorzubeugen durch Anordnung eines kleinen Schlackenrostes, s. z. B. die Konstruktion von G. W. Kraft in Dresden-Löbtau, Fig. 214 S. 176, bei welcher außerdem noch durch besondere Gestaltung der Stäbe und Wahl eines vorzüglichen Materiales der Verschleiß des Rostes vermindert werden soll, sowie die Konstruktionen der Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen und G. Kuhn G. m. b. H., Stuttgart-Berg, Fig. 180. Allein abgesehen davon, daß die rasche Entfernung des Feuers, sofern der kleine Rost nicht zum Aufklappen eingerichtet wird, erheblichen Schwierigkeiten begegnet, erscheint hierdurch die Erledigung des Abschlackens nicht gerade vereinfacht. Eine Umklappvorrichtung wird übrigens bei verschlacktem Rost leicht versagen. Ist der Schrägrost in einer Außenfeuerung angeordnet (S. 160), so kann dieser Schlackenrost zweckmäßigerweise nach vorn ausziehbar gemacht werden, wie dies auch bei Treppenrostfeuerungen üblich ist. Über besondere Ausbildung der Stabenden zwecks Erhöhung der Haltbarkeit s. S. 163 u. f.

²⁾ Dieses Anheizen erfordert zwar einige Übung und Zeit. Das Anfüllen mit Schlacke ist jedoch im regelmäßigen Betrieb nicht immer notwendig. Sehr häufig kann sich der Heizer das Anheizen auch dadurch sparen, daß er abends den Rauchschieber und die zum Rost führende Tür im geeigneten Zeitpunkt schließt. Das Feuer wird sich dann die ganze Nacht hindurch schwach erhalten und kann morgens rasch in regelrechten Gang gebracht werden.

³⁾ Zur Vermeidung von Sperrungen empfiehlt es sich, die Führung der Einschubplatte im Füllkasten so anzuordnen, daß die Öffnung nach unten sich erweitert.

⁴⁾ Bei Verwendung von Brikets haben die Vereinigten Köln-Rottweiler Pulverfabriken gute Erfahrungen damit gemacht, daß die Öffnung des Füllkastens der Briketstärke entsprechend gestaltet und die Brikets nebeneinander in den Fülltrichter eingelegt wurden. Auch Braunkohle, Torf, Holzabfälle u. dgl. können in Tenbrink-Feuerungen bei geeigneter Anordnung des Füllkastens anstandslos verheizt werden.

⁵⁾ Denselben ganz zu verhindern, ist der Schonung der Rostplatte halber nicht zu empfehlen.

sein, daß während des Überganges der Dampfdruck innerhalb zulässiger Grenzen bleibt. Je größer der Wärmebedarf und die Brenngeschwindigkeit, um so sorgfältiger ist darauf zu achten, daß der Trichter stets gefüllt bleibt, da es um so schwieriger ist, rauchfreie Verbrennung zu erreichen, je weniger Zeit die frische Kohle zur Entgasung hat. Durch Regulierung der Zugstärke läßt sich bei Vorhandensein guter Zugverhältnisse die Wärmeentwicklung immerhin in beträchtlichen Grenzen verändern und den im Betrieb vorkommenden Belastungsschwankungen in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit gerecht werden. Auch kann dies bei verständiger und sachgemäßer Bedienung ohne Einbuße der wirtschaftlichen und rauchschwachen Verbrennung zutreffen, sofern der Brennstoff nicht fließende Schlackenbildung oder sonst ungünstiges Verhalten auf dem Rost aufweist, nötigenfalls für einstellbare Zuführung von Oberluft Sorge getragen und der Wasserraum des Kessels reichlich bemessen ist, damit der Übergang zu sehr verschiedener Brenngeschwindigkeit kein ganz plötzlicher zu sein braucht. Die günstigste Beanspruchung des Tenbrinkrostes liegt beispielsweise für Ruhr- und Saar-Kohle zwischen 60 und 80 kg in der Stunde auf 1 qm Rostfläche, doch kommen im Betrieb häufig sowohl kleinere als auch wesentlich größere Anstrengungen (bis 150 kg) vor.

Aus den bisherigen Erörterungen ergibt sich, daß bei nicht allzu stark wechselndem Betrieb die Tenbrink-Feuerung sehr wohl eine rauchfreie oder doch wenigstens eine, weitgehende Ansprüche befriedigende, rauchschwache Verbrennung der meisten Brennstoffgattungen und gleichzeitig eine sehr gute Wärmeausnutzung gewährt. Zu der letzteren trägt neben der Erzielung guter Verbrennungsverhältnisse wesentlich noch der Umstand bei, daß ein verhältnismäßig großer Betrag der in der Feuerung erzeugten Wärme durch Einstrahlung in die umgebenden Heizflächen auf direktem Weg an den Ort ihrer Bestimmung gelangt und ferner der Verlust durch Ausstrahlung an die Umgebung des Kessels gering ausfällt.

Allerdings kommen diese Vorzüge nur zur Geltung bei sachgemäßer Bedienung, welche aber dadurch erleichtert wird, daß der Rost bequem zu übersehen ist, keine Belästigung durch strahlende Hitze stattfindet¹⁾ und das Anfüllen der Trichter (sofern nicht überhaupt selbsttätige Bekohlung vorhanden ist) den Heizer verhältnismäßig wenig in Anspruch nimmt. Zu dessen aufmerksam zu erledigenden Arbeiten gehören namentlich Freihalten des Rostes von dunklen Stellen und Herbeiführung eines möglichst selbsttätigen ununterbrochenen Nachschubes. Dies vollständig zu erzielen ist jedoch der Heizer auch bei gutem Verständnis und Willen nicht immer in der Lage, insbesondere nicht, wenn der Brennstoff stark backt und leicht fließende oder viel Schlacke absondert, oder wenn er in seiner Beschaffenheit sehr ungleichartig ist. Auch kann man nicht in den gleichen Grenzen wie beim Planrost zwischen Brennstoffen mit wesentlich verschiedenen Eigenschaften wechseln. Gerade diese Gebundenheit hinsichtlich des Brennstoffes ist es, welche das Verwendungsgebiet der Tenbrink-Feuerung ziemlich scharf begrenzt. Überall, wo z. B. ungewaschene und ungesiebte Förderkohlen (mitunter noch mit ungünstiger Schlackenbildung und zusammenbackendem Verhalten im Feuer) wesentlich preiswürdiger zur Verfügung stehen als gesiebte und sortierte Kohlen,²⁾ sind andere Einrichtungen vorzuziehen, da die Einführung

¹⁾ Diese Belästigung entfällt übrigens nur bei der eigentlichen Tenbrink-Feuerung infolge der unter dem Rost befindlichen Kesselheizfläche. Sie ist aber bei vielen anderen Feuerungen mit geneigten Rosten zuweilen in beträchtlichem Maße vorhanden.

²⁾ S. auch S. 182, außerdem Jahresbericht 1906 des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, S. 8—9 u. 14.

der Tenbrink-Feuerung, ähnlich wie diejenige von selbsttätigen Wurfapparaten am Planrost in solchen Fällen oft eine Verteuerung der Dampfkosten im Gefolge hätte. Dagegen kann es sich mit nicht zu aschereichen Gries- und Schlammkohlen, welche sich ebenso wie Lohe, Holzabfälle und dergl. unter Umständen auf dem Tenbrink-Rost noch günstig verheizen lassen, umgekehrt verhalten. Gries- und Schlammkohlen kommen im allgemeinen nur in der Nähe von Kohlengebieten in Betracht, während Nußkohlen um so eher preiswürdig sind, je höher die Frachtkosten bis zur Verbrauchsstelle sich belaufen. Dieser Umstand mag in erster Linie als Grund dafür zu betrachten sein, daß die Tenbrink-Feuerung in mehreren verwandten Ausführungsarten vorwiegend im südlichen Deutschland, hauptsächlich in Württemberg und Baden, sowie in der Schweiz große Verbreitung gefunden hat, wo die hohen Frachtsätze aus wirtschaftlichen Erwägungen gebieten, möglichst reine, aschenarme und hochwertige Brennstoffe, zumeist gesiebte und sortierte (Nuß-) Kohle wie auch Preßkohle vom Ruhr- und Saargebiet zu verwenden und außerdem Feuerungseinrichtungen zu beschaffen, welche die beste Ausnutzung dieser Brennstoffe erreichen lassen. Ist mit solchen Anlagen noch genügende Betriebssicherheit (s. auch Fußbemerkung 2) und Anpassungsfähigkeit an die jeweiligen Bedürfnisse verbunden, so bilden erhöhte Anschaffungskosten keineswegs einen Abhaltungsgrund für deren Erstellung; es liegen amtliche Versuchsergebnisse¹⁾ in namhafter Zahl an Batterie- und Flammrohrkesseln mit Tenbrink- oder Kuhn-Feuerung vor, welche bei Verwendung von Ruhr- und Saar-Nuß- bzw. Stückkohlen Verdampfungsziffern von 9—10,5 (bezogen auf 637 WE) und 75—84 vH Ausnutzung nachgewiesen haben. Die Rostbeanspruchungen betragen dabei meist ca. 60—80 kg/st/qm. In den Kohlengebieten, wo infolge der Billigkeit des Brennstoffs die Ersparnis keine so große Rolle spielt, werden die Eigentümlichkeiten der Tenbrink-Feuerung schärfer abzuwägen sein, bevor man sich zu der immerhin einen gewissen Grad von Aufmerksamkeit erfordernden Einrichtung entschließt, während dort, wo der Kessel noch als Nebensache behandelt wird, die Zweckmäßigkeit der Feuerung von vornherein ausgeschlossen ist.

Da bei der Tenbrink-Feuerung besondere Bauart des Kessels vorauszusetzen ist und außerdem an Material und Ausführung erhöhte Anforderungen zu stellen sind, so fallen die Kosten größer aus als z. B. für eine gewöhnliche Planrostfeuerung. Die namentlich früher vielfach gehegten Bedenken hinsichtlich der Beanspruchungsfähigkeit und -veränderlichkeit, sowie der Vorwurf, daß die Feuerung nicht genügend einfach sei und daher leicht zu Störungen Anlaß geben könne, haben sich — sachgemäße Ausführung²⁾ und Handhabung vorausgesetzt — nicht dermaßen als berechtigt erwiesen, daß nicht da, wo passende Brennstoffe preiswürdig zu beschaffen sind, ihre Anwendung als vorteilhaft erscheinen würde.

Natürlich ist auf den Gebrauch reinen Speisewassers und auf Reinigung des Kessels in angemessenen Zeiträumen zu achten. Wo es sich um große in raschem Wechsel aufeinander folgende Belastungsänderungen handelt, kann nach den Darlegungen auf S. 153 durch Anordnung eines genügend großen Wasserraumes die Möglichkeit des Ausgleiches während des Übergangs gewahrt werden.

¹⁾ Vom Bayerischen Revisionsverein, vom Württembergischen und vom Pfälzischen Dampfkessel-Revisionsverein, vom Dampfkessel-Überwachungsverein Kassel, von Baudirektor Prof. Dr. ing. v. Bach, Prof. Dr. Lorenz in Gemeinschaft mit dem Hochbauamt Frankfurt a. M., u. a. m.

²⁾ Hierzu gehört insbesondere auch eine günstige Verbindung der Tenbrink-Vorlage mit dem Hauptkessel, so daß ein lebhafter Wasserumlauf unbehindert stattfinden kann. Wenn hierauf genügende Rücksicht genommen wird, so sind Wärmestauungen in den Heizflächen der Umgebung des Verbrennungsraumes, wie sie namentlich früher befürchtet wurden, bei ordentlicher Reinhaltung des Kessels ausgeschlossen.

Hierfür dürfte namentlich die Erfahrung sprechen, daß viele Tenbrink-Feuerungen in Bierbrauereien, Zucker-, Papier-, Chemischen Fabriken, Färbereien und anderen Betrieben, die hinsichtlich der Dampfentnahme beträchtlichen Schwankungen unterliegen, zu voller Zufriedenheit arbeiten. Lassen sich jedoch die aufgezählten Vorbedingungen für die günstige Arbeitsweise der Feuerung nicht schaffen, so wäre es unhaltbar, ihre Einführung anzustreben.

Schließlich verdient noch ein gewisser Übelstand Erwähnung: Der Roststabverschleiß, welcher bei allen Schrägrostfeuerungen im Falle unverständiger Feuerführung oder der Verwendung von ungeeigneten Brennstoffen recht empfindsam werden kann. Durch entsprechende Ausbildung der Stäbe, Wahl eines zweckmäßigen Materials für dieselben, sowie durch sachgemäße Behandlung der Feuerung (s. S. 152) läßt sich indessen der Roststabverbrauch meist dermaßen einschränken, daß ihm gegenüber den beträchtlichen Vorteilen der Anordnung eine besondere Bedeutung nicht beizumessen ist. Das Bestreben, dem Festbrennen der Schlacke auf dem unteren Rostteil vorzubeugen und die hierzu neigenden Brennstoffsorten für die Tenbrink-Feuerung brauchbar zu machen, hat zu besonderen Konstruktionen der Roststäbe geführt, welche auf S. 163 noch näher behandelt werden.

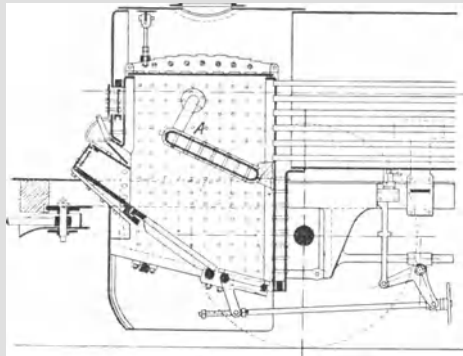


Fig. 178.

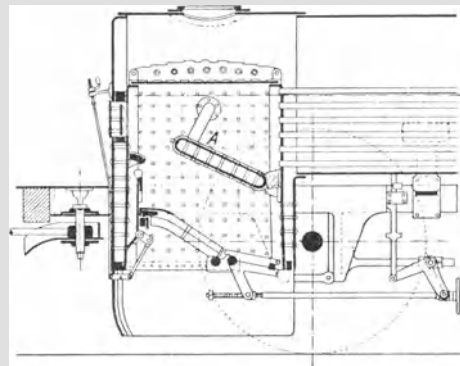


Fig. 179.

Tenbrink-Feuerung für Lokomotiven.

Die Entfernung des Feuers in Augenblicken der Gefahr läßt sich leichter als z. B. bei der Donneley-Feuerung dadurch bewerkstelligen, daß die Schlacke unter dem Rost vorgezogen und die Brennstoffschicht von oben niedergestoßen wird.

Als weitere Innenfeuerung ist noch die auf S. 149 erwähnte bereits im Jahre 1860 von Tenbrink konstruierte Lokomotiv-Feuerung, Fig. 178 und 179, anzuführen. Die Flamme wird hier durch die kupferne Decke *A* zur Rückkehr gezwungen, welche durch zwei Rohre mit den seitlichen Wasserräumen und durch zwei Stützen an der inneren Stirnwand der Feuerbüchse mit dem Hauptwasserraum des Kessels in Verbindung steht. Der hintere wenig geneigte Rost, welcher sich an den Schrägrost anschließt, ist drehbar, um behufs Reinigung von Schlacke und Asche niedergelassen werden zu können. Die einfache Art der Luftzuführung oberhalb des Rostes erhellt deutlich aus den Figuren. Die Beschickung ist bei der Anordnung nach Fig. 179 natürlich keine ununterbrochene; sie hat periodisch mit der Schaufel zu geschehen wie beim Planrost und die entsprechende Verteilung über den Rost bleibt Sache des Heizers. In diesem Fall sollte natürlich die Oberluftzuführung selbsttätig regelbar sein. Die Befürchtungen, welche man bezüglich der Dauer der Wasserdecke *A* und der Verbindungsrohre mit Recht hegen mußte, sind durch die Erfahrungen sehr vermindert worden.

Bei den in ihrem Wesen ähnlichen Lokomotivfeuerungen (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1882, S. 221), F. C. Glaser, D. R. P. Nr. 12855 vom 12. Juli 1880 und 15597 vom 23. April 1881, W. Lönholdt, D. R. P. Nr. 71897 vom 18. März 1893 mit den Zusatzpatenten 84265 vom 24. April 1895 und 88244 vom 7. Dezember 1895, sowie bei der bereits um 1860 verwendeten Einrichtung von Ramsbottom ist die Wasserdecke durch ein Gewölbe ersetzt. Daß solche Gewölbe bei den beträchtlichen Temperaturschwankungen und bei den Erschütterungen der Lokomotive nur von beschränkter Dauer sein können, liegt auf der Hand. Doch mögen sie auch heute noch von verschiedenen Bahnverwaltungen ausgeführt werden.

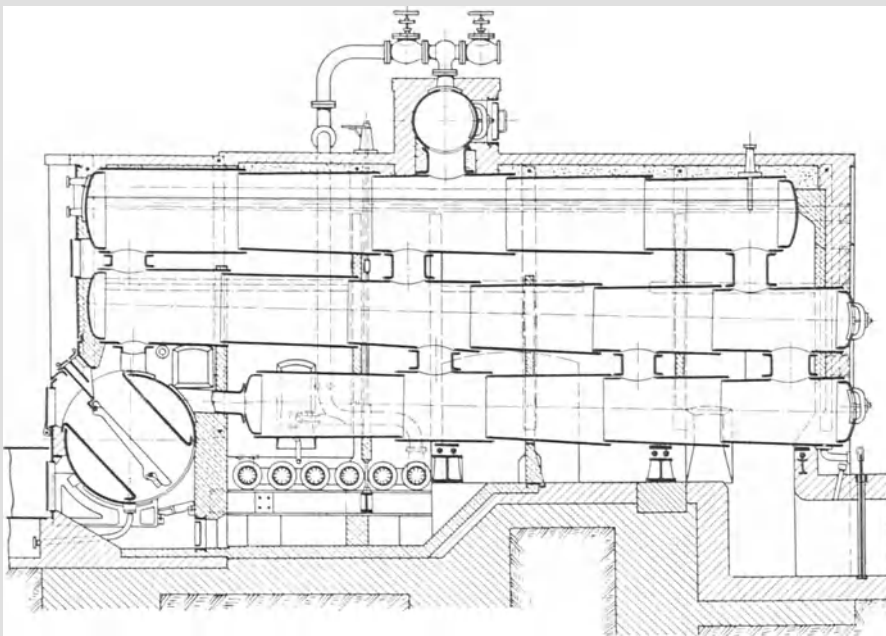


Fig. 180.
Tenbrink-Vorlage an einem Batteriekessel.

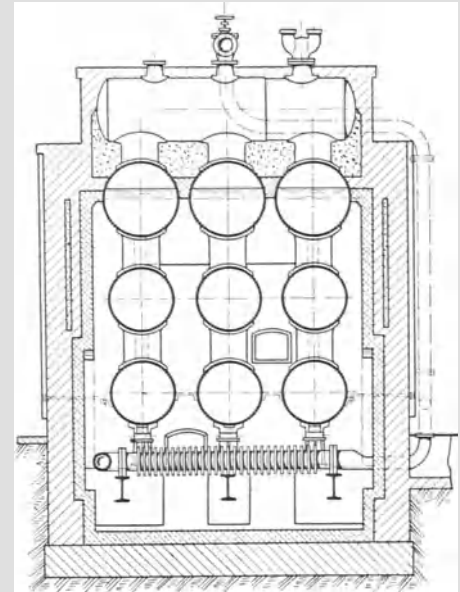


Fig. 181.

Die Herstellung und weitere Ausgestaltung der Tenbrink-Feuerung wurde hauptsächlich vom Jahre 1876 ab von der Firma Gebr. Decker & Co., Cannstatt, deren Werkstätten 1882 in den Besitz der Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen übergingen, betrieben. Auch die Firma Wagner & Eisenmann in Cannstatt (jetzt in Obertürkheim), Maschinenfabrik Cyclop, Mehlis & Behrens in Berlin, Gebr. Sulzer in Winterthur, ferner Escher, Wyß & Co. in Zürich u. a. m. bauten in ziemlich gleicher Weise Kessel mit Tenbrink-Feuerung. Eine aus dieser hervorgegangene ganz ähnliche Anordnung weist die im Jahre 1879 unter Nr. 9563 patentierte Kuhnsche Schrägrost-Feuerung auf, welche von G. Kuhn, Stuttgart-Berg (jetzt als G. m. b. H. mit der Maschinenfabrik Eßlingen vereinigt) hergestellt wird. Kuhn verzichtete hierbei auf den Tenbrink-Vorkessel, behielt aber den Schrägrost und für Flammrohr- sowie Feuerbüchsen-Heizröhrenkessel sogar auch die Innenfeuerung bei, während das Rückbrennen durch Einbau eines über dem hinteren Rostteil liegenden Quer- oder Schrägsieders bewirkt wird. Bei Walzen-Batteriekesseln und dergleichen hat er nicht allein auf die Tenbrink-Vorlage, vielmehr auch auf die Erhaltung der Innenfeuerung verzichtet. Für einzelne Kesselbauarten wurde allerdings durch Anordnung von

Schrägsiedern zu beiden Seiten des Rostes die Außenfeuerung wieder in eine ziemlich weitgehend durchgeführte Innenfeuerung umgestaltet.

Fig. 180 und 181 zeigt einen Batteriekessel mit Tenbrink-Vorkessel in der heutigen Ausführung der Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen und G. Kuhn, G. m. b. H. in Stuttgart-Berg.

Ursprünglich war die Vorlage, wie auf S. 150 erörtert, nur durch Stutzen mit eingehängten Zuleitungsröhren für das Speisewasser mit den Oberkesseln verbunden. Später wurde jedoch, wie die Figuren erkennen lassen, die Verbindung auch auf die Unterkessel ausgedehnt; das Wasser fließt aus den letzteren durch die leicht ansteigenden Stutzen der Vorlage zu, während die zu den Oberkesseln führenden Stutzen vollständig für den Dampfabfluß zur Verfügung stehen. Es wird hierdurch der Wasserumlauf erhöht und durch den erweiterten Dampf-

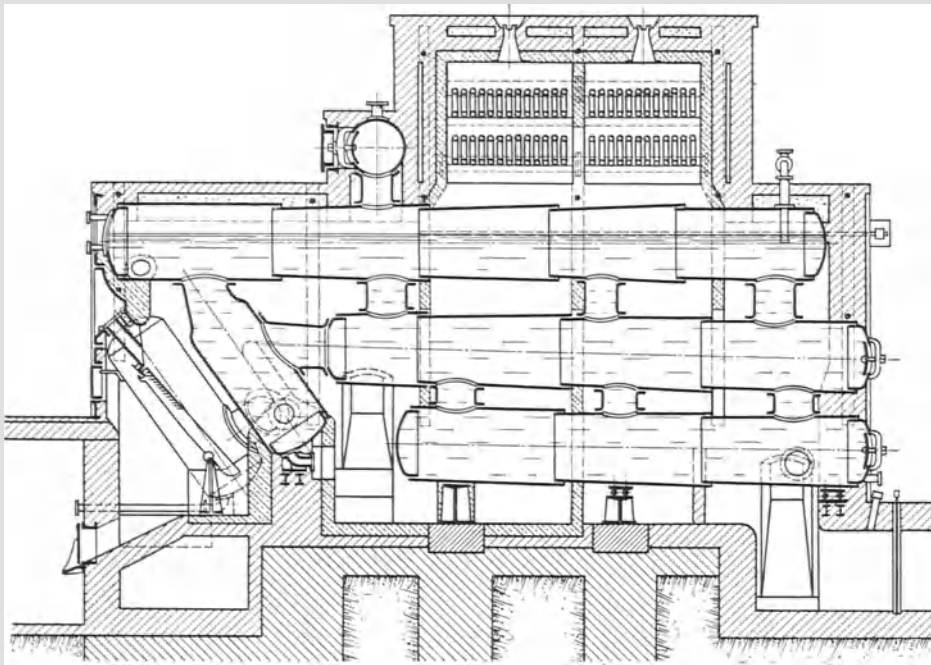


Fig. 182. Schrägrostfeuerung, Bauart Eßlingen.

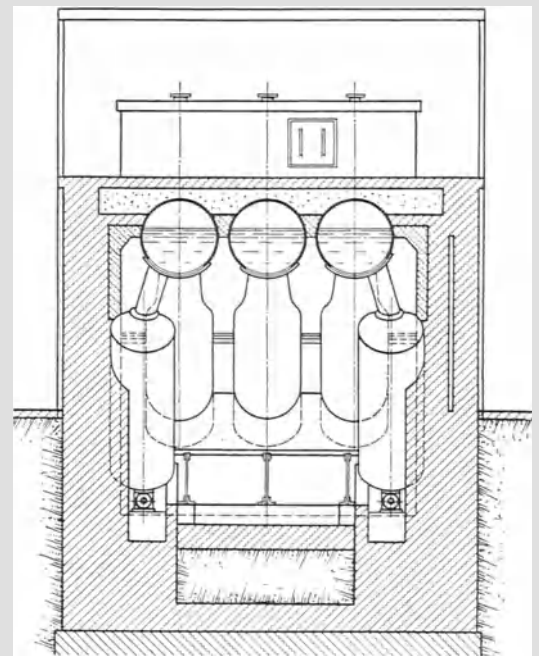


Fig. 183.

abflußquerschnitt die Möglichkeit der Entstehung von Wärmestauungen verringert. Unter dem Schrägrost befindet sich noch ein sogenannter Schlackenrost, welcher aber häufig fortgelassen wird (s. S. 153, Fußbemerkung 1).

In ähnlicher Weise wird bei Flammrohrkesseln die Tenbrink-Vorlage mit darüber liegendem Quersieder vorgebaut.

Da Rücksichten auf Ausführung und Festigkeit nicht gestatten, beim Tenbrink-Vorkessel eine gewisse Rostfläche und Dampfspannung zu überschreiten, so kommen auch, um nach diesen Richtungen weniger beschränkt zu sein, an Stelle des Vorkessels besonders geformte Schrägsieder zur Anwendung, welche in nahezu gleicher Schrägrichtung wie der Rost über diesem liegen und durch Stutzen mit den Ober- und Unterkesseln verbunden sind. Es wirkt also nur innerer Überdruck auf alle Kesselteile, und der Rost gewissermaßen als Außenfeuerung kann verlängert und verbreitert werden, s. Fig. 182 und 183 (Bauart Eßlingen). Um indessen die Vorzüge der Innenfeuerung zu wahren, werden zu beiden Seiten des Rostes ebenfalls Schrägsieder angeordnet, so daß ähnlich wie beim Tenbrink-Vorkessel

der ganze Feuerherd von direkter Heizfläche umgeben ist. Die seitliche Begrenzung des Feuerraums durch die Schrägsieder soll außerdem einen Mangel der Außenfeuerung beheben, welcher darin besteht, daß durch Ankleben der Schlacke an den seitlichen Mauerflächen das Reinhalten des Rostes erschwert und die Gleichmäßigkeit des Niedersinkens der Brennstoffschicht beeinträchtigt wird.

Die Bauart Kuhn, bei der ein untermauerter Quersieder die Flamme zum Rückbrennen zwingt, ist in Fig. 184 für einen kombinierten Flammrohrkessel als Innenfeuerung, aber ohne besondere Tenbrink-Vorlage, und in Fig. 185 als vollständige Außenfeuerung für

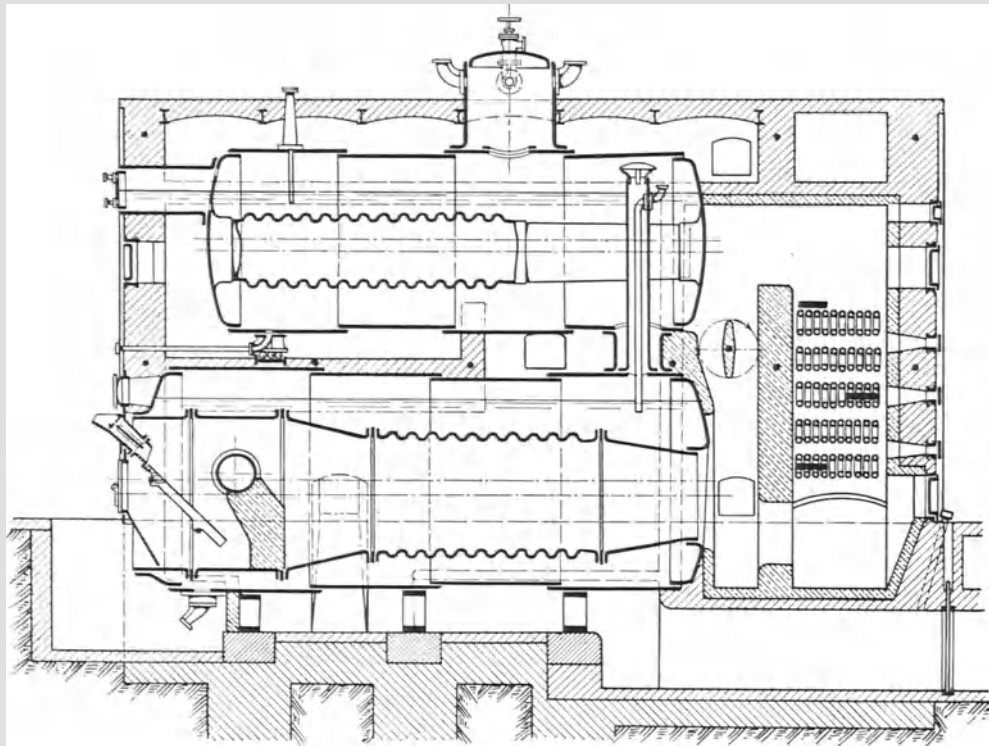


Fig. 184.

Schrägrost-Innenfeuerung, Bauart Kuhn.

einen Batteriekessel mit Quersiedern dargestellt. Für Batteriekessel werden auch ähnlich wie in Fig. 182 und 183 seitliche Schrägsieder angeordnet, wobei übrigens — an Stelle der dortigen über dem Rost liegenden Schrägsieder — mit den Langkesseln verbundene Quersieder beibehalten sind. Wie bereits auf S. 152 bemerkt, wird hier die Oberluftzufuhr am Füllkasten vielfach fortgelassen.

In entsprechender Weise werden solche Feuerungen sowohl nach Bauart Eßlingen als auch Bauart Kuhn noch mit einer Anzahl anderer Kesselarten, u. a. auch mit Wasserröhrenkesseln in Verbindung gebracht.¹⁾ Außerdem sind in der Umgehung der Zwangslage hinsichtlich der Rostbemessung eine ganze Reihe von Außenfeuerungen nach dem System Tenbrink entstanden. In bezug auf die Brennstoffausnutzung sind die Innenfeuerungen den letzteren etwas überlegen, abgesehen davon, daß es bei jenen leichter ist, ungünstige Schlackenbildung zu verhüten und einen gleichmäßigen Nachschub zu erzielen.

¹⁾ S. auch die nachfolgende Anordnung der Firma Göhrig & Leuchs sche Kesselfabrik, A.-G., Darmstadt.

Zahlentafel 11 enthält eine Zusammenstellung von Ergebnissen einiger Verdampfungsversuche an Schrägrostfeuerungen der vorstehend besprochenen Arten. Sie sind den Geschäftsberichten von 1905 und 1906 des Württembergischen Dampfkessel-Revisions-Vereins, sowie dem von 1905 der Badischen Gesellschaft zur Überwachung von Dampfkesseln entnommen und betreffen Abnahmeversuche, welche zum Nachweis der vertragsmäßigen Gewährleistung bei Neuanlagen von den genannten Vereinen durchgeführt wurden. Wie bereits auf S. 155 bemerkt, sind in deren Überwachungsgebiet die Tenbrink- und ähnlichen Schrägroste sehr verbreitet. Wenn auch darauf hinzuweisen ist, daß die Berichte nebenbei Versuchsergebnisse mit geringeren Ausnutzungsziffern enthalten, so erhellt doch aus der Zahlentafel, daß sich bei ordnungsmäßiger Feuerführung (geeignetem Brennstoff) und gutem Zustand der Anlage sehr günstige Verhältnisse nachweisen ließen. Der Betrag für das

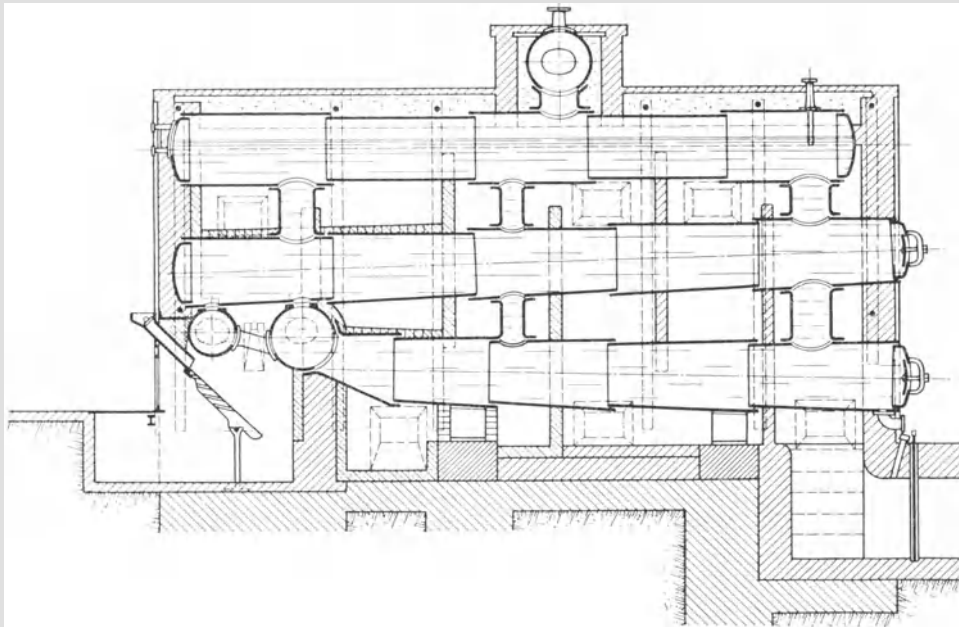


Fig. 185.

Schrägrost-Außenfeuerung, Bauart Kuhn.

Restglied der Wärmebilanzen, der jeweils außer dem Verlust durch Leitung und Strahlung noch die Verluste durch Verbrenliches in den Rückständen, sowie durch unverbrannte Gase und Ruß in sich schließt, berechtigt bei der Mehrzahl dieser Versuche zu dem Schlusse, daß die Verbrennung ziemlich vollkommen und die Rauchentwicklung gering gewesen sein wird, obwohl die verwendeten gasreichen Brennstoffe unter ungünstigen Verhältnissen hierzu in ganz erheblichem Maße hätten Anlaß geben können.

Eine Eigenart in bezug auf die Zuführung von Oberluft weist die Konstruktion von L. Burlet in Neustadt a. d. Haardt, Fig. 186, auf. Die Flamme wird gezwungen, erst zwei oder mehrere Quersieder zu bestreichen, bevor sie in das Flammrohr oder unter den Kessel gelangt. Die beiden unmittelbar über dem Rost gelegenen Sieder werden in Richtung eines Durchmessers von einer Anzahl enger Röhren durchdrungen, welche die in besonderen Kanälen erwärmte Luft von vorn und hinten in die Flamme einführen. Die Menge der von vorn zutretenden Luft kann durch eine Klappe geregelt werden. Der Weg für die Oberluft ist sehr umständlich gewählt, ohne daß sie eine günstigere Wirkung erzielt, als die auf S. 152

Zahlentafel 11.

	Batterieessel. Batterieessel. Batterieessel.			Heizröhren- kessel			Batterieessel. Batterieessel. Batterieessel.			Batterieessel. Batterieessel. Batterieessel.			Batterieessel. Batterieessel. Batterieessel.		
	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	2 Ober- u. 2 Unter- kessel	2 Ober- u. 2 Unter- kessel	2 Ober- u. 2 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel	3 Ober- u. 3 Mittel- u. 3 Unter- kessel
Bauart des Kessels	Tenbrinkvorlage mit zwei Feuern														
Bauart der Feuerung	Schrägrost mit Quersieder														
Heizfläche, Kessel (wasserberührte) Überhitzer	135	128	74	120	65	190	140	110	140	140	140	140	140	140	110
Rostfläche (Kessel)	2,6	2,6	2	2,55	1,54	3,15	2,65	28	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	28
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:52	1:49	1:37	1:47	1:42	1:60,3	1:54	2,28	1:54	1:54	1:54	1:54	1:54	1:54	2,28
Versuch Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	V	VI	VII	VIII	VII	VIII	VIII
Datum des Versuchs	9 st 40 min	9 st 5 min	8 st 12 min	8 st 33 min	9 st 2 min	5. IV. 1907	8 st 5 min	9 st 3 min	8 st 5 min	8 st 5 min	8 st 5 min	8 st 5 min	8 st 5 min	8 st 5 min	9 st 3 min
Brennstoff:	Saarkohle „Heinitz“ NuB I														
verheizt im ganzen	2010	2117	968	1592	907	3385	2173	1852	907	3385	3385	2173	1852	907	3385
„ „ in der Stunde	208	233	72	186	100	418	242	102	100	418	418	242	102	100	418
„ „ auf 1 qm Rostfläche	80	90	59	73	65	133	93,4	88,5	65	133	133	93,4	88,5	65	133
„ „ „ 1 qm Heizfläche	1,54	1,82	0,97	1,55	1,54	2,2	1,73	0,93	1,54	2,2	2,2	1,73	0,93	1,54	2,2
Rückstände: im ganzen	160	248	70	144	78,5	250	194	89	78,5	250	250	194	89	78,5	250
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes	8	11,7	7,3	9,0	8,7	7,4	8,9	4,8	8,7	7,4	7,4	8,9	4,8	8,7	7,4
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben	—	—	—	—	—	28	—	—	—	28	28	—	—	—	28
Speisewasser: verdampft im ganzen	20029	18500	7758	14877	9280	26624	16858	15342	9280	26624	26624	16858	15342	9280	26624
verdampft in der Stunde	2071	2037	946	1740	1027	3293,5	1880	1695	1027	3293,5	3293,5	1880	1695	1027	3293,5
„ „ auf 1 qm Heizfläche	15,3	15,9	12,8	14,5	15,8	—	13,5	15,4	15,8	—	17,3	13,5	15,4	15,8	17,3
„ „ „ 1 „ „ bez. auf 637 WE	14,8	—	12,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ 1 „ „ „	44,5	64,5	11,5	26	90	33	11	27	90	33	33	11	27	90	33
„ „ „ 1 „ „ „	7,4	9,4	5,9	12,7	8,8	8,5	12,1	12,6	8,8	8,5	8,5	12,1	12,6	8,8	8,5
Dampf: Überdruck	—	236	220	220	222	234	265	295	222	234	234	265	295	222	234
Temperatur hinter dem Überhitzer	—	597,1	639,4	639,4	570,8	627,4	653,7	638,3	570,8	627,4	627,4	653,7	638,3	570,8	627,4
Erzeugungswärme im Kessel	614	31,5	—	17,2	25,3	31,9	42,2	55,7	25,3	31,9	31,9	42,2	55,7	25,3	31,9
„ im Überhitzer	—	628,6	—	656,6	584,1	659,3	695,9	694,0	628,6	659,3	659,3	695,9	694,0	628,6	659,3
„ zusammen	—	10,5	8,4	13	10,2	12,5	12,2	13,2	10,2	12,5	12,5	12,2	13,2	10,2	12,5
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt	13,6	—	—	—	—	18,8	—	—	—	18,8	18,8	—	—	—	18,8
CO ₂ +O-Gehalt	ca. 40	80	125	45	85	40	55	40	85	40	40	55	40	85	40
Luftüberschuß	218	332	225	253	211	225	225	257	211	225	225	225	257	211	225
Temperatur	24	26,5	27,5	26	28,5	19,5	24	28,5	28,5	19,5	19,5	24	28,5	28,5	19,5
Verbrennungsluft	—	6,5	3,0	6,5	8,5	15,0	8,5	4,5	8,5	15,0	15,0	8,5	4,5	8,5	15,0
Zugstärke: am Kesselende	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Verdampfung: a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser	9,96	8,74	8,01	9,34	10,23	7,87	7,76	8,28	10,23	7,87	7,87	7,76	8,28	10,23	7,87
b) ber. auf Dampf v. 100°C aus Wasser v. 0°C (637 WE)	9,60	8,62	8,11	9,63	9,38	8,14	8,48	9,02	9,38	8,14	8,14	8,48	9,02	9,38	8,14
Wärmebilanz															
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung: a) im Kessel	6115	81,6	5168	71,0	5839	79,4	5073	75,4	5839	79,4	4934	72,1	5285	70,3	4934
b) im Überhitzer	—	—	—	161	136	1,8	327	4,9	136	1,8	251	3,7	461	6,1	251
zusammen	—	—	—	6133	5975	81,2	5400	80,3	5975	81,2	5185	75,8	5746	76,4	5185
Verloren: a) an freier, mit d. Gasen nach dem Schornstein abzieh. Wärme	694	9,2	1115	15,3	853	11,6	720	10,7	853	11,6	742	10,9	849	11,3	742
b) in den Rückständen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	693	9,2	1006	13,7	526	7,2	605	9,0	526	7,2	745	10,9	921	12,3	745
Summe = Heizwert des Brennstoffes	7502	7259	7289	7491	7354	6840	6725	7516	7354	6840	6840	6725	7516	7354	6840

1) Von der Gesamtdampfmenge wurden nur 4900 kg überhitzt.

erwähnte Anordnung vorn über dem Füllkasten. Zudem erscheint die Ausführung der Quersieder mit quer durchgezogenen Röhren keineswegs einwandfrei.

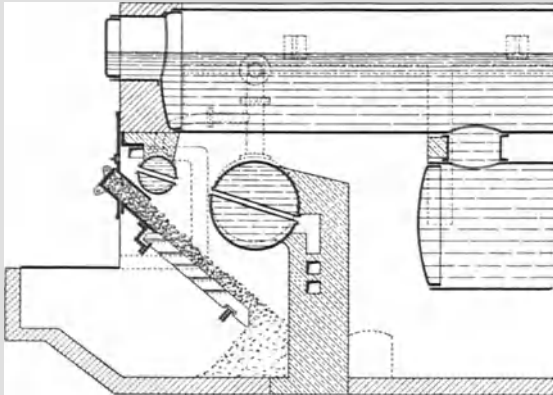


Fig. 186.
Schrägrostfeuerung von Burlet.

Fig. 187 und 188 stellt eine Anwendung der Tenbrink-Feuerung an einem Wasserrohrkessel dar, wie solche nach D. R. P. Nr. 78522 von der Firma Göhrig & Leuchssche Kessel-fabrik, A.-G., Darmstadt, gebaut wird. Auch bei dieser Kesselart, welche die Herbeiführung vollkommener Verbrennung oft sehr erschwert, wie dies schon in den vorhergehenden Abschnitten wiederholt zum Ausdruck gebracht ist, lassen sich mit Brennstoffen, deren Verhalten auf dem Schrägrost nicht besonders ungünstig ist, bei guter Brennstoffausnutzung durchaus befriedigende Verhältnisse in bezug auf die Rauchverhütung erzielen. Die hin-

sichtlich der Bemessung der Rostlänge bzw. -fläche gegebene Beschränkung hält allerdings die Beanspruchungsfähigkeit der Heizflächen etwas niedrig.¹⁾

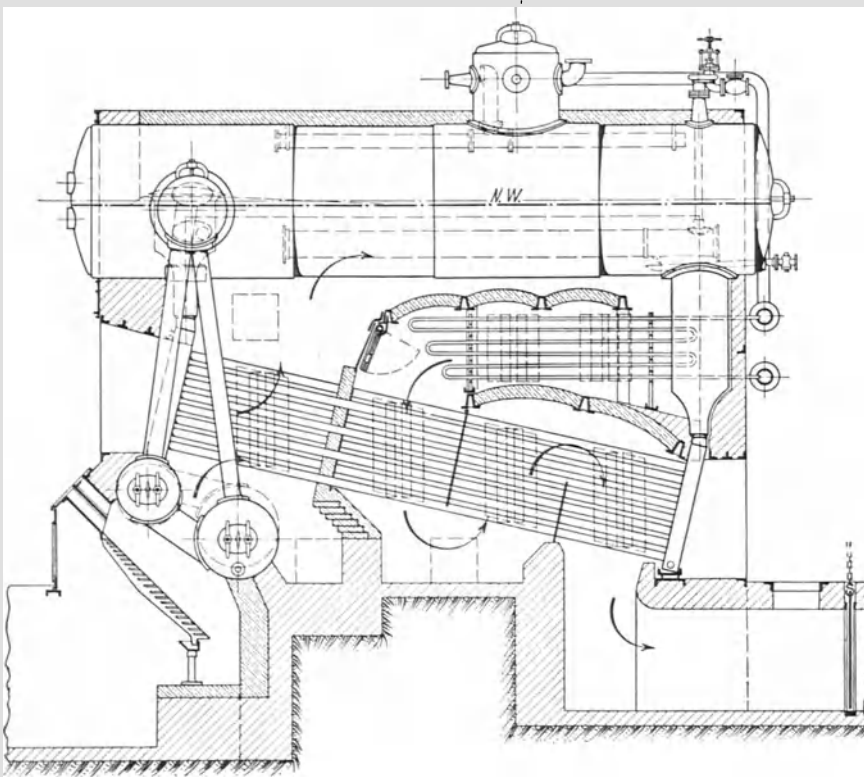


Fig. 187.
Schrägrostfeuerung von Göhring & Leuchs.

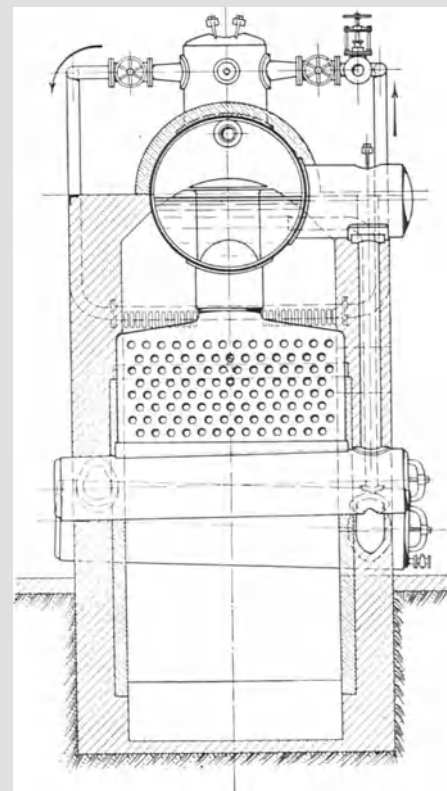


Fig. 188.

Die Feuerung von G. Rochow, Dampfkesselfabrik in Offenbach a. M., Fig. 189 und 190, dient hauptsächlich zur Verbrennung geringwertiger Brennstoffe (Sägespäne, Rinden-

¹⁾ In dieser Hinsicht besitzen namentlich die auf S. 235 u. ff. beschriebenen mechanischen Kettenrostfeuerungen einen Vorzug, der in manchen Betrieben von wesentlicher Bedeutung sein kann.

abfälle, Lohe, ferner auch Klarkohle allein oder mit vorstehenden Stoffen gemischt).¹⁾ Der Rost erscheint als ein Mittelding zwischen Schrägrost und Treppenrost. Die einzelnen Roststäbe sind in größeren Abständen als beim gewöhnlichen Schrägrost angeordnet, besitzen aber seitliche Rippen, mit denen sie derart zusammenstoßen, daß der Rost an seiner Oberfläche ein gitterförmiges Aussehen erhält. Um starken Verschleiß zu vermeiden, werden die Stäbe, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, durch Wasser gekühlt. Dadurch soll eine gute Haltbarkeit auch bei Steinkohlenfeuerung erreicht werden.²⁾

Über der mit einer Feuertür versehenen Schüttöffnung wird durch einen besonderen Kanal Oberluft zugeleitet, deren Menge durch Ventile regelbar ist. Fig. 189 zeigt die gewöhnliche Anordnung der Tenbrink-Außenfeuerung, während sie in Fig. 190 verlassen ist und das Zurückschlagen der Flamme durch ein als Feuerbrücke vorgezogenes Gewölbe erzwungen wird. Diese letztere Ausführung besitzt in vollem Maße die Nachteile der Vorfeuerung und ist für hochwertige Brennstoffe (Steinkohlen) infolge zu geringer Widerstandsfähigkeit gegen die hohe Temperatur im Feuerraum naturgemäß zu verwerfen.

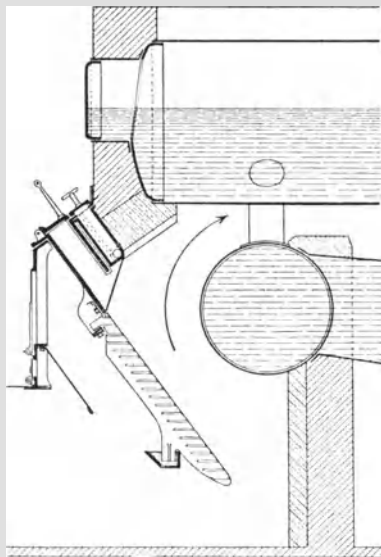


Fig. 189.

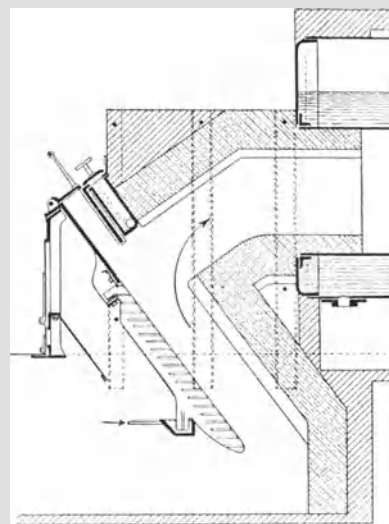


Fig. 190.

Schrägrostfeuerung von Rochow.

Wie bereits auf S. 153, Fußbemerkung 1, und insbesondere S. 156 beregt, hält es bei den Schrägrostfeuerungen unter gewissen Umständen schwer, ungünstiger und lästiger Verschlackung des Rostes, sowie starkem Roststabverbrauch infolge Verbrennens der unteren Enden durch entsprechende Bedienungsweise allein wirksam entgegenzutreten, namentlich wenn hochwertige Steinkohlen, welche eine weiche Schlacke hinterlassen, verfeuert werden sollen.³⁾ Hierbei kann außer Betriebsschwierigkeiten, einer Beschränkung der Brennstoffwahl, Beeinträchtigung der wirtschaftlichen und der vollkommenen, rauchfreien Verbrennung auch eine merkliche Verteuerung des Betriebs dadurch eintreten, daß oft nach sehr kurzem Gebrauch jeweils der ganze Stab neu ersetzt werden muß, wenn sein unteres Ende verbrannt ist, da bei Schrägrostfeuerungen im allgemeinen nur eine Stablänge zur Verwendung gelangt. Nicht selten werden die Roststäbe auch durch seitliches Verbiegen unbrauchbar,

¹⁾ Über die Verbrennung solcher Gemische auf Schrägrosten siehe S. 129 Fußbemerkung 1

²⁾ S. auch Dingers Polytechnisches Journal 1902, S. 11.

³⁾ S. auch A. Dosch, Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1903, S. 146.

doch trägt in dieser Hinsicht häufig Mangel an Ausdehnungsfähigkeit infolge unrichtiger Lagerung die Schuld. Damit sich die Stäbe bei der eintretenden Erwärmung in der Längsrichtung vollständig unbehindert ausdehnen können, muß eben beim Einlegen oder Aufhängen derselben an richtiger Stelle entsprechender Spielraum vorgesehen werden. In gewissem Maße läßt sich dem Abbrennen der Stäbe in der Weise steuern, daß dieselben mit abgerundeten oder abgebogenen Enden ausgeführt werden, wie dies aus Fig. 191 ersichtlich ist.

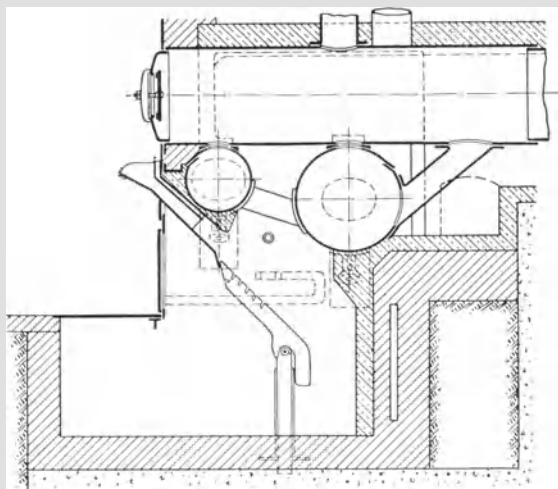


Fig. 191.
Schrägrostfeuerung, Bauart Kuhn,
mit abgebogenen Rostenden.

Eine Ausführung, welche die genannten Mißstände noch mehr zu verhüten vermag, ist in Fig. 192 veranschaulicht, wie sie der Firma Gebr. Ritz & Schweizer, Schwäb.-Gmünd, unter D. R. P. Nr. 162072 u. 169520 geschützt ist („Feuerung mit Schlackenspalt“). Die Rostbahn ist am unteren Ende schwach muldenförmig gestaltet, um genügende Bedeckung mit stets gekühlter Schlacke zu gewährleisten und doch das Durchfallen und die Entfernung der letzteren nach unten zu erleichtern, so daß sich die oben

abgesonderten Rückstände beim zeitweiligen Abwärtsbefördern mittels des Stoßeisens nicht in zu großer Menge im unteren Teil der Brennschicht ansammeln.

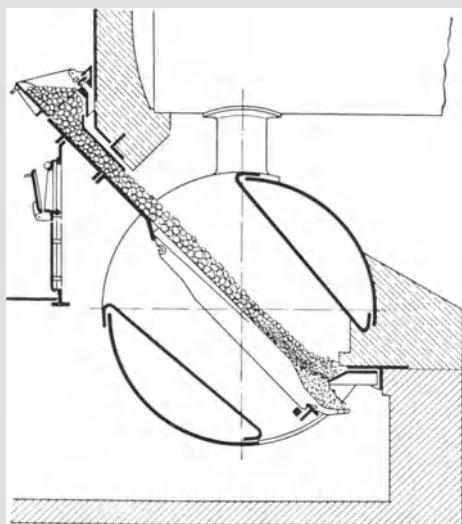


Fig. 192.

Einrichtungen von Ritz & Schweizer.

Bei den Außenfeuerungen, welchen Mauerwerk als seitliche Begrenzung dient,¹⁾ wendet dieselbe Firma zur Verhütung des Anklebens der Schlacke und zur Schonung des Mauerwerks Seitenschutzkörper nach Fig. 193 an, welche längs des Schrägrostes in das Mauerwerk eingelassen werden.

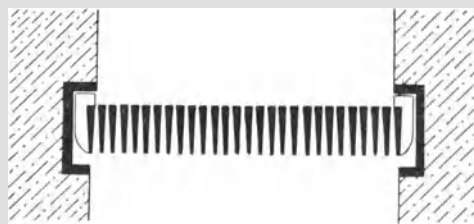


Fig. 193.

Die Fig. 194 und 195—197 stellen zwei Neuerungen der Firma Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen und G. Kuhn, G. m. b. H., Stuttgart-Berg, dar. Bei der Anordnung Fig. 194 ist an der Stelle, wo die lebhafteste Verbrennung der Glut, verbunden mit starker Schlackenbildung stattfindet, wo also ein Fließen der Schlacke am ehesten eintreten kann, eine allmähliche Abbiegung der Rostbahn getroffen. Um die Kühlung der

¹⁾ Wie auf S. 159 ausgeführt, kann die seitliche Begrenzung des Feuerraums mittels Mauerwerks in zweckmäßiger Weise durch Anordnung von seitlichen Schrägsiedern umgangen werden.

Stäbe und die Lockerung der Schlacke an der gefährdetsten Stelle zu fördern, ist der untere Rostträger hohl und zum dauernden Einblasen von Dampf zwischen den einzelnen Stäben mit kleinen Löchern versehen.

Fig. 195–197 zeigen einen „Menner-Rost“ mit durchbrochenen Seitenflächen in Verbindung mit Längs- und Querdampfbrausen. Die Querdampfbrause wird entweder selbst als Rostträger ausgebildet oder, wie in der Figur angedeutet, dem letzteren entlang geführt; ihre Austrittsöffnungen befinden sich zwischen den einzelnen Roststäben, während diejenigen der Längsbrause in die Durchbrüche der Roststäbe einmünden. Wenn schon die Aussparungen an den Stäben eine bessere Kühlung des Rostes bewirken sollen, so vermag noch mehr der zuströmende Dampf die Schlackenbildung lockerer zu gestalten und einen starken Verschleiß der Roststäbe zu verhindern. Für die Dampfzuführung soll eine Vierteldrehung der Spindel eines Ventils von $\frac{1}{2}$ l. W. in der Regel genügen. Hiernach wäre überall, wo der zu verfeuernde Brennstoff infolge weicher Schlackenbildung zu Unregelmäßigkeiten im selbsttätigen Nachschub Anlaß gibt oder das Abschlacken erschwert und die Haltbarkeit des Rostes wesentlich verringert, der Aufwand für die Brausen nicht von Belang.

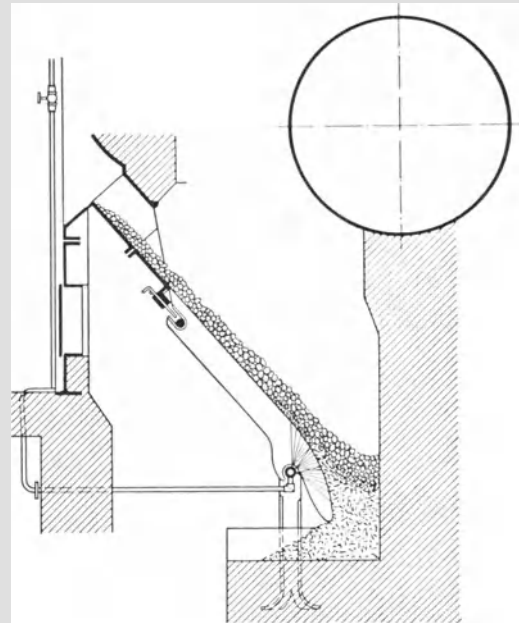


Fig. 194.
Schrägrost der Maschinenfabrik Eßlingen-Kuhn mit Schlackenkühlung.

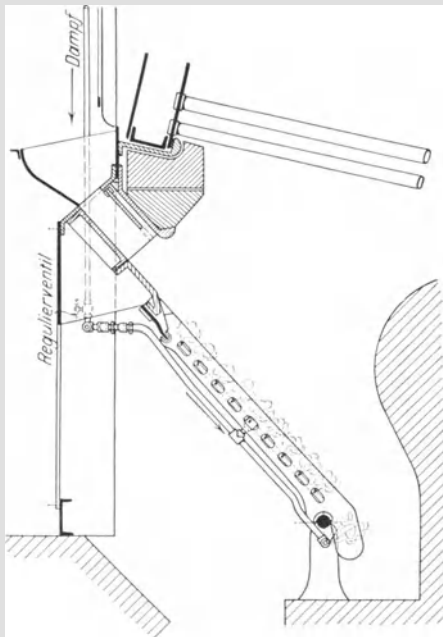


Fig. 195.

„Menner-Rost“.

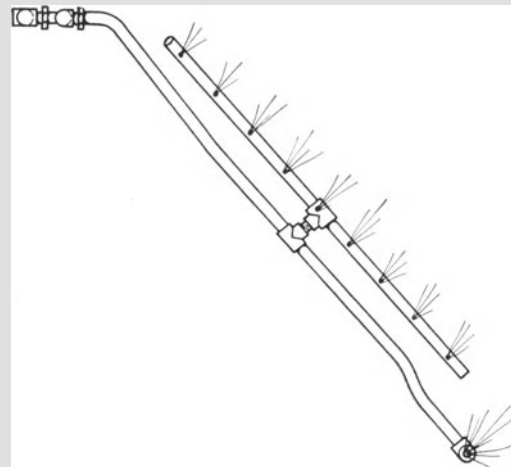


Fig. 196.

die Braunschweigische Maschinenbau-Anstalt in Braunschweig einen sogenannten Walzenrost konstruiert, welcher das Abschlacken wie auch das Nachrutschen der Kohle auf mechanischem Wege besorgen soll. Die Einrichtung ist auf S. 282 eingehend behandelt. Eine

andere Anordnung von Alfred Wilkinson in Bridgeport, Fig. 198, findet sich in der bereits erwähnten Abhandlung von A. Dosch¹⁾ beschrieben. Sie soll die selbsttätige Entfernung der Schlacke vom unteren Rostende bezwecken, indem der aus einzelnen Scheiben mit seitlichen Ansätzen und Aussparungen zusammengesetzte Schlackenabführer in Drehung versetzt wird.

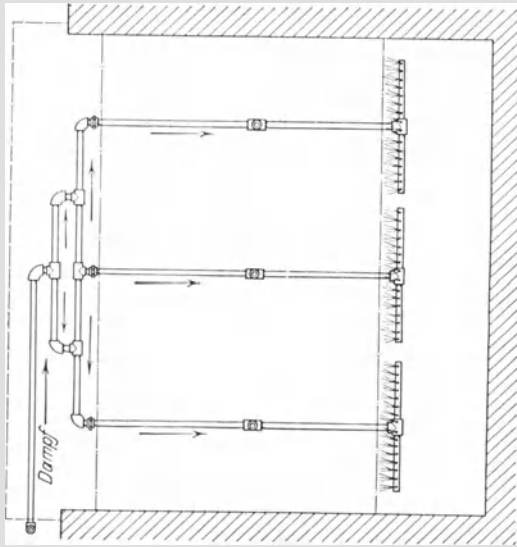


Fig. 197. Grundriß zu Fig. 195.
„Menner-Rost“.

Natürlich kann es sich hierbei nur um eine Entfernung der bereits unterhalb des Rostes angelangten Rückstände handeln, während das Ablagern der Schlacke auf dem Rost selbst nicht oder höchstens insoweit beeinflusst wird, als beim gewöhnlichen Schrägrost im Falle übermäßiger Anreicherung der Schlacke am unteren Ende Stauungen nach oben sich in ungünstiger Weise fortzupflanzen vermögen. Einem Festkleben der Schlacke und Warmwerden bzw. Verbrennen der Stäbe an der gefährdeten Stelle wird jedenfalls nicht gesteuert, unter Umständen sogar Vorschub geleistet, wenn durch die Drehung des Schlackenabführers die Glut zu weit nach unten gelangt. Auch den großen Schlackenklumpen gegenüber, wie sie sich bei aschereicheren

Brennstoffen, deren Schlackenbildung nicht zum Fließen neigt, unten absetzen, dürfte der Schlackenabführer ein wenig zweckdienliches Verhalten aufweisen. Für Innenfeuerung kommt die Anordnung überhaupt nicht in Frage.

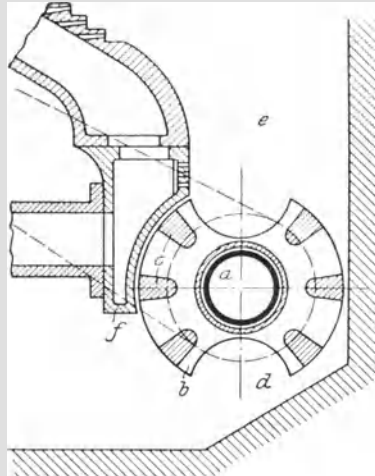


Fig. 198.
Schlackenabführer von Wilkinson.

Eine Verbesserung anderer Art für Tenbrink-Feuerungen ist die Kraftsche Einschubplatte mit Luftkühlung und Schamotteabdeckung von

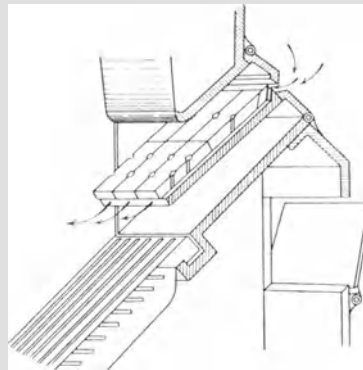


Fig. 199.
Kraftsche Einschubplatte.

G. W. Kraft, Dresden-Löbtau, Fig. 199. Die rückkehrende Flammenführung bewirkt häufig eine starke Erwärmung der oberen Feuerungsteile, welche deren Haltbarkeit beeinträchtigt und die Wärmestrahlung nach dem Heizerstand in lästiger und nachteiliger Weise erhöht. Als Schutz gegen solche Mißstände kann die Kraft'sche Einschubplatte an Stelle der gewöhnlichen gußeisernen

¹⁾ S. 163 Fußbemerkung 3.

Trennplatte¹⁾ gute Dienste leisten in allen Fällen, in denen ohnehin Oberluftzuführung, wenn auch nur in ganz geringem Maße, zur Erzielung günstiger Verbrennungsverhältnisse erforderlich ist. Bei Verwendung guten Materials, worauf namentlich auch in bezug auf die Schamotteabdeckung zu achten ist, genügt die Kühlung seitens der zwischen Gußeisen- und Schamotteplatten durchströmenden Luft, um denselben eine befriedigende Widerstandsfähigkeit zu verleihen. Es kann sogar die Länge der Platten ohne Bedenken ziemlich größer bemessen werden, so daß im Füllkasten der Vorrat an Brennstoff größer ist und auch ein Überstürzen des letzteren weniger leicht vorkommt. Ein Vorteil kann ferner dadurch entstehen, daß ein zu starkes Rückwärtsbrennen mit dem daraus sich ergebenden Zusammenbacken der Schicht auf der Schürplatte oder im Füllkasten verhindert und somit ein gleichmäßiger, selbsttätiger Nachschub eher gewährleistet wird. Die umgebenden Teile bleiben geschont, und die Wärmestrahlung nach vorn ist außerordentlich gering.

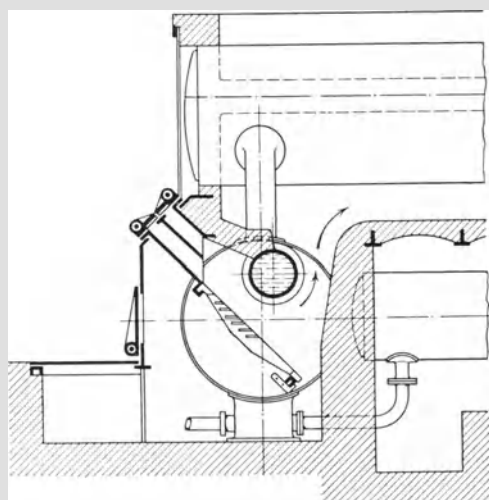


Fig. 200.

Schrägrostfeuerung von Kemmerich.

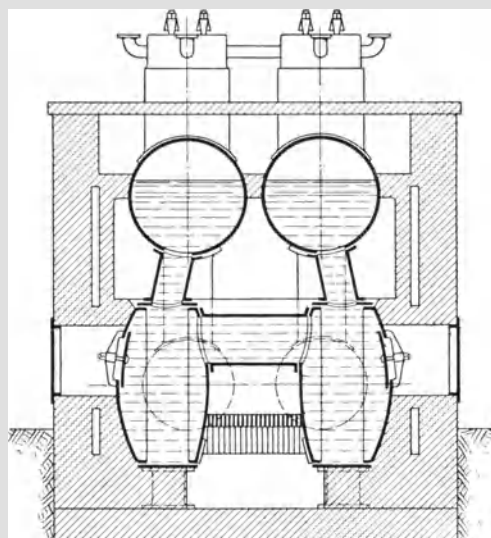


Fig. 201.

Von weiteren Schrägrostfeuerungen, bei denen aber die Flamme vom Rost aus nicht rückkehrend geführt und die Ausbildung als Innenfeuerung nicht gewahrt wird, sind zu erwähnen:

Die Feuerung von W. Kemmerich, Berlin W., Fig. 200 und 201. Sie wird ebenso wie die bisher behandelten Schrägrostfeuerungen mit besonderen Kesselbauarten in Verbindung gebracht. Es sollen ungefähr 100 solcher Kesselanlagen bestehen, die meisten von Ewald Berninghaus, Duisburg, ausgeführt. Zur Verwendung können sowohl hochwertige Steinkohlen als auch geringwertige Brennstoffe, wie Braunkohlen, Holzabfälle, Sägespäne und dergleichen kommen. Für letztere kann die Rostbreite zwischen den seitlichen Wasserkammern entsprechend groß gewählt werden. Die Lagerung des Quersieders zum Rost erscheint für die Verbrennung auf dem unteren Teil des Rostes nicht ganz so günstig, wie bei der Kuhnschen Quersieder-Anordnung. Dafür erfolgt aber bei regelmäßigem Nachschub die Entgasung des Brennstoffs auf dem oberen Rostteil langsamer, sodaß — nötigenfalls mit Hilfe der Oberluftzufuhr von vorn über dem Füllkasten — sehr wohl eine rauchfreie Verbrennung bei guter Ausnutzung sich erzielen läßt. Leicht entzündliche Brennstoffe

¹⁾ s. S. 150 u. f.

brennen hier nicht nach oben, backende Kohlen setzen sich im Füllkasten weniger fest und es bedarf auch keiner besonderen Vorkehrungen, um starke Erwärmung der vorderen Feuerungsteile und Strahlung nach dem Heizerstande abzuhalten. Für Verfeuerung schwer entzündlicher Brennstoffe, welche indessen für den Schrägrost weniger in Frage kommen, ist der Rostabstand vom Quersieder etwas größer zu wählen. Bei neueren Ausführungen beträgt dessen Durchmesser nicht unter 450 mm; er ist ebenso wie die ganze Vorlage leicht befahrbar und mit den angrenzenden Kesselböden zusammengeschweißt.

In wirtschaftlicher Hinsicht mag die Einrichtung der Tenbrink-Feuerung ungefähr gleichkommen. Die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Berlin, soll an ihrem Betriebskessel mit Kemmerich-Feuerung und oberschlesischer Kohle während eines Versuchs

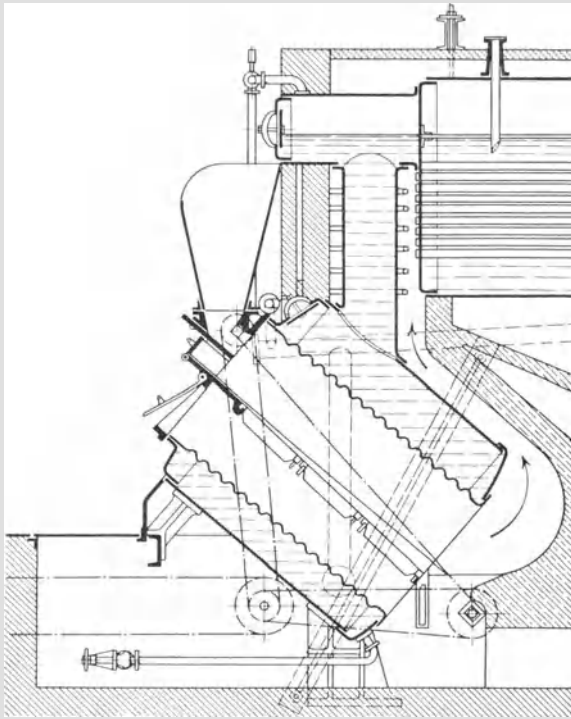


Fig. 202.

Schrägrost-Innenfeuerung von Marr.

s. Zt. eine Verdampfungsziffer von 9,5 und die Städtischen Elektrizitätswerke in Duisburg eine solche von 8,6 im Durchschnitt eines zweijährigen Dauerbetriebs mit westfälischer Nußkohle einschließlich der Anheiz- und Abbrennperioden festgestellt haben.¹⁾

Auch die in Fig. 202 dargestellte Konstruktion²⁾ bringt nach Art der Tenbrink-Vorlage den Schrägrost in einer Innenfeuerung unter. Sie soll die Vorteile möglichst guter Ausnutzung der strahlenden Wärme bei der Verbrennung, gleichzeitig aber auch diejenigen eines großen Brennraumes für die Flammenentfaltung, sowie der Einfachheit einer ununterbrochenen Beschickung bieten, welche sich hierbei im allgemeinen selbsttätig vollzieht. Durch allmähliche Entgasung vor der eigentlichen Verbrennung wird ein rauchschwacher Betrieb angestrebt. Von der Tenbrink-Feuerung unterscheidet sie sich jedoch im wesentlichen durch die entgegengesetzte Richtung der Gasabführung vom

Rost und durch die verhältnismäßig große Flammrohrlänge. Marr will mit dieser Bauart das Verwendungsgebiet des Schrägrostes auch auf Steinkohlensorten erweitern, für welche die Tenbrink-Feuerung ungeeignet erscheint.³⁾

¹⁾ Angaben über Heizwerte und Speisewassertemperatur bzw. Erzeugungswärme usw. sind nicht zur Hand; die Verbrennungsverhältnisse mögen aber den mit Tenbrink-Feuerungen erreichbaren ungefähr gleichkommen.

²⁾ Dieselbe ist einer Abhandlung von Otto Marr, Leipzig, Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1907, S. 277 u. ff., entnommen, in welcher der Verfasser ein praktisches Beispiel für eine solche Anlage mit besonderer Berücksichtigung der Anteilnahme der einzelnen Heizflächen-Elemente an der Gesamtleistung durchrechnet. Er kommt dabei zu dem Schlusse, „daß bei Innenfeuerungen der höchste spezifische Wert der Heizfläche zu erreichen ist, doch müssen dieselben ermöglichen:

- a) weiteste Ausnutzung der Strahlung;
- b) sachgemäße Beschickung, bei welcher der Brennstoff erst entgast und dann verbrannt wird;
- c) innige Mischung der Entgasungsprodukte mit der nötigen erwärmten Verbrennungsluft im heißesten Teil eines ausreichenden Verbrennungsraumes.“

³⁾ Daß der Tenbrink-Rost in Norddeutschland, auch soweit hochwertige Brennstoffe in Betracht kommen, wenig Anwendung gefunden hat, dürfte — abgesehen davon, daß hier vielfach Förderkohlen erheblich preis-

Flammrohrlänge und Rostlänge sind indessen auch in ganz bestimmtem Maße begrenzt durch die Forderung nach einer nicht zu schwierigen Zugänglichkeit des Rostes bei der Bedienung. Das Abschlacken und Entfernen der Rückstände am unteren Rostende dürfte bei der gewählten Anordnung überhaupt leicht zu Schwierigkeiten Anlaß geben.

Für bequeme Zuführung des Brennstoffs befindet sich vor der Feuerung ein Schütttrichter. Als Kraft für das Abwärtswandern der Kohle auf dem Rost ist für gewöhnlich nur deren Eigengewicht vorgesehen, doch soll erforderlichenfalls die Gleichmäßigkeit des Niedergangs durch Anordnung kantiger, von Wasser durchflossenen Drehwalzen oben und unten noch weiter gewährleistet werden. Bei Verwendung gröberer Nußkohle mit festbrennender Schlackenbildung wird die Anwendung eines Wasserröhrenrostes empfohlen.

Vorn in der Feuerzarge befindet sich eine verschließbare Öffnung für den Einlaß von Oberluft, doch soll diese nur benutzt werden, wenn aus irgendwelchem Anlaß große Brennstoffmengen auf einmal zugeführt werden; sonst soll die durch den bereits zusammengesinterten Brennstoff auf dem unteren Teil des Rostes reichlich zutretende und sich hierbei hoch erwärmende Luft zur Erzielung vollkommener Verbrennung genügen.

Umfassende Erfahrungen an ausgeführten Anlagen dieser Bauart liegen wohl bislang noch nicht vor.

Die Feuerung von Schmelzer-Lauber ist in Fig. 203 und 204 in ihrer Anwendung auf einen Wasserröhrenkessel dargestellt. Sie hat wie die angeführte Konstruktion von G. Rochow eine stark vorgezogene Feuerbrücke, macht aber außerdem weitgehenden Gebrauch von der Zufuhr stark vorgewärmter Luft unmittelbar zur Flamme. Diese Zufuhr erfolgt auch in einer für die gute Mischung mit den brennbaren Gasen ganz zweckmäßigen Weise durch die Kanäle *a* und *b*; wichtig ist natürlich die richtige Regelung der Querschnitte für die Oberluftzufuhr. Die Konstruktion ermöglicht zwar eine rauchfreie oder doch rauchschwache Verbrennung, wie dies auch die unter teilweise ungünstigen Verhältnissen durchgeführten Versuche seitens des Bayerischen Dampfkessel-Revisionsvereins¹⁾ gezeigt haben; sie ist jedoch nur für Brennstoffe von nicht zu hohem Heizwert (Braunkohle und dergleichen) mit Vorteil zu verwenden.

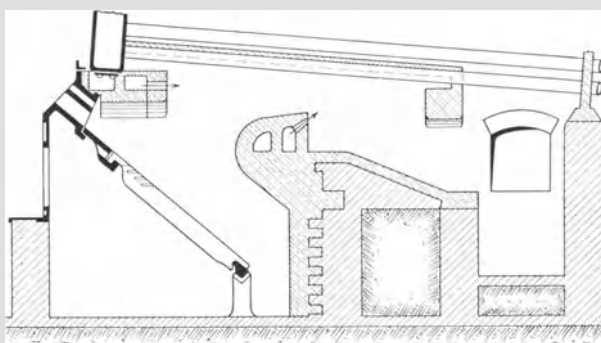


Fig. 203.

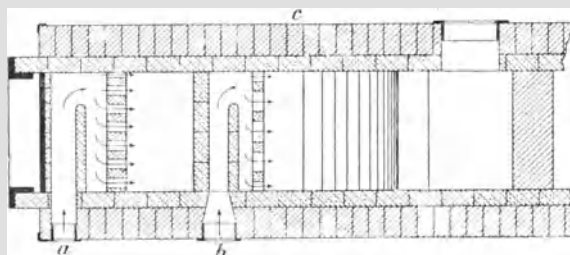


Fig. 204.

Schrägrostfeuerung von Schmelzer-Lauber.

würdiger zur Verfügung stehen als Nußkohlen, erstere aber in der Tenbrink-Feuerung schwieriger und oft überhaupt nicht mit guter Ausnutzung sich verarbeiten lassen — zum Teil durch ortsübliche Gepflogenheiten begründet sein, wie auch auf anderen technischen Gebieten, z. B. der Handhebezeuge, gewisse Vorrichtungen (Spill, Kohlenwinde und dergleichen), deren Gebrauch in den Küstengebieten des Reiches fest eingewurzelt ist und mit großem Geschick betrieben wird, im südlichen Deutschland da, wo man sie einzuführen versuchte, meist unbenutzt blieben oder wieder entfernt wurden.

¹⁾ Zeitschrift des Bayerischen Dampfkesselrevisionsvereins 1897, S. 42 u. f.

Die gute Haltbarkeit des Mauerwerkes ausgeführter Feuerungen dieser Art soll hauptsächlich auf das verwendete vorzügliche feuerfeste Material (gewonnen aus den zur Herstellung der Kohlenstäbe für Bogenlampen benutzten Schmelzriegeln) zurückzuführen sein.

Von Popp & Weisheit, Nürnberg, hat die Einrichtung eine weitere Um- bzw. Ausgestaltung erfahren.

Die Fig. 205 und 206 zeigen eine Schrägrostfeuerung vom Spezialwerk Thostscher Feuerungs-Anlagen, vorm. Otto Thost, G.m.b.H., Zwickau, als Vorfeuerung für einen Flammrohrkessel. Diese Anordnung ist vorwiegend für geringwertige Braunkohle, sowie insbesondere für Holz- und Sägespäne, sonstige Fabrikationsabfälle und -rückstände, Lohe und Torf bestimmt¹⁾. Vorgewärmte Luft, welche durch Kanäle des Seitenmauerwerks geleitet wird, tritt durch die Gewölbe über der Brennschicht in den Feuerraum zur Herbeiführung vollkommener Verbrennung der flüchtigen Bestandteile, sowie ferner zuweilen von

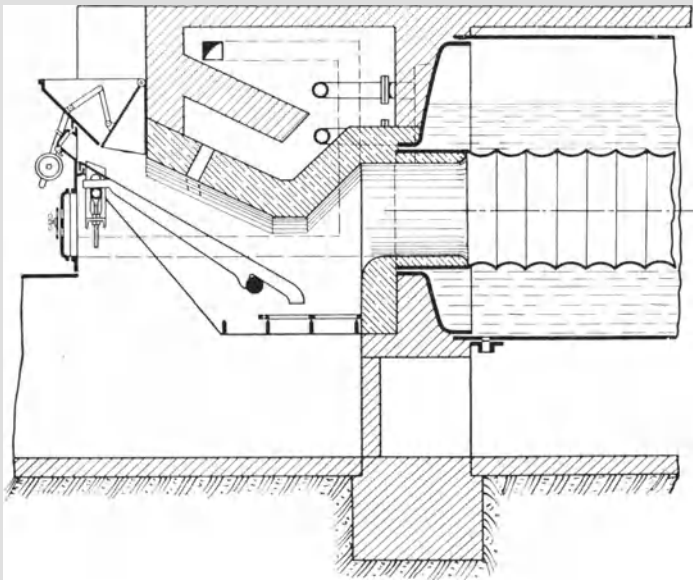


Fig. 205.

Schrägrost-Vorfeuerung von Thost.

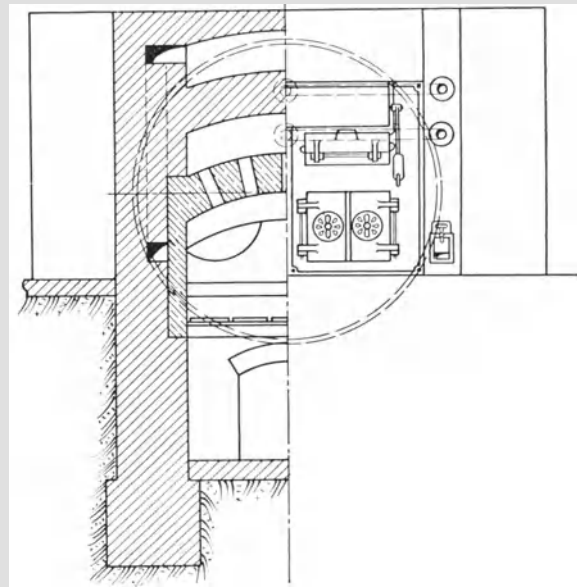


Fig. 206.

hinten unter den ausziehbaren Schlackenrost, angeblich, um die auf demselben sich ansammelnden Rückstände gut auszubrennen, bevor sie durch Herausziehen des Schieberrostes entfernt werden. Bei den neueren Anordnungen ist die Neigung des Schrägrostes mittels zweier Spindeln bequem verstellbar und damit eine tunlichst genaue Anpassung an die Betriebsverhältnisse ermöglicht. Die Höhe der Brennstoffschicht ist durch entsprechende Öffnung der im Trichter eingebauten Klappe mit Handhebel einstellbar, und die Schicht selbst bzw. die Rostfläche ist nach gänzlichem Abschluß der Klappe durch die unter dem Fülltrichter angebrachte schmale Türöffnung zugänglich. Die im allgemeinen von der Firma

¹⁾ Für solche Zwecke baut die Tammerfors Linne- och Jern-Manufaktur-Aktie Belag in Tammerfors, Finnland, die auf S. 111 beschriebene Wiltons Patent-Feuerung auch mit Schrägrost-Anordnung, Fig. 207—208. Je nach dem Brennstoff kann dem Bedarf an Oberluft Rechnung getragen werden durch besondere kleine Dampfstrahlgebläse und Kanäle, die in den Verbrennungsraum münden. Untersuchungen an Wasserrohrkesseln mit derartiger Einrichtung konnten beim Gebrauch von Holz in sehr verschiedenartiger Beschaffenheit gute Verbrennungsverhältnisse feststellen. Auch die Leistungsfähigkeit war bei Verheizung von kurzen gehackten Holzabfällen mit 60—70% Wassergehalt noch recht befriedigend. Dabei brauchte nur wenig Gebläsedampf angestellt zu werden.

bevorzugten ineinandergreifenden Roststabformen sollen das Durchfallen von Brennstoffteilchen möglichst verhindern, hemmen aber auch den Luftzutritt, sobald sie sich mit Asche versetzt haben und erschweren oft die Reinigung des Schrägrostes, welche nur von oben durch die Tür — nicht ohne erhebliche Störung der Verbrennung — erfolgen kann.

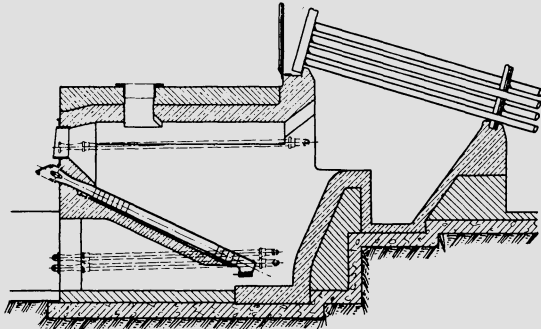


Fig. 207.

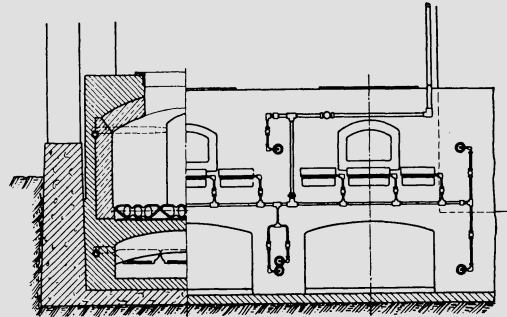


Fig. 208.

Wiltons Patent-Feuerung.

In Fig. 209 ist noch eine Thostsche Schrägrostfeuerung für Wasserröhrenkessel angefügt. Bei diesen wird je nach den Verhältnissen auch vorn über dem Rost ein kurzes Gewölbe angeordnet, und außerdem im Falle senkrechter Gasführung die Feuerraumrückwand, im Falle wagerechter Gasabführung die Feuerbrücke zuweilen mit vorspringendem Gewölbe ausgeführt. Je nach Bedürfnis kann durch das vordere Gewölbe oder durch die Feuerbrücke in Seitenkanälen von der Stirnwand her Oberluft zugeleitet werden. In diesen Feuerungen

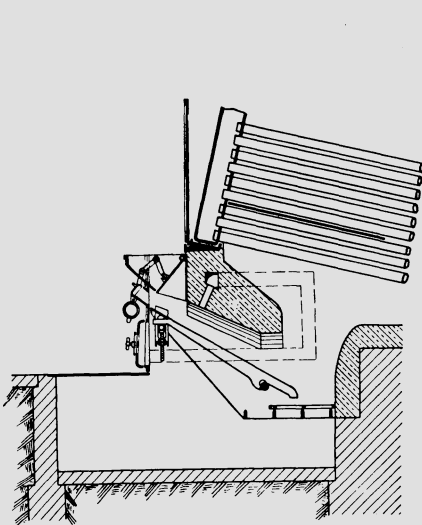


Fig. 209.

Thostscher Schrägrost für Wasserröhrenkessel.

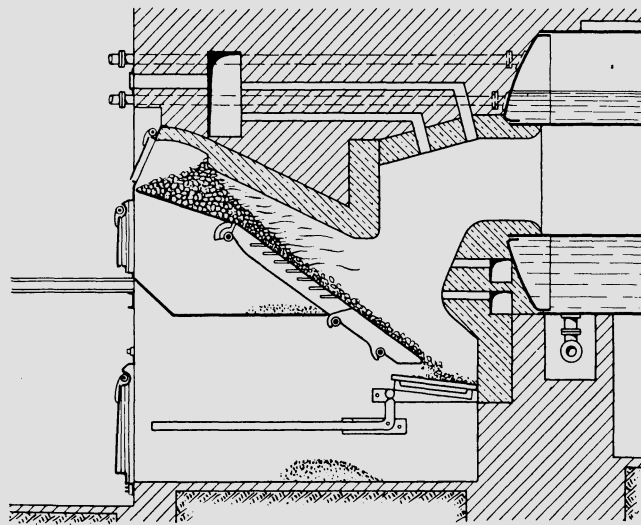


Fig. 210.

Regulier-Schüttfeuerung von Topf & Söhne.

kommen außer geringwertigen Brennstoffen auch hochwertige Braunkohlen sowie Steinkohlen mit niedrigem oder doch mäßigem Heizwert zur Verwendung. Sie dienen außerdem der Verbrennung von Braunkohlen und Steinkohlengries und dergleichen, wobei auch das auf S. 107 für den Planrost erwähnte Dampf-Unterwindgebläse mit dem Schrägrost in Verbindung gebracht wird.

Die Firma I. A. Topf & Söhne, Erfurt, baut verschiedene Feuerungen mit schrägen Rosten, die je nach ihrem Verwendungszweck den vorherrschenden Sonderverhältnissen entsprechend konstruiert werden. Fig. 210 zeigt eine der Topfschen Regulier-Schüttfeuerungen,

wie solche besonders für Verheizung von Steinkohlen-Schlamm bei Beschickung von Hand ausgeführt wird, aber auch für andere geringwertige Brennstoffe, welche eine große Rostfläche erfordern, geeignet ist. Diese Anlagen werden häufig in gleicher Weise wie die auf S. 133 erwähnten Treppenrostfeuerungen mit Schüttrichter und Füllschachtverschluss versehen, wobei die Brennstoffzufuhr bei geringem Arbeitsaufwand von oben erfolgt und die Höhe der Brennschicht mit einem Verstellechieber unterhalb des Füllschachts zu regeln ist. Der untere Schlackenrost besitzt eine Kippvorrichtung, welche ein bequemes Abschlacken ermöglicht. Durch Kanäle im Mauerwerk der Vorfeuerung ist für die Verhütung unvollkommener Verbrennung an geeigneter Stelle Zuführung von Oberluft vorgesehen. Die Zutrittsöffnungen für die letztere an der Stirnwand findet man allerdings zuweilen beim Verfeuern gasreicher Brennstoffe zu knapp bemessen. Sofern der Brennstoffnachschub sich nicht

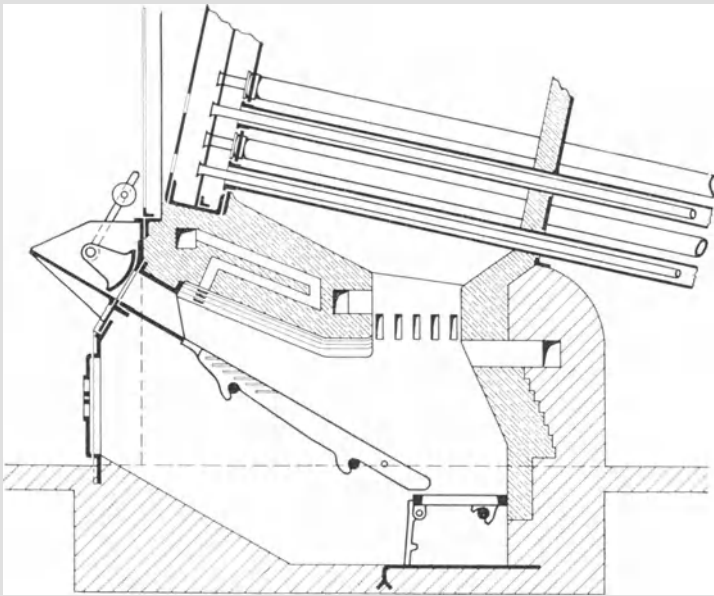


Fig. 211.
Schrägrostfeuerung von Dürr.

ununterbrochen und möglichst gleichmäßig gestaltet, sollte außerdem im Interesse der wirtschaftlichen Rauchverhütung die Oberluftzufuhr stets den vorkommenden Unregelmäßigkeiten in der Entgasung entsprechend geregelt werden.

Die Schrägrostfeuerung von Walther Dürr, München, Fig. 211, hat vorwiegend in Bayern zur Verheizung von hochwertigen Braunkohlen und von Steinkohlen sowohl unter Walzen- und Batterie- als auch unter Wasserröhrenkesseln Eingang gefunden. Der Füllhals ist mit einem Radialverschluss ausgestattet. Zur Erleichterung des Abschlackens und

zur Stützung der Brennstoffschicht findet sich am unteren Ende des Schrägrostes ein Kipprost angeordnet. Das von oben nach unten in zunehmendem Abstand vom Rost vorgeschobene Gewölbe und die vorgezogene Feuerbrücke oder Rückwand des Feuerraums dienen zugleich der Aufnahme von Kanälen und Schlitzten, welche erhitzte Oberluft derart zuströmen lassen, daß eine rasche und innige Mischung gesichert erscheint, und die Verbrennung sich möglichst vollkommen gestaltet, bevor die Gase sich zwischen die Rohrbündel verteilen.

Im Falle passender Wahl der einzelnen Abmessungen, den jeweiligen Sonderverhältnissen entsprechend, sowie tunlichst selbsttätigen Nachschubs des Brennstoffs und richtiger Einstellung der Querschnitte für die Oberluftzufuhr ist die Einrichtung mit Vorteil verwendbar. Sie setzt in den Stand, selbst beim Verfeuern von Brennstoffen mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen (Braunkohlen, oberbayerische Steinkohlen, Saarkohlen und dergleichen) die Verbrennung mit geringem durchschnittlichen Luftüberschuß befriedigend vollkommen und rauchschwach zu leiten. Bei diesen gasreichen Brennstoffen mit mäßigem Heizwert vermag auch das Gewölbe gute Haltbarkeit aufzuweisen, zumal infolge des reichlichen Oberluftbedarfs das Mauerwerk von den Kanälen aus gekühlt wird.

Bei Verwendung hochwertiger Steinkohlen kann indessen der Aufwand für die Instand-

haltung des Mauerwerks recht erheblich werden, namentlich wenn der Brennstoff nicht besonders gasreich und die zur Deckung des Bedarfs durch die Kanäle ziehende, gleichzeitig der Kühlung des Mauerwerks dienende Oberluftmenge nur gering ist. Neigt noch dazu die Schlackenbildung zum Fließen, so wird die durch die Einschnürung des Feuerraums sowie durch den Wärmespeicher im Mauerwerk bedingte Wärmestauung über und auf dem Rost leicht zu lästiger Verschlackung und erhöhtem Verschleiß des letzteren, wie auch zu einer Beeinträchtigung der erreichbaren Leistungsfähigkeit führen. Für hochwertige Brennstoffe endlich, die geringeren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen besitzen und zu starker Rauchentwicklung sowie Verlusten durch unvollkommene Verbrennung weniger Anlaß geben, ist die Feuerung nicht geeignet.

Die Feuerungen von H. Schomburg (G. Lütgen-Borgmann), Berlin.

Wesentlich an diesen Feuerungen sind gleichfalls Gewölbeanordnungen verschiedener Art. In der Regel findet man über dem oberen Teil des Rostes ein niedriges Gewölbe eingebaut und die Feuerbrücke mehr oder weniger vorgezogen. Im Unterschied von der soeben besprochenen Einrichtung fehlt hier die Zufuhr von Oberluft durch diese Gewölbe entweder gänzlich oder sie ist nur in geringem Umfang vorgesehen.

Die Feuerungen sind zur Verbrennung von Steinkohlen bestimmt und vielfach auch für solche im Betrieb. Sie können jedoch hierbei keine große Dauer besitzen, besonders nicht, wenn fast der ganze Rost mit dem Gewölbe überspannt ist und nur eine schmale Lücke für den Durchgang der Heizgase frei bleibt. Das meist angetroffene Bestreben des Heizers, die Haltbarkeit durch Verwendung zu großer Zugstärke (und entsprechend mangelhafter Rostbedeckung) zu erhöhen, führt natürlich zu großem Luftüberschuß und erheblicher Verschlechterung der Brennstoffausnutzung.

Fig. 212 zeigt eine derartige Anordnung in Verbindung mit einem Steinmüllerkessel, von welcher die in Zahlentafel 12 enthaltenen Versuchsergebnisse vorliegen.

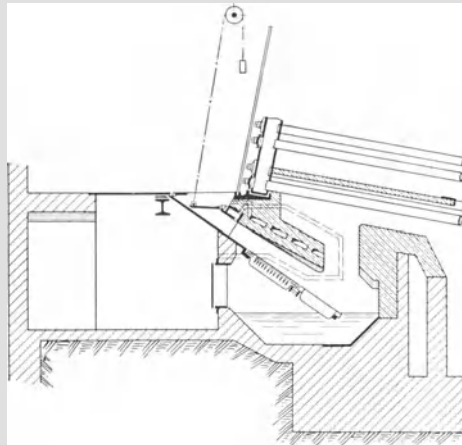


Fig. 212.
Schomburg-Feuerung.

Der Brennstoff war ziemlich stark zum Backen neigende Gasförderkohle mit ca. 25—30 vH flüchtigen Bestandteilen (ausschließlich Wasser); die Beanspruchung unterlag nur geringen Schwankungen. Der erste Versuch zeigt deutlich, wie die Rücksichtnahme des Heizers auf günstige Schlackenbildung und Schonung der Feuerung die Ausnutzung infolge großen Luftüberschusses beeinträchtigte. Bei den folgenden Versuchen ließen sich befriedigende Verbrennungsverhältnisse feststellen, doch fiel der Abwärmeverlust zum Teil noch groß aus, weil Undichtheiten in der hinteren Trennungswand einem Teil der Gase gestatteten, auf zu kurzem Wege nach dem Fuchs abzuziehen. Aber auch der Luftüberschuß hätte können ohne besonderen Müheaufwand noch mehr eingeschränkt werden, wenn es nicht geboten wäre, lästiger Schlackenbildung vorzubeugen, sowie zwischen Brennstoffkosten für die Dampferzeugung und Instandhaltungskosten der Feuerung diesen Mittelweg zu beschreiten.

Das Mauerwerk der Feuerungen muß in dieser Anlage nach jeder Betriebsperiode von höchstens drei bis vier Monaten (Tag- und Nachtbetrieb) gründlich ausgebessert oder gänzlich erneuert werden, wie dies auch beim Arbeiten mit größerem Luftüberschuß schon der Fall

Zahlentafel 12.

	Wasserrohrkessel „Steinmüller“ Schrägrost „Schomburg“													
	je 121,2 je 2,06 1:59		28. IV. 06		14. IX. 06		29. XII. 06		5. IX. 07					
	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II	I u. II				
Bauart des Kessels	Wasserrohrkessel „Steinmüller“													
Bauart der Feuerung	Schrägrost „Schomburg“													
Heizfläche, (wasserberührte)	je 121,2													
Rostfläche	je 2,06													
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:59													
Datum des Versuchs	15. IX. 05		26. IX. 05		22. XII. 05		28. IV. 06		14. IX. 06		29. XII. 06			
Dauer	9		9		8		8		9		8			
Kessel Nr.	I u. II		I u. II		I u. II		I u. II		I u. II		I u. II			
Brennstoff:	Engl. Förderkohle New Pelton													
verheizt im ganzen	4622	4212	3810	3588	4595	4315	2644	Engl. Förderkohle Silkworth						
" in der Stunde	513,5	468	476	448,5	511	508	330							
" " auf 1 qm Rostfläche	125	11	115	109	124	123	80,5							
" " " 1 qm Heizfläche	2,12	1,93	1,96	1,85	2,1	2,09	1,36							
Rückstände: im ganzen	364	452	—	—	—	—	—							
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes	7,88	10,7	—	—	—	—	—							
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben	29,3	32,7	—	—	—	—	—							
Speisewasser: verdampft im ganzen	34398	35224	31510	31336	37550	35218	23963							
verdampft in der Stunde	3822	3914	3939	3918	4172	4144	2995							
" " auf 1 qm Heizfläche	15,8	16,1	16,3	16,1	17,2	17,1	12,3							
" " " 1 " " bez. auf 637 WE	14,9	15,3	15,7	15,4	16,3	16,4	11,7							
Temperatur	63,2	59,7	49,8	55,5	61,5	53,5	58,0							
Dampf: Überdruck	11,9	12,0	11,9	11,9	12,0	12,0	11,9							
Erzeugungswärme	601,3	604,9	614,8	609	603	611	606,4							
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt	6,8	10,3	11,0	10,8	10,7	12,4	11,1							
CO ₂ + O-Gehalt	19,9	19,7	19,3	19,7	19,2	19,2	19,3							
Luftüberschuß	170	80	70	75	75	50	70							
Temperatur	342	381	338	329	369	397	283							
Verbrennungsluft	22,5	26,0	17,0	21	24	24	21							
Zugstärke: im Feuerraum	10,2	5,3	6,0	5,0	5 - 6	5,5	2,5							
am Kesselende	—	—	14,5	14,0	16,5	15,0	9,5							
Verdampfung:														
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser	7,44	8,36	8,27	8,73	8,18	8,16	9,06							
b) ber. auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE)	7,02	7,94	7,98	8,34	7,75	7,84	8,64							
Wärmebilanz														
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	4474	58,4	5057	67,2	5083	70,5	5323	71,0	4936	67,5	4994	67,5	5503	73,5
Verloren:														
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	2352	30,6	1695	22,5	—	19,3	—	18,5	—	21,1	—	19,6	—	15,3
b) in den Rückständen	187	2,4	284	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	660	8,6	489	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe = Heizwert des Brennstoffes	7673	7525	7200 ¹⁾	7500 ¹⁾	7300 ¹⁾	7400 ¹⁾	7500 ¹⁾	7300 ¹⁾	7400 ¹⁾	7500 ¹⁾	7400 ¹⁾	7500 ¹⁾	7500 ¹⁾	7500 ¹⁾

1) Die kursiv gedruckten Zahlen sind ermittelt unter Zugrundlegung eines den vorliegenden Brennstoffverhältnissen entsprechend angenommenen Heizwertes.

war. Die hierdurch entstehenden beträchtlichen Kosten werden durch eine Erhöhung der Brennstoffausnutzung — beispielsweise im Vergleich zur gewöhnlichen Planrostfeuerung — nicht aufgewogen, dagegen ist neben geringerer Inanspruchnahme des Heizers ein günstiger Einfluß auf die Rauchentwicklung nicht zu verkennen. Während des regelmäßigen Ganges der Feuerung ist Rauchbildung kaum wahrzunehmen, wohl aber tritt nach jedem zur Erhaltung einer ordentlichen Rostbedeckung in Zeiträumen von ungefähr 15—20 Minuten erforderlichen Durchstoßen bzw. Ausgleichen der Schicht starker Rauch auf, wenn nicht 1—2 Minuten lang Oberluft von vorn zugeführt wird. Dies geschieht durch Offenlassen eines entsprechenden Spaltes der Feuertür nach Maßgabe der Beobachtung des Schornsteinkopfes, welche natürlich vom Heizerstande aus hinreichend bequem möglich sein muß.

Besonders erwähnt sei noch die Ausführungsart D. R. P. Nr. 62123. Unter dem Rost ist ein um eine Achse drehbarer Wasserkasten angeordnet, der durch eine Kette gehoben oder gesenkt werden kann, wodurch bei wechselndem Dampfverbrauch die Größe der Rostfläche sich ändern soll. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß eine solche Einrichtung Verbreitung erlangt hat.

I. A. Maffei, München bringt neuerdings Schrägrostfeuerungen auch für den Lokomotivbetrieb zur Ausführung.¹⁾ In Nürnberg war 1906 eine solche nach Fig. 213 an einer Lokomotive ausgestellt, die zur Beförderung von Lokalzügen und leichten Zügen auf Hauptbahnen bestimmt war.²⁾ Die Feuertür ist zu einem Schürhals ausgebildet, der nach oben durch einen Schieber abgeschlossen wird. Dieser ist mittels Zahngetriebes der jeweils erforderlichen Brennstoffmenge entsprechend vom Führer einzustellen. Über dem Schieber befindet sich die Füllgasse, die bis über das Dach des Führerstandes reicht und vor Antritt der Fahrt beschickt wird. Der vordere wagerecht gelagerte Teil des Rostes ist zum Umkippen eingerichtet. Die Anordnung soll hauptsächlich die einmännige Bedienung ermöglichen, wird aber auch, sofern nicht die wechselnde Beanspruchung zu große Störungen in dem allmählichen Übergang von der Entgasung zu der Verbrennung des Brennstoffs bewirkt, dem rauchfreien Gang der Feuerung zugute kommen. Dies wäre namentlich für den Betrieb der Vorortsbahnen in Großstädten von Belang.

Als beachtenswerte Konstruktion, welche große Verbreitung gefunden hat, ist endlich noch die Feuerung von G. W. Kraft, Dresden-Löbtau, mit veränderlicher Größe der Rostfläche, D. R. P. Nr. 79015 („Krafts Variable“) anzuführen. Sie ist in ihrer jetzigen von der

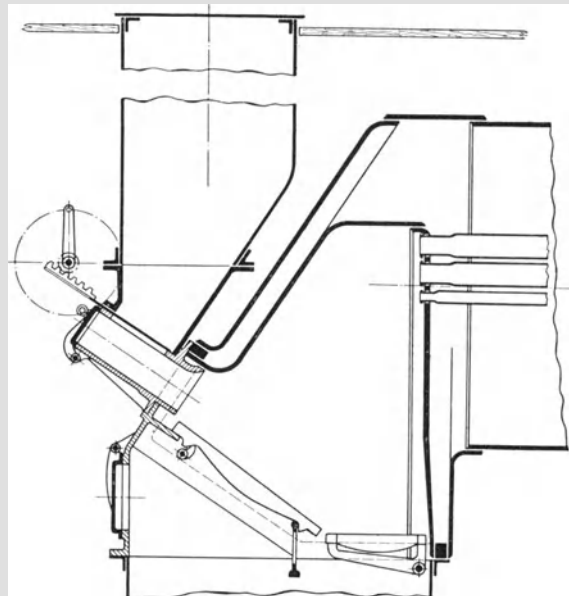


Fig. 213.
Schrägrost-Lokomotivfeuerung von Maffei.

¹⁾ Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1906, S. 196.

²⁾ Auch die von I. A. Maffei für die bayerischen Staatsbahnen 1905 gelieferten Dampfmotorwagen mit Wasserrohrkesseln sind bereits mit einer Schrägrostanlage ausgerüstet worden. Ein hoher Fülltrichter faßt den ganzen Kohlenbedarf für eine Fahrt. Durch verstellbare Schieber gelangt die Kohle selbsttätig auf den Schrägrost, der noch mit einer Schüttelvorrichtung versehen ist (Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins 1905, S. 246). S. ferner S. 289.

ursprünglichen nur unwesentlich sich unterscheidenden Ausführungsform durch die Fig. 214 und 215 dargestellt. Ihr Wesen besteht darin, daß sie entsprechend den vorkommenden Schwankungen des Dampfbedarfs die Wärmeentwicklung in der Feuerung durch Veränderung in der Rostfläche, anstatt, wie dies sonst erforderlich, durch die verschiedene Beanspruchung der Rosteinheit (Brenngeschwindigkeit) zu regeln gestattet. Es kann also die Zugstärke so eingestellt werden, daß immer eine für den betreffenden Brennstoff sowohl in bezug auf möglichst wirtschaftlichen als auch rauchfreien Betrieb günstige Brenngeschwindigkeit herrscht;¹⁾ hierbei ist die Regulierung der Dampfleistung je nach Bedarf durch Vergrößerung oder Verkleinerung der Rostfläche zu bewerkstelligen, ausgehend von dem Bestreben, stets vollständige Bedeckung der jeweils nutzbaren Rostfläche und gleichmäßig geringen Luftüberschuß bei der Verbrennung zu gewährleisten.²⁾

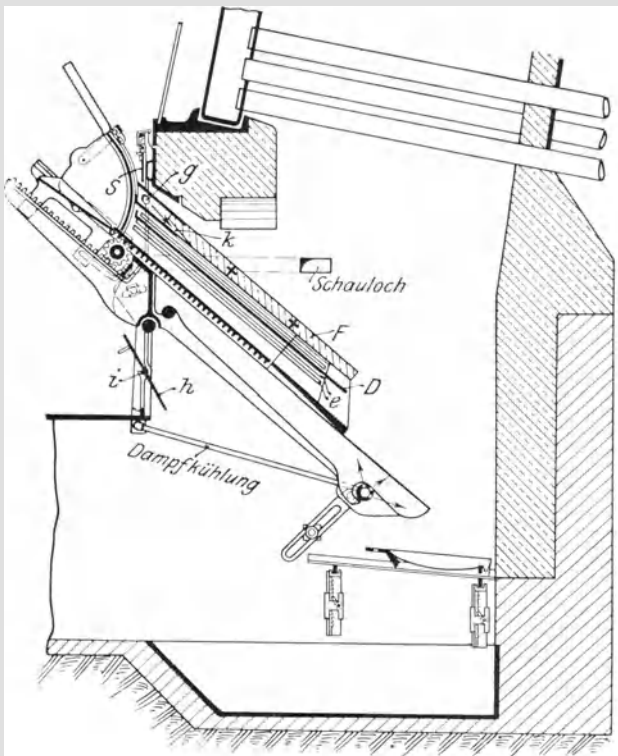


Fig. 214.

Schrägrost mit veränderlicher Rostfläche, „Krafts Variable“.

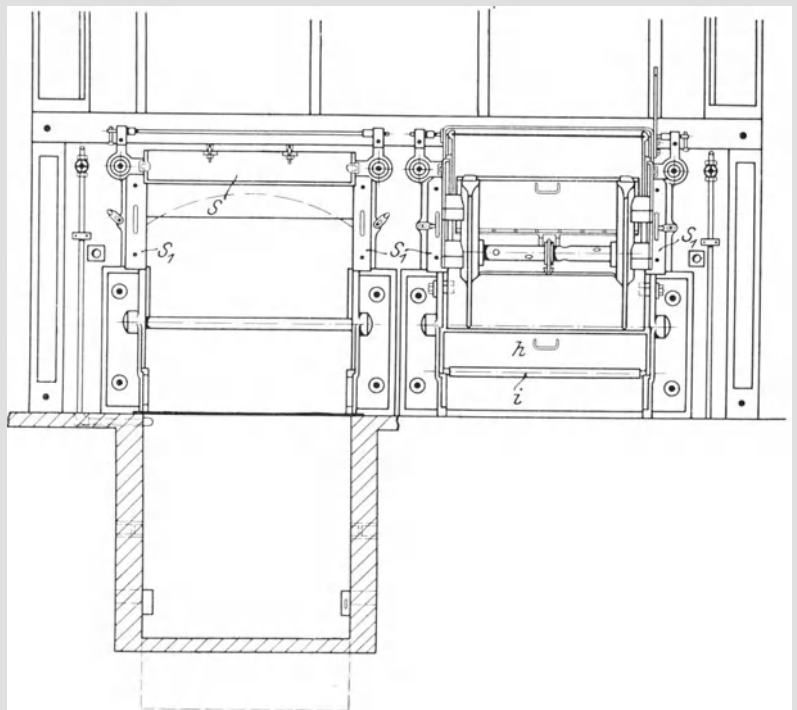


Fig. 215.

Auf dem oberen Ende des geneigten Rostes ruht in der Breite der Rostfläche ein hohler Kasten (Magazin) von rechteckigem Querschnitt, welcher unten offen, oben an einen Fülltrichter angeschlossen und mit Verschuß versehen ist. Dieser Kasten ist verschiebbar und bedeckt je nach seiner Stellung einen größeren oder kleineren Teil der vorhandenen Rostfläche. Auf dem nicht überdeckten nutzbaren Teil des Rostes findet die eigentliche Verbrennung des festen Brennstoffs statt, nachdem die langsame Entgasung bereits im Schüttkasten während des allmählichen Niederrutschens vorangegangen war. Die Decke des Kastens ist aus dicken Schamotteplatten *F* gebildet, Bodenplatte und Seitenwände bestehen aus Gußeisen. Die Seitenwände sind am unteren Ende gleichfalls auf eine kurze Erstreckung

¹⁾ S. auch S. 44 u. f.

²⁾ Bei kleinen Änderungen in der Belastung wird man gut tun, die Regulierung mit der Zugstärke bzw. dem Zugschieber vorzunehmen.

mit Schamotte ausgekleidet, während sie oben Führungsleisten e haben; in diese ist eine gußeiserne Platte D eingeschoben, die sich im Rahmen unbehindert ausdehnen kann. Die Decke F und die Einschiebplatte D werden durch die an den Öffnungen g zuströmende Luft gekühlt.

Der Kasten wird stets mit Kohlen gefüllt erhalten, die in ihm mehr oder weniger vollständig entgast werden und in einer der lichten Höhe des Kastens entsprechenden Schichtstärke den Rost bedecken. Er kann auf dem Rost verschoben werden und zwar dadurch, daß in die Unterfläche der Bodenplatte beiderseits Zahnstangen eingegossen sind, in welche zwei auf einer gemeinsamen Achse sitzende Räder eingreifen. Diese sind aber nicht fest gelagert, sondern greifen wieder nach unten in zwei schräg liegende beiderseits vorhandene Zahnarme ein, die dem Kasten gleichzeitig als Unterstützung dienen und auf welchen sie mittels Sperrklinken festgestellt werden können. Die Achse der Zahnräder hat Bohrungen, in welche, wenn die Räder gedreht werden sollen, eine Stange eingesteckt wird.

Ein möglichst dichter Abschluß zwischen dem beweglichen Kasten und dem Mauerwerk wird durch lose Schieber auf fester Grundplatte s und s_1 hergestellt, von welchen die seitlichen (s_1) durch federnde Vorreiber an den Kasten angepreßt werden. Durch den oberen Schieber kann erforderlichenfalls Oberluft zugeführt werden;¹⁾ er dient ferner beim Herausnehmen des Kastens zum Abschluß der Feuerung. Der untere Plan- bzw. Schlackenrost ist in seiner Höhenlage zum Schrägrost verstellbar, ebenso die Neigung des Schrägrostes und der Zahnarme. Da auch eine Änderung der Schichthöhe in ziemlich weiten Grenzen möglich ist, so können für jeden Brennstoff die seiner Beschaffenheit entsprechenden günstigsten Betriebsverhältnisse (Neigung, Schichtstärke und Zug) ermittelt und auch bei wechselndem Wärmebedarf festgehalten werden. Die zur Einstellung der Schichthöhe dienende Einschubplatte D kann bei grober Kohle auch gänzlich fortfallen. Wie bei der Tenbrink-Feuerung nach dem auf S. 153 Gesagten plötzliche Veränderungen der Zugstärke (Brenngeschwindigkeit) in großen Grenzen tunlichst zu vermeiden sind, so sollen auch hier, im Fall starke Schwankungen in der Dampfentnahme vorkommen, die Rostflächen allmählich verändert werden durch stufenweises Verschieben des Schüttkastens.

Damit die Luftzuströmung unter den Rost immer im Einklang stehe zu der eingestellten Zugstärke, soll nach Angaben des Erbauers die um eine Achse i drehbare Aschfallklappe h , welche derart ausbalanciert ist, daß sie in jeder Stellung stehen bleibt, nur so weit geöffnet werden, daß zurückstrahlende Hitze unter dem Füllkasten nicht fühlbar wird. Um nicht befürchten zu müssen, daß der Kasten zu heiß wird, ist diese Angabe auch begründet. Die Aschfallklappe darf nun aber an allen Kesseln mit gemauerten Heizzügen keineswegs so weit geschlossen werden, daß durch die Drosselung die bei der betreffenden Rauchschieberstellung vom Schornstein angesaugte Luftmenge an dieser Stelle einen größeren Widerstand zu überwinden hätte, als er durch die Brennstoffschicht und den Rost bewirkt wird. Mit Rücksicht auf die Sorgfalt, mit welcher hiernach diese Regelung der Aschfallklappe im Interesse möglicher Einschränkung des Luftüberschusses zu befolgen ist, kann diese Maßnahme aus wirtschaftlichen Erwägungen allein nicht gebilligt werden,²⁾

¹⁾ Wenn der Abschluß durch die Schieber vollständig dicht erhalten werden soll, so muß deren Ausführung entsprechende Sorgfalt zugewendet werden. Bei gasreichen Brennstoffen wird übrigens im allgemeinen eine geringe Oberluftzuströmung an dieser Stelle im Falle guter Rostbedeckung der Verhütung von unvollkommener Verbrennung und Rauchentwicklung dienlich sein.

²⁾ Auf die Raucheinschränkung hat eine starke Drosselung der Aschfallklappe natürlich immer günstigen Einfluß, da infolge des behinderten Luftzutritts durch den Rost und der hierdurch verlangsamten Entgasung und Verbrennung (Oxydation) der Luftbedarf über dem Rost verringert, der Luftzutritt über dem Rost aber verstärkt wird. Bewirkt doch in diesem Falle der erhöhte Widerstand, welcher der Zuströmung der vom

wohl aber mag sie oft, namentlich bei leicht entzündlichen Brennstoffen, erforderlich sein, um zu rasche Entgasung und Heraufbrennen der Kohle in den Füllkasten mit den nachteiligen Folgen auf die Rauchentwicklung und Beschädigung der Feuerungsteile abzuhalten.

Im übrigen verlangt die Feuerung dieselbe aufmerksame Bedienung wie die Tenbrink-Feuerung; hochwertige Brennstoffe mit weicher Schlackenbildung sind noch vorsichtiger zu behandeln und das Abschlacken ist mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen. Der Raum zwischen dem Schrägrost und dem Schlackenrost soll stets dunkel erscheinen, also mit Asche und Schlacke gefüllt sein. Beim Abschlacken soll dann zuerst etwas Schlacke vom Planrost entfernt werden, indem ein Teil mit der Schneide des Hakeneisens dicht unter dem Fuß des Schrägrostes auf die ganze Breite losgeschnitten und herausgezogen wird. Alsdann ist die Schlacke auf dem schrägen Rost vorsichtig zu lösen und der Brennstoff nachzuholen. Es ist dabei zu vermeiden, daß sich auf dem Planrost Anhäufungen und Schlackenklumpen bilden, was z. B. eintritt, wenn die Schlacken durch die Kohlen gestoßen werden. Beim Anheizen ist zuerst der Planrost bis zum Fuße des Schrägrostes mit Schlacke anzufüllen; alsdann wird der Kasten niedergelassen, um abwechselnd mit Holz und Kohle und schließlich ganz mit Kohle gefüllt zu werden.

In ähnlicher Weise wie auf S. 165 angeführt, bildet auch Kraft neuerdings den unteren Rostträger für Dampfkühlung aus, um fließender Schlackenbildung zu steuern und die Stäbe an der gefährdetsten Stelle vor dem Verbrennen möglichst zu schützen.

Die Einrichtung hat sich in sehr großer Zahl nicht allein für Dampfkessel, sondern auch für allerhand industrielle Feuerungen eingebürgert. Sie soll sich gut bewähren und auch bezüglich der Haltbarkeit des verschiebbaren Kastens durchaus befriedigen. Bei Verwendung hochwertiger Kohle dürfte jedoch auf eine öftere Erneuerung der unteren, mit dem Feuer in Berührung kommenden Teile zu rechnen sein. Günstig für die Konstruktion ist jedenfalls der Umstand, daß ein Ersatz sich leicht und rasch bewerkstelligen läßt.

An Tenbrink-Kesseln haben sich diese Anlagen mit veränderlicher Rostfläche nicht weiter verbreitet, was wohl in dem beengten Feuerraum der Tenbrink-Vorlage seine Ursache hat. Dagegen ist nach Angaben des Erbauers die Vorrichtung mehrfach an Kuhn'schen Kesseln, auch solchen mit Innenfeuerung (Fig. 184) mit bestem Erfolg angebracht worden. Auch an Wasserröhrenkesseln soll sie sich sehr vorteilhaft gezeigt haben, bei welcher Kesselbauart mit anderen Hilfsmitteln, abgesehen von mechanisch betriebenen Feuerungen (s. Abschnitt V B 2 u. 3), vollkommene und rauchfreie Verbrennung nicht so leicht zu erzielen ist.

F. Hochmuth, Dresden, sucht die Größe der nutzbaren Rostfläche den Schwankungen des Wärmebedarfs dadurch anzupassen, daß er unter dem Schrägrost einen mittels Doppel-

Schornstein bei einer bestimmten Zugstärke angesaugten Luftmenge zum Aschfall bzw. Rost entgegen tritt, infolge der Drosselung vor demselben einen verstärkten Unterdruck im Feuerraum und in den Zügen. Dieser hat aber nicht nur vermehrten Luftzutritt an den vorhandenen Undichtheiten des Feuerraums (Ritzen und Fugen an der Feuertür usw.), sondern auch durch das die Heizzüge umschließende Mauerwerk im Gefolge. Während der erstere als Oberluft unter Umständen zur Erzielung vollkommener Verbrennung erforderlich ist und derselben zugute kommt, ist die in die Züge nachgesaugte Luft immer überschüssig und trägt nur zur Erhöhung des Abwärmeverlustes bei. Bei sehr leicht entzündlichen Brennstoffen wird man sich mit dem letzteren Nachteil abzufinden haben. Er ist übrigens hier nicht groß, da eben der leichten Entzündlichkeit halber überhaupt nur geringe Zugstärken und auch entsprechend weitgehende Drosselung des Zugschiebers in Betracht kommen; andererseits darf nur wenig Luft unter den Rost (zur Anfachung) treten, während infolge des vorwiegenden Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen solcher Brennstoffe über dem Rost viel Luft gebraucht wird, sofern stark unvollkommene Verbrennung und entsprechende Rauchbildung ferngehalten werden sollen.

zahnradern und -stangen verstellbaren Schieber anordnet. Soll die Leistung eine andere werden, so wird der Luftzutritt zu einem größeren oder kleineren Teil des Rostes durch den unten an die Roststäbe sich anlegenden Schieber verhindert.¹⁾

Einige weitere Schrägrostfeuerungen, welche einen gleichmäßigen Nachschub bei geringerer Abhängigkeit vom Brennstoff wie auch vom Heizer auf mechanischem Wege zu erreichen suchen: von der Braunschweigischen Maschinenbau-Anstalt, Braunschweig, von A. Hoffmann, Zürich, A. Büttner & Co., Urdingen, H. Untiedt, Schweinfurt, Th. Murphy, Detroit, Krauß & Co., A.-G., München, W. R. Roney, Boston und Emil Bousse, Berlin, finden im Abschnitt V C Besprechung.

¹⁾ Über Planrostfeuerungen mit veränderlicher Rostfläche s. Abschnitt II D S. 62.

V. Feuerungen mit ununterbrochener Beschickung mittels Kraftbetriebes.

A. Allgemeines.

Die Erörterungen zu den im vorigen Abschnitt behandelten Feuerungen haben dargetan, daß bei Treppen- und Schrägrosten eine regelmäßige Beschickung und damit ein stetiger Verlauf der Entgasung stattfindet. Es läßt sich daher mit denselben — sachgemäße Anwendung am richtigen Platze und richtige Behandlung vorausgesetzt — sehr wohl wirtschaftliche und gleichzeitig annähernd rauchfreie Verbrennung erzielen.¹⁾ Sie umgehen ferner das häufige Öffnen der Feuerung, das bei den periodisch beschickten Rosten erforderlich ist, und gestatten vielfach, hinsichtlich ihrer Bedienung den Aufwand an menschlicher Handarbeit sehr weitgehend einzuschränken. Bedingt durch die Betriebsbedürfnisse, die Eigenschaften und die Beschaffenheit der jeweils preiswürdig zur Verfügung stehenden Brennstoffe u. a. m. gestalten sich aber die an Feuerungen zu stellenden Anforderungen so mannigfaltig, sie sind von Grund aus so verschiedenartig, daß jene Einrichtungen mit stark geneigten Rosten, bei denen ausschließlich das Eigengewicht des Brennstoffs den Kraftbedarf für die selbsttätig ununterbrochene Beschickung deckt, auf eine allgemeine, nach jeder Hinsicht befriedigende Anwendbarkeit nicht Anspruch erheben können.

In allen Fällen, in welchen die eben genannten Rostanlagen nicht zu gebrauchen sind, oder doch einem vorteilhaften Betrieb derselben zu große Schwierigkeiten im Wege stehen, ist man auf wagerecht oder wenigstens mit sehr geringer Neigung gelagerte Roste (Planroste) angewiesen. Wird für deren Bedienung ebenfalls nur die menschliche Handarbeit in Anspruch genommen, so sind allein für die Beförderung des Brennstoffes bedeutende körperliche Anstrengungen aufzubieten. Die Beschickung kann nur periodisch erfolgen, ein stetiger Übergang von der Erhitzung und allmählichen Entgasung zur vollständigen Verbrennung des Brennstoffs wird nicht oder doch nur ungenügend erreicht. Handelt es sich um Verwendung von sehr gasreichen Brennstoffen, so sind Luftbedarf und Luftzutritt fortwährend beträchtlichen, in entgegengesetztem Sinne verlaufenden Schwankungen unterworfen; es wird deshalb nötig, besondere Hilfsmittel anzuordnen, welche einen Ausgleich dieser mehr oder weniger großen Schwankungen herbeizuführen haben. Diesen Zweck vermögen namentlich die im Abschnitt II G bis J beschriebenen Ausrüstungen der Planrostfeuerungen zum Teil in befriedigender Weise zu erfüllen, sofern bei ihrer Wahl und Anlage den jeweiligen Sonder-

¹⁾ Auch die in Abschnitt III S 122 behandelte Donnelly-Feuerung (Korbrost) vermag von den nämlichen Gesichtspunkten aus sehr weitgehende Ansprüche zu befriedigen, wo die für sie geeigneten Bedingungen zutreffen.

verhältnissen mit Sachkenntnis gebührend Rechnung getragen wird, und auch ihre Handhabung eine ordnungsgemäße ist. Mit den Anstrengungen für die Beschickung des Rostes usw. bleibt indessen der Heizer belastet; wo eine Überwachung fehlt, ist auch der Erfolg in bezug auf Rauchverhütung sowie Wirtschaftlichkeit wesentlich vom Verständnis und von der Zuverlässigkeit des Heizers abhängig.

Für selbsttätige Beförderung des Brennstoffes auf den Rost und für die Verteilung auf demselben erfordern alle Anlagen mit angenähert wagerechter Rostachse die Anwendung eines besonderen Kraftbetriebs. Auf diese Weise kann dann ebenfalls eine ununterbrochene Beschickung, je nach deren Art auch eine Vorentgasung und unter Umständen ein selbsttätiges Abschlacken bewirkt werden. Für größere Anlagen kommt noch hinzu, daß sich der Kraftbetrieb verhältnismäßig leicht auf die Kohlenzufuhr vom Lager zu den Feuerungen ausdehnen und auch hierfür die menschliche Handarbeit entbehrlich machen läßt.

Die Heimat der meisten derartigen mechanisch betriebenen Feuerungen ist England. Ein englisches Patent auf einen sich drehenden Zylinderrost von Brunton, welcher den Brennstoff aus einem mittels Schieber abwechselnd geöffneten und geschlossenen Beschickungstrichter erhielt, stammt bereits aus dem Jahre 1819. Eine Konstruktion von John Stanley, bei der Speisewalzen und Wurfrad¹⁾ die Beschickung besorgten, folgte 1822. Gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts hat der Engländer Juckes einen „Wanderrost“ gebaut, der später von Tailfer verbessert und in Frankreich eingeführt wurde. Die einzelnen kurzen Roststäbe bildeten eine endlose, vorn und hinten über Walzen gelegte Kette. Der Brennstoff wurde durch einen Trichter vorn aufgegeben und gelangte während des durch den Antrieb der Walzen erzeugten Wanderns der Roststäbe zur allmählich fortschreitenden Entgasung und Verbrennung. Die am Ende des Rostes übrig bleibenden Rückstände fielen unmittelbar in den Ascheraum. Alsdann erschienen die Unterschubfeuerungen von Duméry (Paris) und von Frisbie, welche letztere zuerst in Nordamerika versucht wurde.

Alle diese Konstruktionen haben sich jedoch in ihrer ursprünglichen Ausführung nicht einzubürgern vermocht; ihre Herstellung wurde wieder aufgegeben, später aber — allerdings mit wesentlichen Verbesserungen — erneut aufgenommen. Auf der internationalen Ausstellung von Apparaten und Einrichtungen zur Vermeidung des Rauches im Jahre 1881 in London war eine Reihe von Vorrichtungen für selbsttätige Beschickung des Planrostes vertreten, die zumeist auf die bereits aufgeführten Anordnungen sich stützten und für die heute gebräuchlichen Ausführungen größtenteils Vorbildlich waren. Nach dem Bericht von C. Bach fanden sich dort u. a. rasch umlaufende Wurfräder und Wurfschaukeln (von Proctor, von Hendersen usw.) angewandt, welche die Kohle verteilend über den Rost streuten. Newton benutzte einen Strom vorher erwärmter Luft, um die Kohle auf den Rost zu blasen; ferner waren vertreten die Einrichtungen mit bewegten Roststäben, welche den vorn aus einem Trichter nachrutschenden Brennstoff langsam auf dem Rost weiter-schieben (z. B. von Dougall, von Vicars) und schließlich die von Holroyd Smith, bei welcher die Kohle von unten durch den Rost auf dessen ganzer Länge herauf-geschoben wird.

¹⁾ Aus einem Beschickungstrichter gelangte die Kohle zwischen zwei Riffelwalzen hindurch auf eine rotierende Drei-Flügelscheibe mit wagerechter Achse, welche den Brennstoff auf den Rost schleuderte. Diese Konstruktion wurde im Jahre 1834 durch Stanley und Wolmsley abgeändert, die Riffelwalzen wurden durch gezahnte Walzen ersetzt, und die rotierende Scheibe erhielt eine senkrechte Achse. Außerdem wurden bewegte Roststäbe angeordnet, welche das Feuer selbsttätig reinigen und Verstopfungen der Rostspalten infolge der Bildung von Schlacken verhindern sollten. Die so verbesserte Vorrichtung kam im Jahre 1837 durch Collier nach Frankreich, wo sie bei Verwendung von Grieskohle gute Dienste geleistet haben soll.

Im Laufe der letzten drei Jahrzehnte wurde nun die Einführung derartiger mechanischer Rostbeschickungsanlagen zunächst namentlich in England und den Vereinigten Staaten, seit etwa 10 Jahren auch auf dem europäischen Festlande ernstlich im größeren Maßstabe betrieben und an ihrer weiteren Vervollkommnung mit Eifer gearbeitet. Sie beanspruchen neuerdings in der Tat das allgemeine Interesse, und eine Reihe von Konstruktionen hat sich bereits sehr zahlreich eingebürgert. Es steht außer Zweifel, daß diese Feuerungen vielfach auf durchaus richtigen Grundsätzen fußen, und daß sie theoretisch allen Anspruch auf rauchfreien und wirtschaftlichen Betrieb haben. Im Gebrauch kann dagegen der Einfluß der wechselnden und verketteten Sonderverhältnisse der zu erfüllenden Bedingungen eine günstige Arbeitsweise sehr wohl in Frage stellen. Zwar fehlt es heute nicht mehr an gut durchgebildeten Einrichtungen, die eine vollkommen befriedigende Anpassung an die verschiedensten vorkommenden Betriebsbedürfnisse gestatten; jedoch kann von keiner derselben eine ganz allgemeine Anwendung erwartet oder auch nur erhofft werden. Jede Bauart ist nur für Kohlen von besonderer Beschaffenheit und mit bestimmten Eigenschaften geeignet. Außerdem ist die Anwendung zuweilen nur auf bestimmte Kesselarten beschränkt. Ähnlich, wenn auch zum Teil in geringerem Maße, wie dies für die Treppen- und Schrägrostfeuerungen hervorgehoben werden mußte, ist die vorteilhafte, oder überhaupt mögliche Verwendbarkeit gewisser Brennstoffe — im einen Falle dieser, im anderen jener — ausgeschlossen. Die verschiedenen hinsichtlich des Verhaltens der Brennstoffe auf dem Rost zu erfüllenden Bedingungen lassen sich eben nicht durch eine einzige Bauart zusammenfassend berücksichtigen, auch nicht mit Zuhilfenahme von Kraftbetrieb. Aus wirtschaftlichen Erwägungen ist es aber keineswegs angängig, sich über die Frage hinwegzusetzen, welche Brennstoffe nach Gattung und Beschaffenheit (Sortierung) unter Berücksichtigung des erforderlichen Aufwandes und der erreichbaren Ausnutzung von Fall zu Fall die billigsten Dampfherstellungskosten liefern. Die Erkenntnis, daß bei den einfachen, von Hand beschickten Planrostfeuerungen, welche bezüglich der Verwendbarkeit namentlich der hochwertigen Brennstoffe die geringsten Beschränkungen auferlegen, mit der Steigerung der Ansprüche an die Wirtschaftlichkeit die Verhütung von Rauch schwieriger wird, daß ferner das Ergebnis nach beiden Gesichtspunkten in hohem Maße von der Arbeitsweise des Heizers abhängt, lassen es begreiflich erscheinen, daß die Bestrebungen immer mehr darauf gerichtet werden, durch mechanische Hilfsmittel auch am Planrost die Beschickung bei abgeschlossenem Feuerraum selbsttätig und ununterbrochen zu gestalten und damit die Abhängigkeit vom Heizer soweit als möglich auszuschalten. Verfolgt man die Entwicklungsgeschichte der mechanischen Feuerungen, so kann man indessen zu dem Schlusse gelangen, daß ursprünglich weniger die Vereinfachung der Bedingungen für Erzielung guter Ergebnisse hinsichtlich rauchfreier Verbrennung und billiger Dampferzeugung als vielmehr das allgemeine Bestreben, die menschliche Arbeit durch Kraftbetrieb zu ersetzen und einem Mangel an brauchbaren Heizern abzuwenden, zuweilen auch die Leistung von Einzelkesseln zu steigern,¹⁾ ins Auge gefaßt worden sind. In Amerika dürfte die schon durch die sozialen Verhältnisse gegebene allgemeine Neigung zu diesen letzteren Gesichtspunkten vor allem maßgebend gewesen sein, während in England neben diesen Erwägungen der behördliche Nachdruck in Form von der dort gesetzlich schon in früher Zeit ernsthaft wirksam gewordenen Forderung der Raucheinschränkung für eine Verbesserung und verbreitete Einführung mechanisch betriebener Einrichtungen wohl nicht in letzter Linie mit bestimmend war. Auch in Deutschland machte sich

¹⁾ Vergl. die sich hierauf beziehenden Ausführungen über den Kettenrost S. 235.

mit dem äußerst lebhaften Wachstum der Industrie das Verlangen nach wirtschaftlich und rauchfrei arbeitenden Feuerungen in erhöhtem Maße geltend und führte in der neueren Zeit zur eifrigen Nachbildung und Vervollkommnung der Anlagen mit Kraftbetrieb. Die Notwendigkeit einer tunlichst weitgehenden Verbilligung der Dampfkosten ist durch die Geschäftslage bestimmt. Die steigenden Löhne und andere Anforderungen der Arbeiter einschließlich der Wohlfahrtsmaßnahmen, die Forderung möglicher Reinhaltung der Luft seitens der durch behördlichen Rückhalt gekräftigten öffentlichen Meinung machten es gewissermaßen zum Bedürfnis, dem Bau und Betrieb der Dampfkesselfeuerungen mehr und mehr Sorgfalt zuzuwenden und ließen ferner danach trachten, sich einerseits vom Heizer weniger abhängig zu machen, andererseits demselben die körperlich anstrengende Arbeit tunlichst abzunehmen.

Die hierzu dienenden Vorrichtungen lassen sich nach der Art der selbsttätigen Beschickung in drei Gruppen einteilen, deren Wesen bereits auf S. 181 an Hand der vorbildlichen Konstruktionen angedeutet wurde:

1. Der Brennstoff soll gleichmäßig über den ganzen Rost gestreut werden;
2. der Brennstoff wird vorn auf den Rost aufgegeben und mit fortschreitender Entgasung und Verbrennung nach hinten befördert;
3. der Brennstoff wird von unten in die glühende Schicht geschoben.

Von anderen Gesichtspunkten aus kann man unterscheiden zwischen Einrichtungen mit ruhender und solchen mit beweglicher Rostbahn. Außer der selbsttätigen Beschickung wird bei den Feuerungen mit beweglicher Rostbahn im allgemeinen auch die Entfernung der Rückstände vom Rost selbsttätig bewerkstelligt. Unter welchen Umständen die eine oder andere Bauart der genannten Gruppen mit Vorteil anzuwenden ist, mag aus den nachfolgenden Darlegungen erhellen.

Der Antrieb der selbstbeschickenden Anlagen erfolgt entweder durch Riemtrieb, geeignetenfalls mit Verwendung von Elektromotoren, oder auch durch besondere Dampfmaschinen.¹⁾ Der erforderliche Kraftaufwand für die Beschickungsvorrichtungen allein fällt bei den neueren Ausführungen nicht sehr ins Gewicht, und zwar am wenigsten für die vorstehend als erste Gruppe angeführten Wurfapparate, bei denen er sich durchschnittlich nicht höher als zu $\frac{1}{2}$ PS für größere Kessel stellt. Die Einrichtung der zweiten und dritten Gruppe bedürfen zum Teil mehr Antriebskraft; bei großen Kesseleinheiten ist indessen auch hier der Eigenverbrauch, bezogen auf die geleistete Dampfmenge, häufig verschwindend klein.

Dampfanlagen, die aus einer größeren Anzahl Kessel bestehen, werden zweckmäßig auch mit selbsttätiger Kohlenzufuhr zu den Trichtern ausgestattet. Eine einfache Anordnung besteht in der Einrichtung einer Fahrbühne, von welcher die Kohlen mittels Wagen in die einzelnen Trichter geschüttet werden. In anderer Weise kann die Kohle durch eine über den Trichtern gelagerte Transportschnecke in dieselben verteilt werden; oder man legt über den Feuerungen Speicher an, aus welchen die Kohle den Trichtern zufließt. Die Förderung der Kohle in die hochliegenden Speicher erfolgt dann meist durch ein Becherwerk, von dem aus Förderschnecken oder -bänder die Weitergabe in horizontaler Richtung besorgen.²⁾

¹⁾ Bei manchen Konstruktionen, z. B. D. R. P. Nr. 179139 von Morris Brown Brewster, Columbus, V. St. A., und Nr. 179352 von A. Rülff, Brüssel, findet man auch für die Streuung der Kohle über den Rost Druckluft oder Dampfstrahlgebläse angewendet. Diese Anordnungen scheinen indessen keinen Eingang gefunden zu haben, wenigstens nicht in Deutschland.

²⁾ In der Abhandlung „Neuzeitliche Kesselhausanlagen von Dr. Ing. Georg Herberg, in der Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1909, S. 195 u. ff. sind Einrichtungen für selbsttätigen Kohlentransport ausführlich beschrieben.

Bei Anordnung von Schnecken oder Transportbändern kann sich eine erhöhte Grusbildung, insbesondere für die Wurfvorrichtungen, unangenehm geltend machen, um so mehr als ursprünglich in der Kohle enthaltener Grus und Staub durch die Schnecke vorwiegend den ersten Kesseln, durch die Transportbänder unter dem Abstreicher hindurch dem Ende des Silos zugeführt wird, während die am Ende der Schnecke bzw. am Anfang des Bandes gelegenen Kessel eine gröbere Sortierung bekommen.

An dieser Stelle sei beiläufig erwähnt, daß es sich empfiehlt, die Trichter zeitweise zu reinigen und mit Asphaltlack zu bestreichen, damit die Kohle in denselben gut rutscht.

B. Verbrennung auf Rostbahnen mit wagerechter oder nur schwach geneigter Längsachse.

1. Vorrichtungen, welche den Brennstoff gleichmäßig über den Rost streuen sollen.

Von den Rostbeschickungsvorrichtungen mittels Kraftbetriebs hat wohl als erste die Leach-Feuerung in Deutschland in größerem Maße Eingang gefunden. Sie zeigte in der Ausführung der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann A.-G., Chemnitz, schon in früher Zeit eine gute Durchbildung, Fig. 216—218.

Die selbsttätige Beschickung erfolgt mittels rotierender Wurfräder.

Die ganze Einrichtung ist mit einer Grundplatte zusammengebaut. Die in den Trichter eingebrachte Kohle gelangt in die Zellen der Speisewalze *c* und wird von diesen in das Wurfradgehäuse *d* entleert, von wo sie durch die beiden Schaufeln *e* in den Feuerraum geworfen wird. Dabei fliegen die Kohlenstücke gegen die für jede Schaufel vorhandene Prellklappe *f*, welche vom Schaltrad *r* durch die Kurbelstange *v* und den Hebel *w* in schwingende Bewegung gesetzt wird. Diese zwei Klappen eines Flammrohrs sind so gegeneinander versetzt, daß gleichzeitig die eine nach unten, die andere nach oben schwingt, um mit Hilfe der fortwährend sich ändernden Neigung der Prellflächen eine möglichst gleichmäßige Streuung zu erreichen.

Der Antrieb der gesamten Vorrichtung erfolgt durch die Welle *g*, auf welcher die Wurfräder *e* und die Schnecke *h* sitzen. Letztere greift in das Schneckenrad *i* ein, dessen Achse gleichzeitig der doppeltarmigen Schwinge *l* als Drehpunkt dient. Der Antrieb der Schwinge erfolgt vom Rad *i* aus mittels des Zahnradpaars *i'n'* und der Scheibe *n* dadurch, daß der Stein *m* in einem Schlitz der Scheibe exzentrisch eingestellt wird. Durch die Stange *o* wird der Ausschlag von *l* auf den Winkelhebel *p* übertragen, welche mit Hilfe der Klinken *q* das Schaltrad *r* und damit die Speisewalze *c* vorwärts dreht. Die beiden Klinken sind um eine halbe Teilung gegeneinander versetzt, so daß, da der größte Schub des Schaltrades sechs Zähne beträgt, die Umdrehungszahl der Speisewalze und damit die Menge der auf den Rost beförderten Kohle in den Grenzen 1:12 geändert werden kann. Die Einstellung des Steines *m* erfolgt bei senkrechter Lage des Schlitzes nach einer an der Schwinge *l* angebrachten Skala. Um die Beschickung auch ohne Verstellung des Steines ändern zu können, ist noch folgende Einrichtung getroffen worden. Zwischen Schaltrad und Klinke ist ein Blech *a* angeordnet, welches gestattet, die Zähne in der Hubgrenze mehr oder weniger abzudecken. Der Stein *m* befindet sich hierbei in seiner äußersten Lage, so daß der Ausschlag von *l* immer seinen größten Wert besitzt. Er wird jedoch nur in dem Maße auf das Schaltrad übertragen, als die Abdeckung es zuläßt. Das Blech *a'* steht mit dem Hebel *a* in Verbindung, welcher mit Hilfe des durch eine Feder angedrückten Stiftes *b'* auf eine beliebige Rast *b* ein-

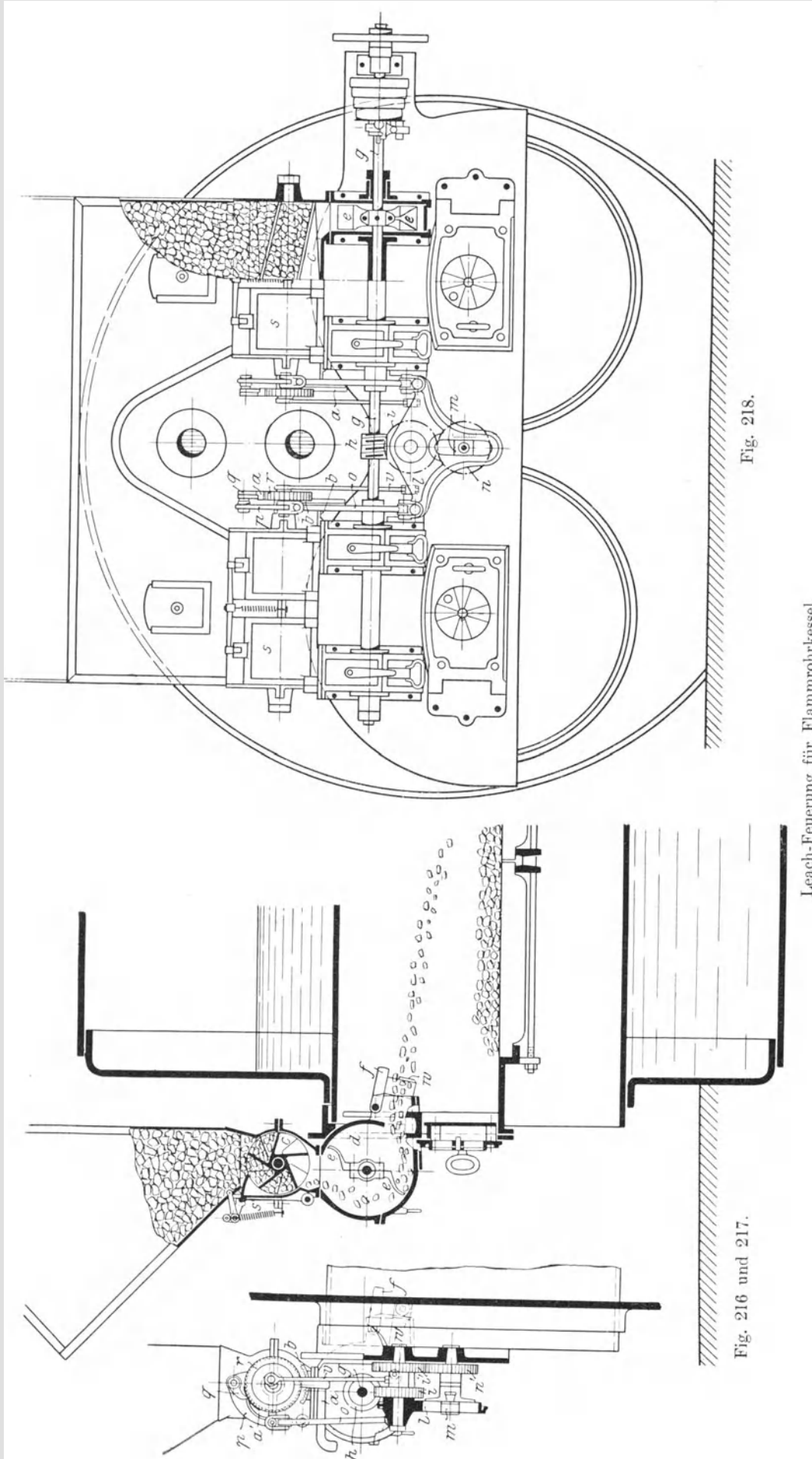


Fig. 218.

Leach-Feuerung für Flammrohrkessel.

Fig. 216 und 217.

gestellt werden kann. Diese Vorrichtung hat sich in mehrjährigem Betrieb so bewährt, daß von der Verstellbarkeit des Steines m kaum noch Gebrauch gemacht wird.

Um zu verhindern, daß die oft recht harten Kohlenstückchen beim Abstreichen einer Abteilungsfüllung zerquetscht werden müssen, ist die Vorderwand s des Walzengehäuses t federnd angeordnet. Bei kleineren Kohlenstückchen gibt sie einfach nach. Ist aber ein größeres Kohlenstück, ein Stein oder dergleichen im Brennstoff enthalten, so klappt die Wand s auf, wobei dann das Hindernis, damit allerdings auch der ganze Inhalt der gerade vorübergehenden Zellen herausfällt. Zum Zwecke leichteren Abstreichens sind die Flügel der Speisewalzen außerdem schraubenförmig gestaltet, so daß die Vorderkante einer Abteilung nicht plötzlich, sondern allmählich an der Kante der Wand s vorbeigeht.

Die Feuertüren dienen zum Anheizen, Lockern und Ausgleichen der Schicht, Abschlacken und erforderlichenfalls zum Beschicken von Hand.

Die rasche Beseitigung von vorkommenden Sperrungen im Wurfrahmengehäuse, auch der schnelle Ersatz einer etwa gebrochenen Schaufel ist dadurch ermöglicht, daß die untere Wand des Gehäuses ausziehbar angeordnet ist; eine Plattfeder, welche weggedreht werden kann, sichert gegen selbsttätig erfolgende Lockerung. Leichtere Klemmungen sind durch einfaches Rütteln zu beseitigen.

Die mit einer vierstufigen ausrückbaren Riemscheibe ausgerüstete Antriebswelle gestattet, die minutliche Umdrehungszahl zwischen 300 und 400 zu ändern. Diese Geschwindigkeitsregelung läßt im Verein mit der Veränderlichkeit der durch die Speisewalze zugeführten Kohlenmenge eine Anpassungsfähigkeit an verschiedene Rostlängen und an stark wechselnde Belastung leicht bewerkstelligen. Die Gleichmäßigkeit der Streuung ist im wesentlichen sehr vom Brennstoff abhängig. Am besten eignet sich gleichmäßig sortierte Steinkohle (Nußkohle) von 6—25 mm Korngröße, die im Feuer nicht stark backt, sowie harte böhmische Braunkohle gleicher Größen und die neuerdings in den Handel gekommenen kleinen Industrie-Braunkohlenbriketts. Sollen Förderkohlen Verwendung finden, so müssen sie vorgebrochen werden. Je mehr indessen der Brennstoff grushaltig ist¹⁾ oder auf der Brennschicht zum Backen neigt, um so häufiger macht sich ein Ausgleichen und Auflockern der Schicht notwendig. Hierdurch werden natürlich die grundsätzlichen Vorteile der mechanischen Feuerung in bezug auf geringe Inanspruchnahme des Heizers und rauchschwachen Betrieb beeinträchtigt. Erdige, leicht zerreibliche Braunkohlen und dergleichen Brennstoffe sind für die Verwendung in dieser, wie überhaupt in allen selbsttätigen Wurfvorrichtungen ausgeschlossen. Die Fabrik lehnt auch die Lieferung der Feuerung für derartige Zwecke von vornherein ab; in zweifelhaften Fällen, bei gewissen Steinkohlensorten stellt sie vorher Versuche an. Es empfiehlt sich, die Kohle möglichst trocken zu lagern, da nasse Kohle sich in den Kanälen leicht festsetzt.

Hinsichtlich der Rauchverhütung kann im Falle der Verwendung gasreicher Kohle von der Einrichtung nicht gesagt werden, daß sie lediglich durch das Aufwerfen des Brennstoffs in kleinen Mengen weitgehende Ansprüche befriedige, und zwar um so weniger, je mehr der zu verarbeitende Brennstoff ein Eingreifen seitens des Heizers zur Erzielung einer wirt-

¹⁾ Eine Anordnung von F. Mayländer, Nordhausen, D. R. P. Nr. 181062, sucht die Beeinträchtigung einer gleichmäßigen Streuung bei Kohle mit Griesgehalt zu mildern. Zu diesem Zwecke ist der von der Speisewalze aus nach hinten ansteigende Boden des Fülltrichters als Sieb ausgebildet, durch welches der feine Brennstoff auf eine darunter befindliche Kippschaukel fallen soll. Diese kann von Zeit zu Zeit durch Drehen um ihre Achse auf den Rost entleert werden. Natürlich bleibt es aber hierbei auch noch dem Heizer überlassen, die so vorn auf den Rost geschüttete Grieskohle jeweils in passender Weise über die ganze Schicht auszubreiten.

schaftlichen Verbrennung mit mäßigem Luftüberschuß erfordert. Schon während der ungestörten Arbeitsweise der Feuerung wird mit zunehmendem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen unter Voraussetzung vollständiger Rostbedeckung im Feuerraum Luftmangel und damit unvollkommene Verbrennung auftreten, die sich jedesmal dann noch stark vergrößern kann, wenn die Schicht aufgelockert oder ausgeglichen werden muß.¹⁾ Daß aber bei entsprechender Behandlung und Mühewaltung seitens des Heizers selbst bei vorgebrochener westfälischer Fettflam-Förderkohle wirtschaftliche Verbrennungsverhältnisse erzielbar sind, wird durch die folgenden Mittelwerte (Zahlentafel 13) von fortlaufend in vierminütlichen Pausen vorgenommenen Abgasuntersuchungen²⁾ an einem kombinierten Zweiflammrohr-Heizrohrkessel dargetan. Während der ersten Untersuchung hatte der Heizer die Krücke nur selten gebraucht und die Rostbedeckung zur Hauptsache der Wirkung des Apparates überlassen. Die Rauchbildung war allerdings sehr gering, aber der Luftüberschuß recht erheblich. Nach Anleitung des Heizers, welche sich auf häufigere Nachhilfe hinsichtlich des Ausgleichens der Brennschicht und auf richtige Regulierung der Wärmeentwicklung (nicht allein mittels der Menge und Geschwindigkeit der Kohlenzufuhr, wie es der Heizer gewohnt war, sondern außerdem mittels der Zugstärke) erstreckte, ergaben sich bei der zweiten und dritten Untersuchung gute und sehr gleichmäßige Verbrennungsverhältnisse. Dabei wurde die Schicht in Zeiträumen von 15—20 Minuten ausgeglichen, was schon bei dem mäßig gasreichen Brennstoff vorsichtig geschehen mußte, um starkes Rauchen zu vermeiden. Messungen am Flammrohrende ergaben durchschnittlich 14,0 bzw. 14,2 vH Kohlensäuregehalt. Bei späteren Untersuchungen mit Verwendung einer ähnlichen vorgebrochenen westfälischen Förderkohle mußte der in diesem Falle vorn auf dem Rost sich bildende Kopf der Brennstoffschicht in Pausen von 8—10 Minuten durchgestoßen werden, wenn die Verbrennung mit durchschnittlich mäßigem Luftüberschuß erfolgen sollte. In einer andern Anlage machte sich dagegen bei Verwendung von westfälischer Fettnußkohle nur ein Ausgleichen in halbstündigen Zeiträumen notwendig. Bei dem diesem Brennstoff eignen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen von kaum mehr als 20 vH ist es auch nicht schwer, neben geringer Rauchentwicklung vollkommene Verbrennung mit der Einrichtung zu erzielen.³⁾

Zahlentafel 13.

Dauer der Unter- suchung	Kohlensäure- gehalt in den Heizgasen	Kohlensäure- plus Sauer- stoffgehalt am Kesselende	Luft- überschuß ca. vH	Temperatur		Zugstärke am Kesselende mm WS	Ab Wärme- verlust vH
				der Heizgase am Kesselende °C	der Verbren- nungsluft °C		
6	7,4	19,9	155	218	13,5	19,5	17,9
4	11,3	19,4	70	243	13,0	11,5	13,4
5	11,2	19,0	70	270	31,0	10,0	13,9

Über die Haltbarkeit dieser Anlagen liegen durchaus befriedigende Erfahrungen vor. Es ist jedoch nach Möglichkeit zu vermeiden, daß größere harte Gegenstände in das Triebwerk gelangen. In den Figuren 219 und 220 ist die Leach-Feuerung der Sächsischen Maschinen-

¹⁾ Vergl. S. 205 u. S. 211.

²⁾ S. auch Jahresbericht 1905, S. 36, des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, desgl. 1906, S. 17 und 1907, S. 34.

³⁾ Im Städtischen Elektrizitätswerk in Chemnitz sollen an Doppelkesseln von je 600 qm Heizfläche Leach-Feuerungen bei 2600 mm Rostlänge befriedigend arbeiten. Protokoll des Internationalen Verbands der Dampfkessel-Überwachungs-Vereine 1909, S. 172 u. ff.

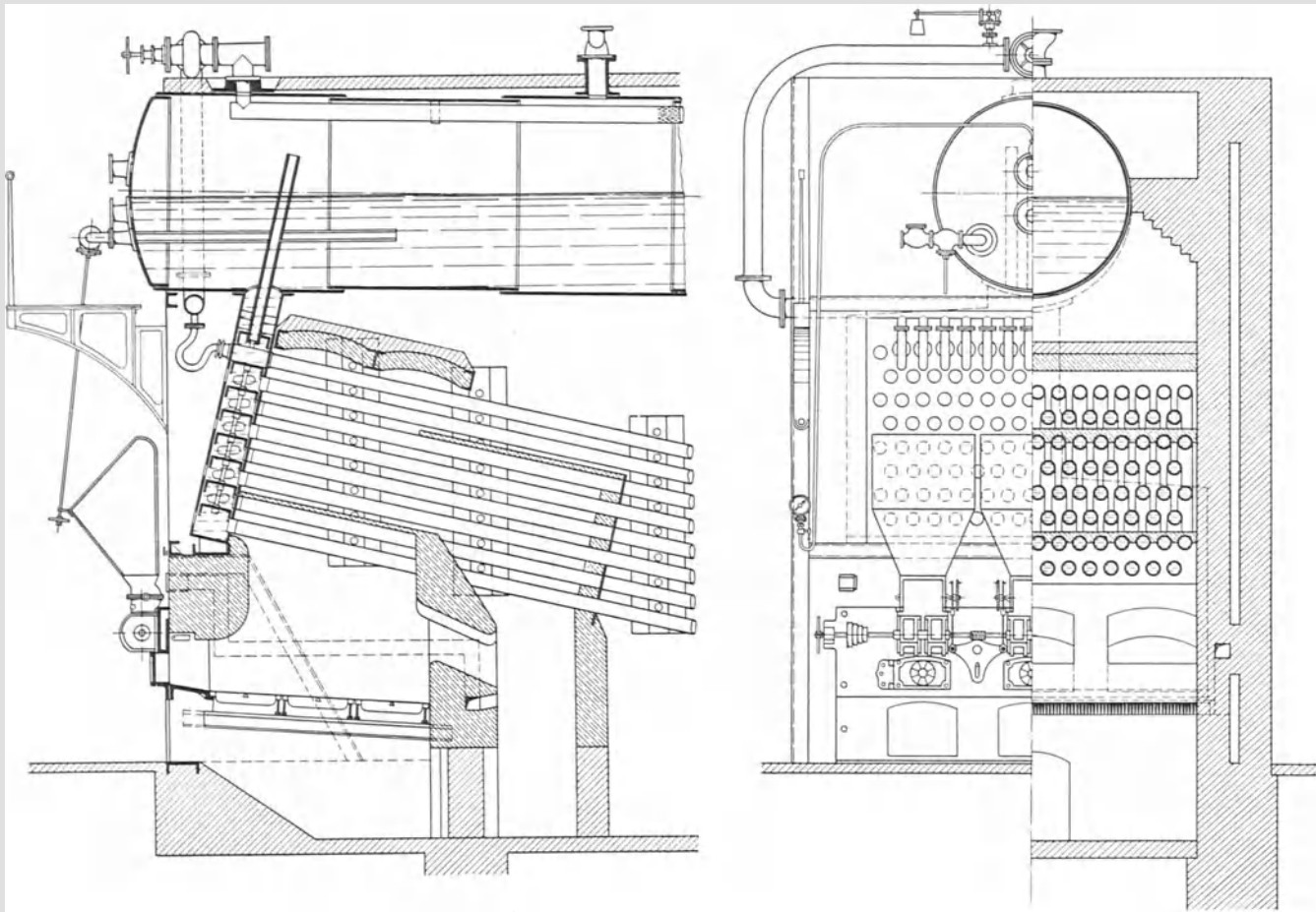


Fig. 219 und 220.
Leach-Feuerung für Wasserröhrenkessel.

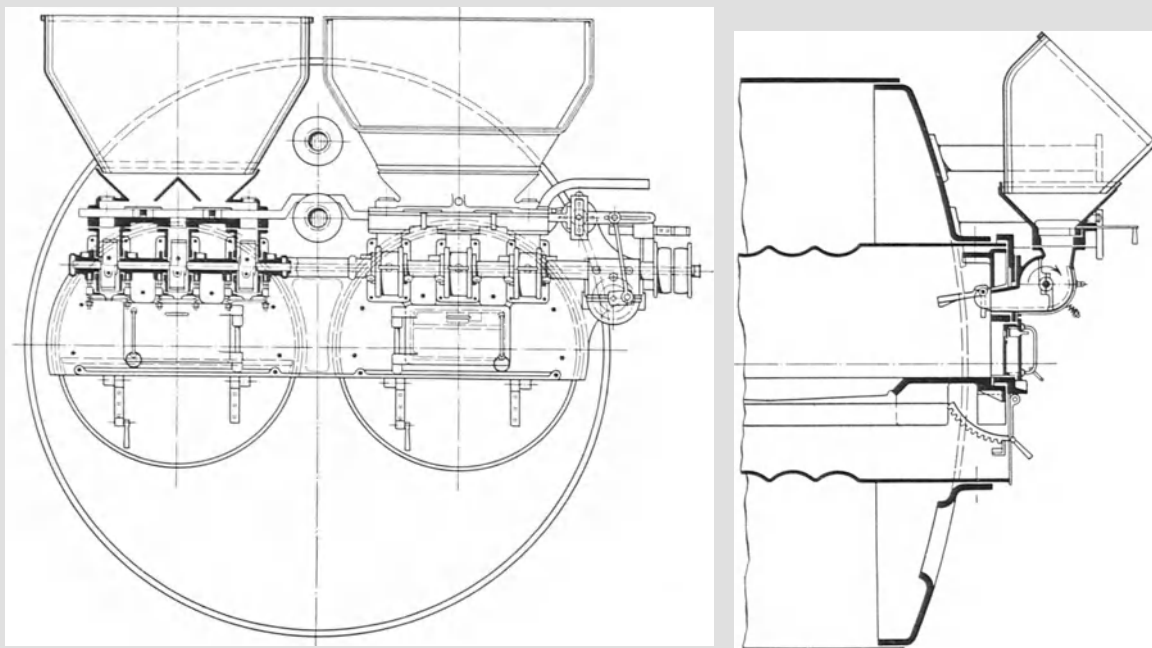


Fig. 221, Fig. 222.
Wurfrad-Einrichtung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

fabrik vorm. Rich. Hartmann A.-G., Chemnitz, einem Gehreschen Wasserrohrkessel vorgebaut. Bemerkenswert ist die Anwendung von Oberluftzufuhr, welche zur rauchfreien Verbrennung gasreicher Kohlen hier naturgemäß noch mehr erforderlich ist als bei Flammrohrkesseln.

Eine etwas geänderte Ausführung dieser Bauart, wie sie von der Ver. Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G. hergestellt wird, ist in Fig. 221 und 222 wiedergegeben.

An Stelle der Speisewalze ist hier für die Zufuhr der Kohle aus dem Trichter zum Wurfradgehäuse unter den Verteilungskasten eine mit Daumen versehene prismatische Verteilungsstange angeordnet, die durch eine Kurbelschleife hin- und hergehende Bewegung erhält. Die Kurbelschleife wird durch ein Schaltrad angetrieben. Die Schaltklinke ist an

einem Winkelhebel befestigt, auf den die Antriebschneckenwelle durch Räderübersetzung und Kurbelgetriebe wirkt. Zum Ausstreuen der Kohle über den Rost dienen je nach der Rostbreite zwei oder drei Wurfräder mit je zwei bis drei Flügeln; diese schleudern die Kohlen gegen eine von Hand einstellbare Prellplatte, welche eine Anpassung an verschiedene Brennstoffarten und Rostlängen und eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Kohle auf den Rost bewirken soll. Zum letzteren Zweck haben auch die Flügel verschiedene Form. Durch Absperrschieber am Boden der Trichter kann die Kohlenzufuhr für jedes Feuer abgestellt werden.

Die Deckel der Wurfradgehäuse werden durch Federn angedrückt, so daß sie ausweichen, damit sperrige Fremdkörper die Vorrichtung nicht beschädigen können. Die Deckel schließen selbsttätig wieder. Eine Lederreibungskupplung zwischen Schaltwerk und Kurbelschleife

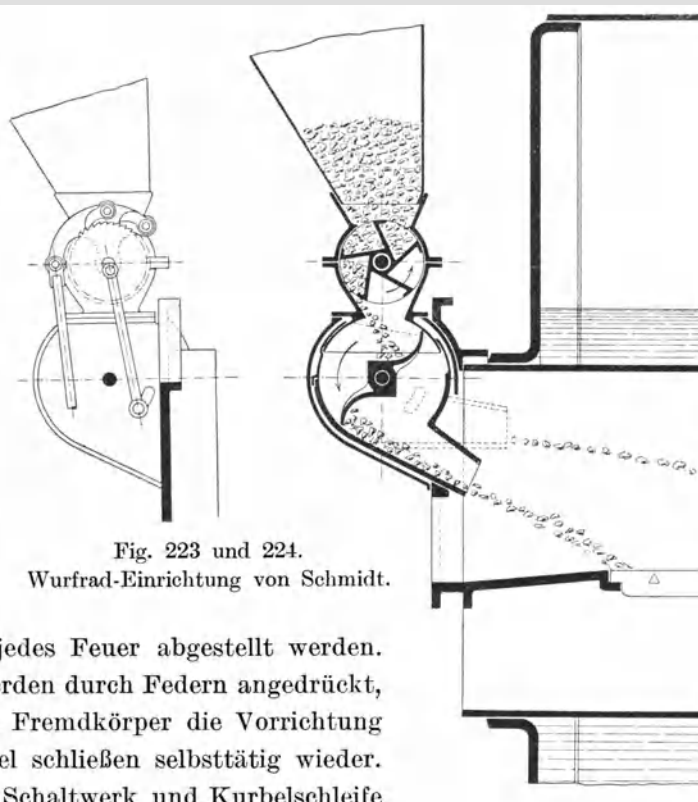


Fig. 223 und 224.
Wurfrad-Einrichtung von Schmidt.

bewirkt ein Stillstehen der Verteilungsstangen, wenn ein größerer harter Fremdkörper, der einen Bruch der Antriebsteile verursachen könnte, im Brennstoff mitgeführt wird.

Die Antriebswelle mit den Wurfrädern macht je nach der Rostlänge und Schaufelzahl ungefähr 400—550 Umdrehungen in der Minute. Durch Anordnung einer Voll- und Leerscheibe kann das Triebwerk, z. B. während des Abschlackens, zum Stillstand gebracht werden. Zur Regelung der aufzugebenden Kohlenmenge ist das Schaltwerk und damit der Hub der Verteilungsstange in bequemer Weise mittels der Kurbel, sowie des Angriffs am Winkelhebel in großen Grenzen verstellbar.

Ebenso wie für die vorige Einrichtung, so eignen sich auch für diese vornehmlich gut sortierte, nicht sehr backende und nicht nasse Kohlen, angeblich bis höchstens 35 mm Korngröße. Je weniger der Brennstoff diesen Bedingungen entspricht, um so mehr muß namentlich in bezug auf gleichmäßige Rostbedeckung der Heizer helfend eingreifen, der vor allem auch für eine richtige Einstellung und Regulierung des Apparates und der Zugstärke zu sorgen hat.

J. P. Schmidt in Berlin sucht in seiner Anordnung, D. R. P. Nr. 84117, Fig. 223 und

224, die gleichmäßige Verteilung der Kohle über den Rost anstatt durch die schwingende Prellklappe durch eine schwingende Auswurföffnung zu erzielen. Über weitere Verbreitung dieser Anordnung ist indessen nichts bekannt geworden.

Beschickungsvorrichtung von W. Whittacker, D. R. P. Nr. 43175, in Fig. 225 und 226¹⁾ für einen Zweiflammrohrkessel dargestellt. Vom Fülltrichter *A* gelangt die Kohle durch Öffnungen, welche im Grunde der Trichter zu beiden Seiten angeordnet sind, auf die Speisewalzen *B*, die sie den beiden auf der Antriebswelle *L* sitzenden Wurfädern *B'* zuführen. Der Antrieb der Speisewalzen erfolgt durch die Schalträder *C*, mittels der Klinken *D*, die auf der von den runden Führungslagern *F* getragenen Schiene *E* befestigt sind. Diese erhält ihre hin- und hergehende Bewegung durch das Kurbelgetriebe *GHJ*, das mittels Schneckenübersetzung von der mit 400–500 Umdrehungen in der Minute laufenden Welle *L* gedreht wird.

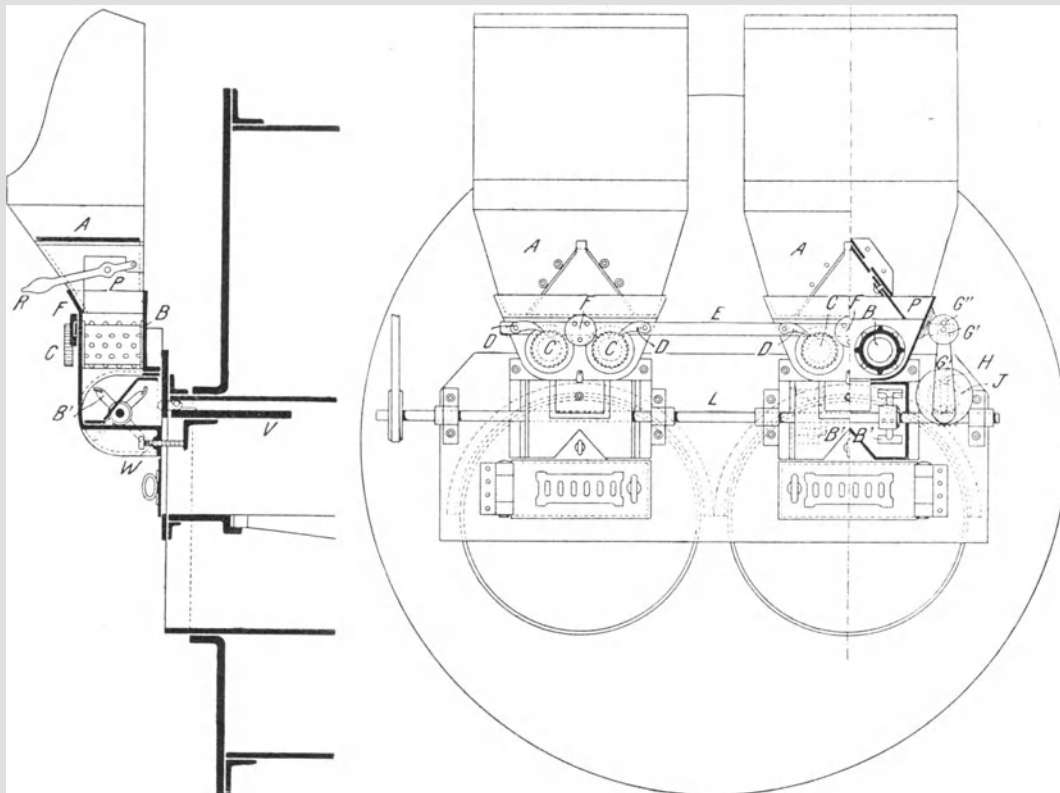


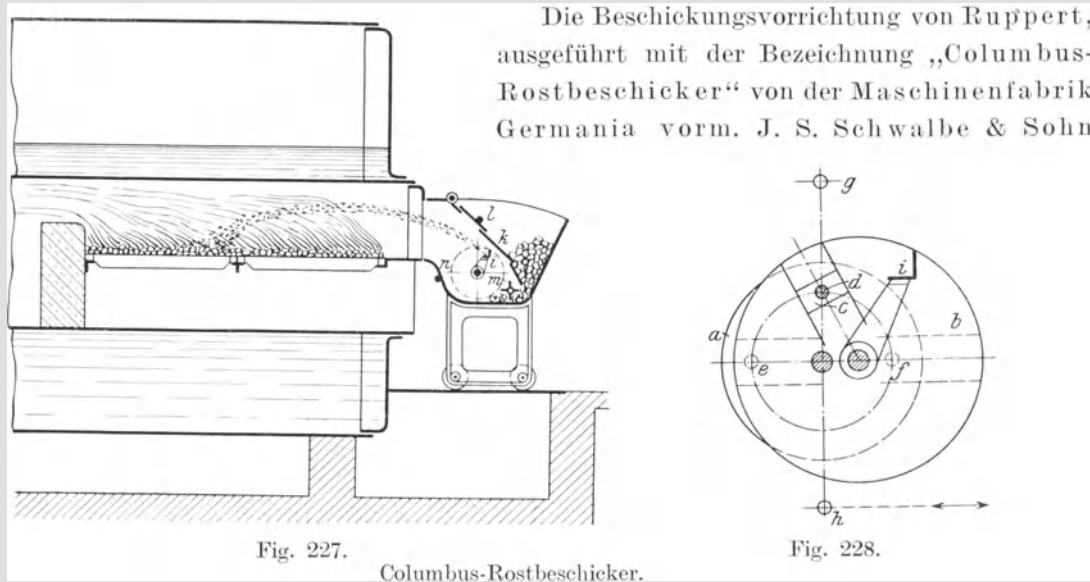
Fig. 225 und 226.
Wurfad-Einrichtung von Whittacker.

Die Speisewalzen, welche minutlich etwa $\frac{1}{2}$ Umdrehung vollführen, können durch Umlegen der Klinken *D* einzeln oder zusammen ausgeschaltet werden, wodurch sich die Kohlenzufuhr verringert oder ganz einstellt. Eine weitere Regelung ist dadurch ermöglicht, daß die Öffnungen der Kohlenrichter mittels der Schieber *P* und der Hebel *R* verstellbar werden können. Die gleichmäßige Verteilung der Kohlen über den Rost soll durch eine in der Feuerung befindliche Prellplatte *V* bewirkt werden, welche einen Teil der Kohlen auffängt und sie zwingt, je nach der durch eine Stellschraube *W* von außen zu regelnden Neigung der Platte in kleinerer oder größerer Entfernung von der Einwurföffnung auf den Rost zu fallen. Für die Zugänglichkeit des Rostes bzw. der Schicht ist auch eine Feuertür vorgesehen.

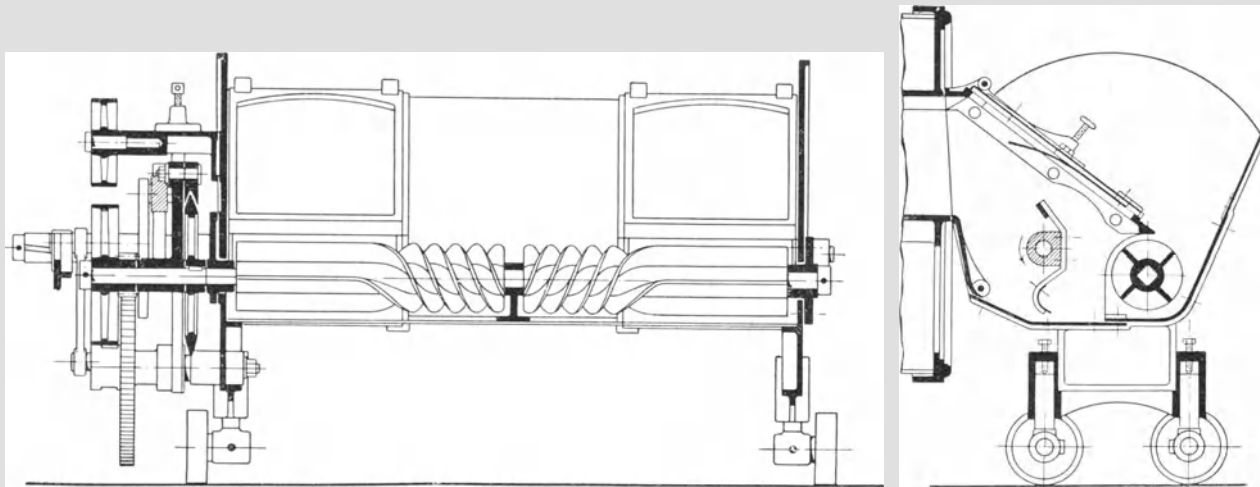
¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1890, S. 1087.

Wie bei dieser Einrichtung mit Hilfe der Platte *V* „eine äußerst gleichmäßige und regelmäßige Beschickung“ erzielt werden soll, ist nicht recht einzusehen. Auch ist zu befürchten, daß die Speisewalzen *B* viel Kohlengrus liefern, hierbei unter Umständen einen erheblichen Arbeitsaufwand verursachend.

Die Einrichtung wird ungefähr in der hier beschriebenen Weise von L. Vojacek in Prag, sowie u. a. von Tattersall & Holdsworth in Enschede, Gronau i. W., und Burnley gebaut¹⁾ und hat in Holland nennenswerten Eingang gefunden.



in Chemnitz, D. R. P. Nr. 69355, dargestellt durch die Fig. 227—231, beruht auf der Anwendung von rotierenden Wurfschauflern, an deren Stelle in neuerer Zeit Wurfräder mit verschieden geformten Flügeln treten. Durch ungleichmäßige Bewegung der letzteren, derart,



daß die Kohle stets in einer bestimmten Richtung, aber mit stetig wechselnder Kraft auf den Rost geworfen wird, soll gleichmäßige Streuung über die ganze Rostfläche bewirkt werden.

¹⁾ Eine verwandte Bauart, von Thost in Zwickau, bei der aber die Speisewalzen als eigentliche Brechwalzen ausgeführt werden, um auch Förderkohle verwenden zu können, findet sich auf S. 224.

Die Zuführung der Kohle zur Wurfschaufel erfolgt durch eine Speisewalze, deren hohe Rippen vor den Schaufeln parallel zur Achse und nach der Mitte zu schneckenförmig verlaufen.

Fig. 228 veranschaulicht die Arbeitsweise der Wurfvorrichtung. Zwei Scheiben *a* und *b* liegen mit gesonderter Lagerung einander gegenüber, *a* trägt einen Kurbelzapfen *d*, welcher in dem Stein *c* einer Kulisse *b* gelagert ist. Scheibe *a* wird vom Riemen angetrieben und rotiert gleichförmig; sie erteilt somit der Scheibe *b* eine vom Achsenabstand abhängige, und folglich auch der damit verbundenen Schaufel *i* eine stetig geänderte Umfangsgeschwindigkeit. Da aber die Achse von *a* in einem schwingenden Hebel *hg* gelagert ist, so daß die Entfernung der Achsen von *a* und *b* einer stetigen Veränderung unterliegt, so erfährt die größte und kleinste Umfangsgeschwindigkeit von *b* und damit der Schaufel *i* eine beliebig gesteigerte Änderung, welche gestatten soll, alle Punkte einer vorliegenden Rostfläche ordnungsgemäß zu bestreuen.

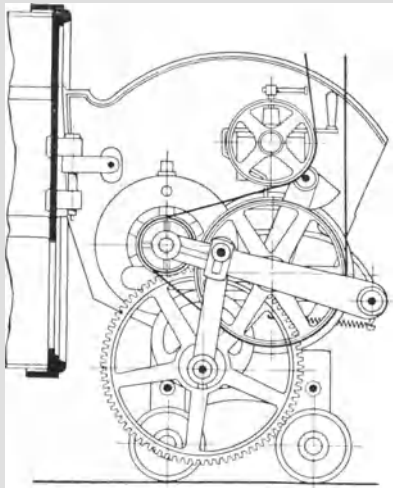


Fig. 231.
Columbus-Rostbeschicker.

Zur Regelung der Leistung durch die Menge des aufzugebenden Brennstoffs ist die Umdrehungsgeschwindigkeit der mittels Schaltrads und Klinke angetriebenen Speisewalze bequem in weiten Grenzen veränderlich.

Die ganze Vorrichtung ist durch Schrauben mit dem Feuertürrahmen verbunden und ruht auf Rollen, so daß sie erforderlichenfalles weggefahren, und der Rost nach Einhängen der Tür von Hand beschickt werden kann. Um den Feuerraum auch sonst für die von Hand zu verrichtenden Arbeiten zugänglich zu machen, ist die vordere Trichterwand zum Umklappen eingerichtet und über der Wurfschaufel eine Tür *K* angeordnet. Beim Abschlacken ist außerdem die Klappe *n* zurückzulegen, damit die herausgezogene Schlacke durchfallen kann.

Die niedrige Lage des Kohlentrichters macht da, wo eine mechanische Kohlenbeförderung zu demselben nicht vorhanden ist, das Auffüllen bequem, zumal besondere Kippwagen verwendbar sind, die sich unmittelbar in die Trichter entleeren lassen; auch ist der Inhalt des letzteren übersichtlich, und die Wasserstandsgläser können ihre normale Lage beibehalten. Andererseits erschwert aber der Füllrumpf die Zugänglichkeit der Rostfläche mit Krücke und Schaufel, sowie beim Abschlacken.

Die niedrige Lage des Kohlentrichters macht da, wo eine mechanische Kohlenbeförderung zu demselben nicht vorhanden ist, das Auffüllen bequem, zumal besondere Kippwagen verwendbar sind, die sich unmittelbar in die Trichter entleeren lassen; auch ist der Inhalt des letzteren übersichtlich, und die Wasserstandsgläser können ihre normale Lage beibehalten. Andererseits erschwert aber der Füllrumpf die Zugänglichkeit der Rostfläche mit Krücke und Schaufel, sowie beim Abschlacken.

Hinsichtlich der Beschränkung in der Brennstoffwahl gilt ungefähr dasselbe, was im vorstehenden für die Leach-Feuerungen gesagt wurde. Die Kohle soll weder grushaltig sein, noch dürfen die einzelnen Stücke Wallnußgröße überschreiten.

Nach C. Haage¹⁾ soll die Einrichtung, welche vorwiegend in Sachsen einige Aufnahme gefunden hat, mit Steinkohlen und Braunkohlen von geeigneter Körnung bei befriedigender Wirtschaftlichkeit einen rauchschwachen Betrieb gestatten.

Die im folgenden zu besprechenden Einrichtungen, bei welchen der Brennstoff durch schwingend gelagerte Wurfschaufeln auf den Rost befördert wird, zeichnen sich gegenüber denjenigen mit rotierenden Wurfrädern dadurch aus, daß sie hinsichtlich der Sortierung der zu verwendenden Kohlen einen wesentlich größeren Spielraum gewähren. Sie eignen sich

¹⁾ Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebs 1903, S. 625.

für gleichmäßig sortierte Kohlen bis 60 mm Korngröße und können teilweise Kohlenstücke bis 100 mm verarbeiten; von einer wirklich vorteilhaften Verwendung von Förderkohle, wofür sie seitens der Lieferanten vielfach angepriesen werden, kann jedoch im allgemeinen bislang noch nicht gesprochen werden, auch nicht, wenn dieselbe genügend vorgebrochen wird.¹⁾

Von den in Deutschland gebräuchlichen Einrichtungen dieser Art ist wohl die älteste und am meisten verbreitete diejenige von J. Proctor in Burnley, hier vor ungefähr 20 Jahren eingeführt und gebaut von Münckner & Comp., Bautzen. Sie wird von dieser Fabrik jetzt nicht mehr in der früher gebräuchlichen Bauart Münckner, Fig. 232, sondern in zwei neuen Grundformen hergestellt.

Die verbesserte neue Ausführung des Einrichterapparates für zwei nebenein-

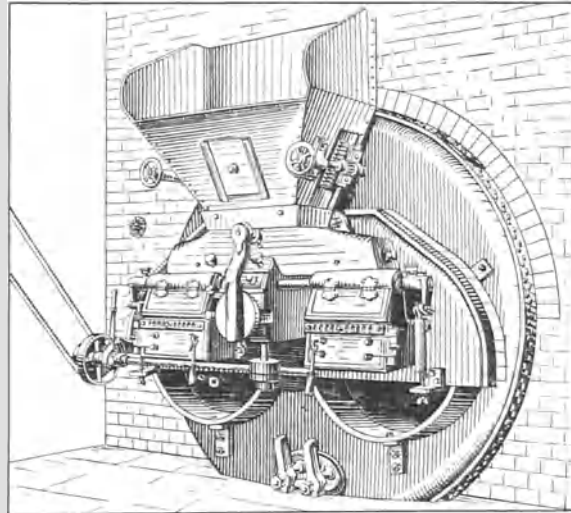


Fig. 232.

Münckner-Feuerung, alte Ausführungsform.

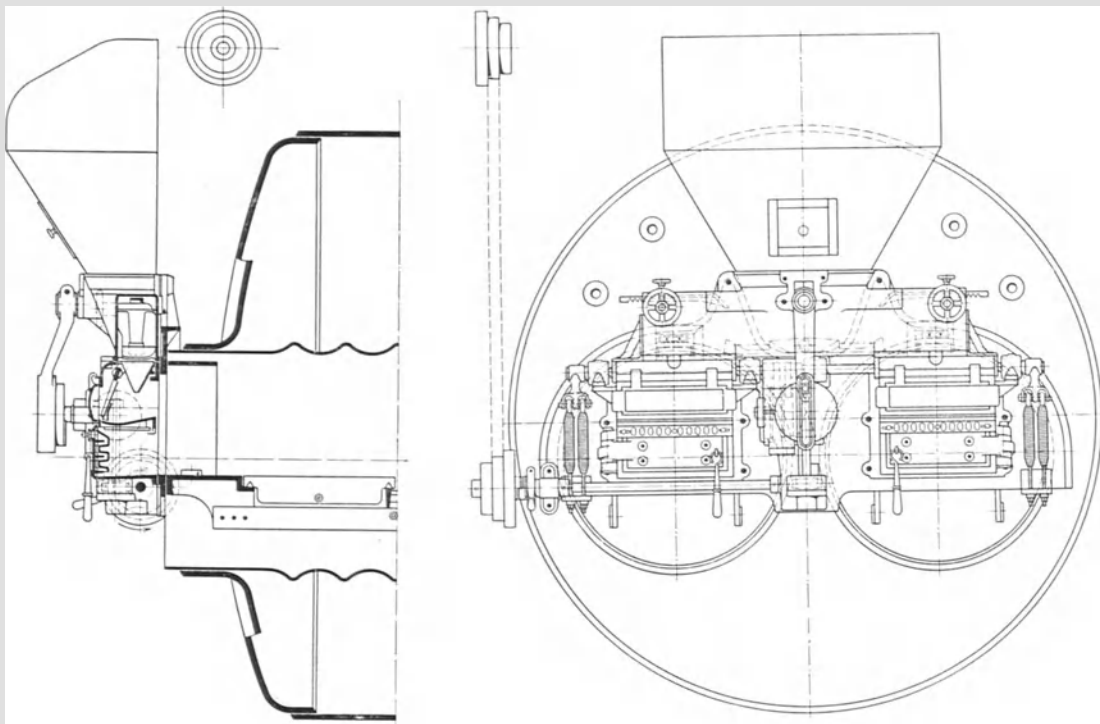


Fig. 233.

Münckner-Feuerung, Einrichterapparat.

Fig. 234.

ander liegende Feuerungen, z. B. eines Zweiflammrohrkessels, ist aus Fig. 233 und 234 erkenntlich. Diese Anordnung wird vornehmlich in den Fällen gewählt, wo die Wasserstände und Speisestutzen an der Kesselstirnwand seitlich angebracht sind. Der Brennstoff gelangt aus dem

¹⁾ S. auch S. 143, Anlage eines Rostes bzw. eines kräftigen Gittersiebes, das große Kohlenstücke vor der Beförderung zum Apparat zurückhält.

gemeinsamen Fülltrichter in den Verteilungsraum. Von hier wird er durch den Verteilungsschieber, den eine verstellbare Kurbelscheibe mittels Hebels in der Querrichtung hin- und herbewegt, abwechselnd nach links und rechts in die beiden Wurfkästen vor die Schaufeln befördert und durch diese auf den Rost geschleudert. Der doppelte Schieber ist so angeordnet, daß er jeweils die Kohle nur der betreffenden Wurfschaufel zuführt, wenn sich diese schlagbereit in zurückgezogener Stellung befindet. Über den Schaufeln sind Leitrinnen angebracht, welche die mit jedem Schieberhube zugeführte Kohlenmenge richtig vor die Schaufel leiten sollen. Jede Wurfschaufel schwingt um eine wagerechte Achse, welche an den Enden einen Daumen und einen Hebel trägt. Der letztere steht mit einer Doppelfeder in Verbindung, während sich unter dem Daumen ein Knaggenrad umdreht. Durch die Knaggen werden Daumen und Hebel angehoben, die Schaufel zurückgedreht und gleichzeitig die Federn gespannt. Diese schnellen, so oft eine der Knaggen frei geworden, die Schaufel nach dem Feuerraum zu, die vor ihr liegenden Kohlen auf den Rost werfend. Dadurch,

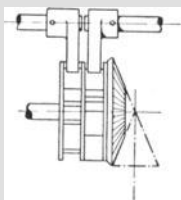


Fig. 235.

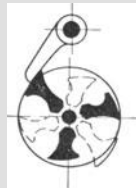


Fig. 236.

daß die einzeln regulierbaren Knaggen in drei verschiedenen Höhen ausgeführt sind (Fig. 235 und 236) erhalten die Federn mit jeder Umdrehung des Knaggenrades drei verschieden starke Spannungen. Die Beschickung erfolgt daher in drei Abstufungen derart, daß in regelmäßiger Reihenfolge die jeweils zugeteilte Kohlenmenge vorwiegend einmal auf den hinteren, dann mehr auf den mittleren und bei jeder dritten Spannung auf den vorderen Teil der Rostfläche gestreut wird. Auf der Innenseite der Schaufel befindet sich eine Verteilungsnase, deren

Form und Größe von den in Betracht kommenden Brennstoff- und Rostverhältnissen abhängt. Die Wurfschaufeln bewegen sich in Kugelschalenlagern; hierdurch können lange Lager verwendet werden, ohne die Gefahr zu erhöhen, daß beim Verziehen der Gehäusewand die Wellen klemmen. Die Lager sind mit selbsttätiger Schmierung versehen.

Als Antriebvorrichtung, welche in gußeisernem Gehäuse staubdicht abgeschlossen ist, sind Schneckentrieb und Kegelräder wie bei der älteren Bauart beibehalten worden. Die Schneckenwelle trägt eine ausrückbare Stufenscheibe, die von einer Transmission mit 65—70 Umdrehungen angetrieben wird. Durch sorgfältige Anordnung des Verteilungsschiebers soll einer Quetschung der Kohle vorgebeugt sein. Unterhalb der Wurfkästen sind Feuertüren angebracht; ihre Abmessungen betragen bei den drei üblichen Ausführungen für Flammrohrkessel 200×400 , 200×450 , 280×500 mm. Für Wasserrohrkessel ist die Höhe durchweg 280 mm. Ein schmaler Schieber an der Feuertür gestattet Zuführung von Oberluft, welche, die Tür kühlend, unten in den Feuerraum vorgewärmt eintritt.

Die Menge der zu verfeuernden Kohle kann durch Änderung der Umdrehungszahl der mit Stufenscheibe versehenen Antriebswelle und durch Verstellen des Hubes der für den Antrieb des Verteilungsschiebers dienenden Kurbelscheibe geregelt werden; außerdem befinden sich zur Regulierung der für jeden Schaufelschlag zugeführten Wurfmenge seitlich im Verteilungsraum noch zwei durch Handrad verstellbare Regulierräder, welche den breiten Querschnitt für den senkrechten Brennstoffzulauf aus dem Trichter und damit die seitliche Ausdehnung des Kohlenhügels im Verteilungsraum zu verändern gestatten. Der wagerechte Durchgangsquerschnitt ist hierbei stets gleichbleibend.

Zur Erzielung möglichst gleichmäßiger Verteilung der Kohle auf dem Rost¹⁾

¹⁾ Vergl. auch S. 201.

hat man es in der Hand — abgesehen von den bereits erwähnten konstruktiven Besonderheiten, namentlich von den drei wechselnden Wurfweiten, die mit der verschiedenen Knaggenhöhe bewirkt werden — durch entsprechendes Spannen der Federn mittels der unteren Schraubenmuttern im Betriebe die Schnellkraft der Wurfchaufeln dem Brennstoff und der Rostlänge anzupassen.

Bei der früheren Ausführung wurden die Wurfchaufeln durch je eine stärkere Feder geschnellt. Es hat sich aber gezeigt, daß mit zwei schwächeren Federn von größerer Elastizität und gleicher Spannkraft ein besserer, auch von der jeweils vor die Schaufel gelangenden Kohlenmenge weniger abhängiger Wurf zu erzielen ist; namentlich bei grus-haltigem Brennstoff, sowie bei großer Rostlänge macht sich die Anwendung von Doppelfedern notwendig. Durch letztere soll auch die Abhängigkeit der Streuung von der Form der unter der Schaufel befindlichen Wurfplatte verringert werden. Früher erschienen die einfachen Federn schon infolge ihrer Veränderlichkeit im Gebrauch einschließlich des stoßweisen Betriebes in gewissem Grade als ein schwacher Punkt der Einrichtung. Mit Einführung des Doppelfederantriebes, der in sicherer Weise hergestellten Verbindung der Daumen, Federhebel und Schaufelbleche mit der Welle, der Verbesserungen an Lagern und Schmierung dürften jene Bedenken ziemlich wirksam behoben sein. Im übrigen macht die Anlage den Eindruck einer einfachen, dauerhaften und betriebstüchtigen Konstruktion; es liegen hierüber auch günstige Erfahrungen vor.

Da für beide Feuer (Flammrohre) nur eine Antriebs- und Zufuhrvorrichtung vorhanden ist, ist es nicht möglich, die Beschickung beider Roste einzeln stillzusetzen, z. B. beim Abschlacken u. dgl. Sofern man sich für den Gebrauch von Förderkohlen überhaupt entschließt, sind große Stücke zu zerkleinern. Angeblich sollen faustgroße Stücke noch zulässig sein, doch erscheint dieses Maß reichlich groß. Ferner ist tunlichst darauf zu achten, daß die Kohle möglichst gut durchgemischt in die Trichter gelangt. Infolge der seitwärtigen Brennstoffzufuhr vor die Wurfchaufeln, von Mitte Kessel aus, fallen die feinen Bestandteile mehr senkrecht herab, während die gröberen weiter nach außen rollen. Um diesen Übelstand abzuschwächen, müßte die Vorrichtung für wechselnde Beschaffenheit der Kohle immer wieder anders reguliert werden.

Die zweite, ebenfalls in drei Größen (Tür- und Wurfchaufelbreiten) von Münckner & Comp. neuerdings hergestellte Grundform zeigen die Fig. 237 und 238. Bei dieser Bauart (Zweित्रichterapparat) können an Zweiflammrohrkesseln usw. die Wasserstände auf der Stirnwand in der Mitte angebracht werden. Für jedes Feuer ist eine selbständige Antriebs-, Brennstoffzufuhr- und Wurfvorrichtung vorhanden, und der Antrieb läßt sich so ausführen, daß jedes Feuer einzeln arbeiten kann. Diese Anordnung wird daher für Einflammrohrkessel ausschließlich, ferner auch für Kessel mit breiter Unterfeuerung und mit mehr als zwei Feuertüren verwendet.

Als Eigenart ist in erster Linie die Kohlenzuführung mittels Ringschieber hervorzuheben. Im Verteilungsraum unter dem Trichter ist ein Ringschieber *R* gelagert, welcher durch Vermittlung der senkrechten Welle *W* eine hin- und herschwingende Bewegung ausführt. Der mit Kohle bedeckte Teil des Schiebers ist kreisförmig und verdrängt daher den Brennstoff nur nach der offenen dem Feuerraum zugekehrten Seite des Verteilungsraums. Bei jedem Hub des Ringschiebers fällt eine bestimmte Brennstoffmenge über die Nase *N* hinweg auf die Wurfplatte vor die Schaufel. Damit die Kohle richtig vor die Schaufel gelange, ist noch eine Leitplatte *L* angebracht. Die Überfallnase soll ein unzeitiges Nachfallen der Kohle bei aus-geschlagener Wurfchaufel verhindern. Die periodische Bewegung des Ringschiebers wird

durch Kurvenscheibe und Zahnradübersetzung bewirkt. Die einzelnen Knaggen zur Betätigung der Wurfchaufel sind verstellbar, so daß die drei Wurfzonen den jeweiligen Verhältnissen angepaßt und auch im Falle einer Änderung der Rostlänge geregelt werden können. Bei mehreren nebeneinanderliegenden Feuern werden im allgemeinen die einzelnen Vorrichtungen

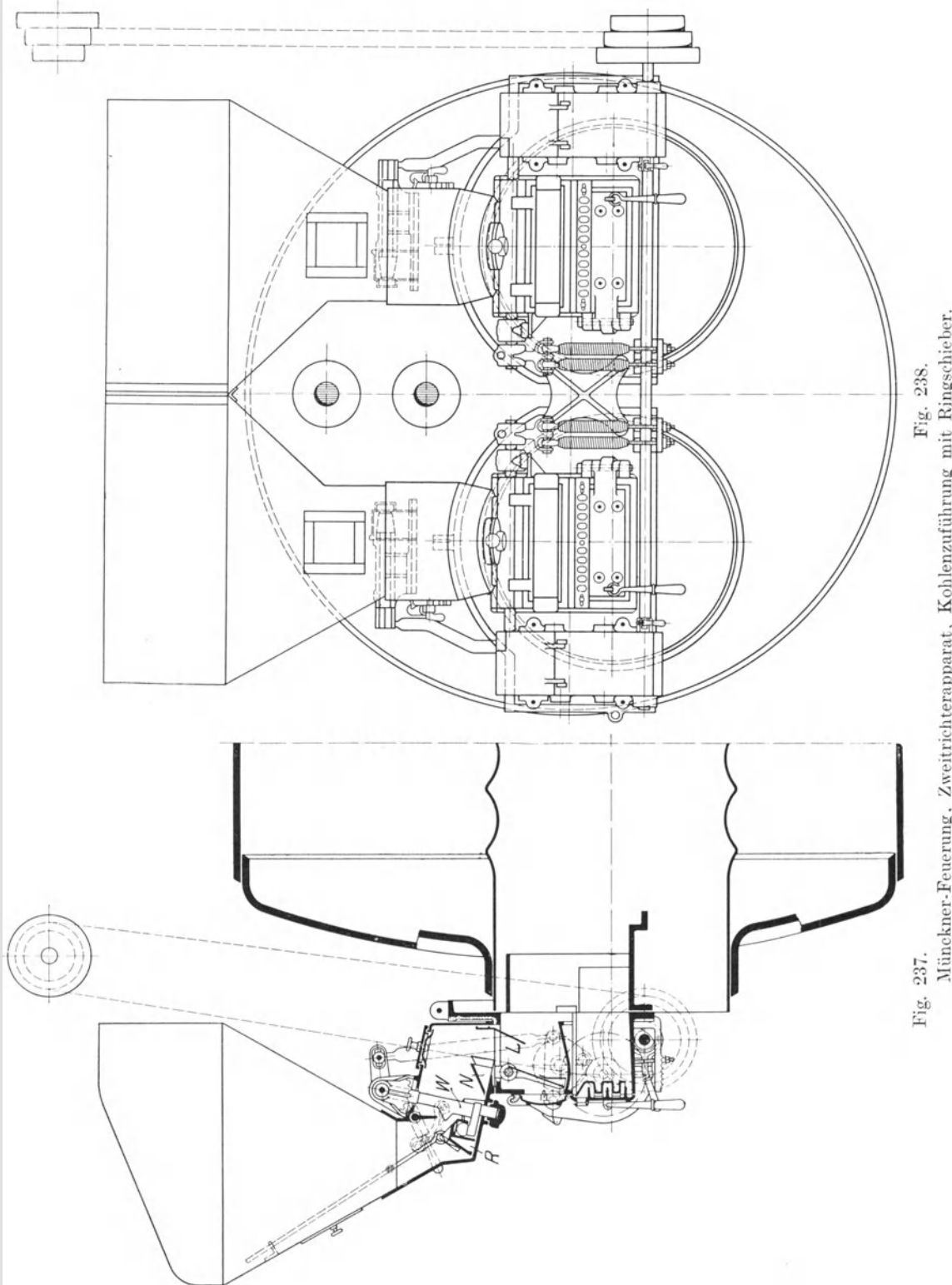


Fig. 237. Münchner-Feuerung, Zweित्रichterapparat, Kohlenzuführung mit Ringschieber.

Fig. 238.

von einer gemeinsamen Welle angetrieben, sie sind also beim Abschlacken usw. gleichzeitig stillzusetzen. Sollen aber Brennstoffe verfeuert werden, die ein ungünstiges Verhalten auf dem Rost aufweisen, so erhält jedes Getriebe eine besondere Ausrückvorrichtung. Im übrigen gilt das über den Einrichterapparat Gesagte auch für diese Bauart.

Die Kohlenzuführung mittels Ringschiebers stellt eine beachtenswerte Neuerung dar. Sie soll den Vorteil besitzen, daß die Kohle im Verteilungsraum nicht zerdrückt wird; ferner soll sie Steigerung des Kraftverbrauches oder starken Verschleiß und Störungen verhüten, wie solche beim Verarbeiten von grushaltigen und feuchten Kohlen eher möglich sind, wenn die Zuführung der letzteren durch Kolben oder Schieber geschieht, die durch die Gehäusewand hindurchgeführt werden, um ihren Antrieb von außen zu erhalten.

Wie bereits auf S. 192 hervorgehoben, lassen diese beiden Bauarten im Vergleich zu solchen mit rotierenden Wurfrädern einen erheblich weiteren Spielraum in bezug auf die Stückgröße der verwendbaren Kohlen zu. Hinsichtlich der Rauchentwicklung liegen indessen die Verhältnisse im wesentlichen auch nicht viel günstiger, als dort, wenn in gleicher Weise zur Verhütung eines übermäßigen Abwärmeverlustes bei Verheizung gasreicher Kohle nach der Erzielung eines geringen durchschnittlichen Luftüberschusses getrachtet wird.¹⁾ Die an den Feuertüren vorgesehenen Schieberöffnungen mögen bei nicht besonders gasreichem Brennstoff für die Deckung des Luftbedarfs über der Schicht auch im Falle guter Rostbedeckung noch genügen. Dagegen kann dies nicht zutreffen nach jedem Ausgleichen oder Lockern der Schicht. Namentlich in bezug auf den Rauch werden die Verhältnisse um so eher befriedigend ausfallen, je mehr auf Grund rücksichtsvoller und sorgfältiger Durchbildung der Streuvorrichtung das Eingreifen des Heizers zur Erhaltung gleichmäßiger Rostbedeckung eingeschränkt werden kann.

Die Möglichkeit des Auftretens stark unvollkommener Verbrennung kommt unter anderm in einem auf Grund zahlreicher Versuche²⁾ mit verschiedenen Brennstoffen und Belastungen im Jahre 1905 abgegebenen Gutachten des Bayerischen Revisionsvereins, München, zum Ausdruck. Die Ergebnisse einer Anzahl jener Versuche sind in der Zahlentafel 14 enthalten. Der mittlere Kohlensäuregehalt der Abgase weist bei allen diesen Versuchen mit Nuß-Braunkohlen günstige Werte auf, woraus zu schließen ist, daß die Rostbedeckung eine gute war. Auch die Ausnutzungsziffern sind befriedigend mit Ausnahme von Versuch Nr. III, bei welchem das Restglied³⁾ in der Wärmebilanz mit 25,0 vH ungefähr doppelt so groß ist, als bei den übrigen Versuchen, so daß 12—15 vH der verfügbaren Wärme durch unvollkommene Verbrennung verloren gegangen sein werden. Die auffallend niedrige Summe von Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt (17,7 vH) weist auf ungünstige Verhältnisse in gleicher Weise hin. Auch bei einigen der übrigen Versuche ist die angegebene Summe von Kohlensäure und Sauerstoffgehalt etwas zu niedrig. In dem Gutachten ist denn auch ausgesprochen: „Bei allen Versuchen mit Ausnahme desjenigen Nr. III mit der gasreichen Braunkohle, konnte eine rauchschwache Verbrennung erzielt werden; für die vorteilhafte Verheizung letzterer Kohle sind außer dem Beschicker weitere Maßnahmen, insbesondere geeignete Oberluftzuführung am Platze.“ (S. übrigens hierzu S. 208 Fußbemerkung 1.)

Des weiteren haben sechs Versuche bei Verwendung von ungleichmäßigen, zum Teil mit

¹⁾ Vergl. S. 186 u. 187.

²⁾ Diese Versuche beziehen sich auf die ältere Einrichterbauart. Sie hatten hauptsächlich den Zweck, über die Brauchbarkeit der selbsttätigen Beschickungsvorrichtung für die in Bayern zur Verfügung stehenden geringwertigen Brennstoffe Aufschluß zu geben.

³⁾ Vergl. auch S. 211, Fußbemerkung 1.

Zahlentafel 14.

	Einflammrohrkessel										2 Zweiflammrohrkessel							
	Wurfvorrichtung von Münkner & Comp.					Dreiflammrohrkessel mit Heizrohrkessel												
Bauart des Kessels	Alte Einrichter-Bauart										je 114,44							
Bauart der Feuerung	Neue Bauart mit Ringschieber										je 2,60 1:44							
Heizfläche, Kessel (wasserberührte)	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39						
Überhitzer	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89						
Rostfläche (Kessel)	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44	1:44						
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche																		
Versuch Nr.																		
Datum des Versuchs																		
Dauer																		
Brennstoff:																		
verheizt im ganzen																		
in der Stunde																		
auf 1 qm Rostfläche																		
1 qm Heizfläche																		
Rückstände: im ganzen																		
in Hundertheilen des verheizten Brennstoffes																		
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben																		
Speisewasser: verdampft im ganzen																		
verdampft i. d. Stunde																		
auf 1 qm Heizfläche																		
1 " " bez. auf 637 WE																		
Temperatur																		
Dampf: Überdruck																		
Temperatur hinter dem Überhitzer																		
Erzeugungswärme im Kessel																		
im Kessel und Überhitzer																		
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt																		
CO ₂ + O-Gehalt																		
Luftüberschuß																		
Temperatur																		
Verbrennungsluft																		
Zugstärke: im Feuerraum																		
am Kesselende																		
Verdampfung:																		
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser																		
b) bez. auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE)																		
Wärmebilanz																		
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	2786	67,7	2138	65,3	2516	56,1	3674	70,5	3843	72,6	3782	71,5	6158	82,3	5882	78,6	5763	76,85
Verloren:																		
a) an freier, mit d. Gasen n. d. Schornstein abzieh. Wärme	745	18,1	625	19,0	781	17,4	814	15,6	832	15,7	909	17,2	844	11,2	805	10,7	1298	17,3
b) in den Rückständen	47	1,1	109	3,3	65	1,5	78	1,5	77	1,5	71	1,3	483	6,5	165	2,2	121	1,61
c) d. Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	542	13,1	408	12,4	1123	25,0	644	12,4	538	10,2	528	10,0	483	6,5	633	8,5	319	4,24
Summe = Heizwert des Brennstoffs	4120		3280		4485		5210		5290		5290		7485		7485		7501	

Gries vermischten und allerdings auch außerordentlich aschereichen (oberbayerischen) Kohlen dargetan, daß es hierbei schwieriger ist, den Luftüberschuß auf ein verhältnismäßig zufriedenstellendes Maß einzuschränken. Die mittleren Kohlensäuregehalte am Kesselende bewegten sich bei fünf Versuchen zwischen 5,1 und 9,3 vH und erreichten nur in einem Falle 10,4 vH. Da hierdurch große Abwärmeverluste, außerdem aber durch den hohen Aschegehalt der Brennstoffe auch in den Rückständen bedeutende Verluste von 7,7—14,2 vH bedingt waren, ergaben sich die Ausnutzungsziffern mit rd. 46—60 vH entsprechend geringer. Naturgemäß darf man bei Beurteilung dieser Ergebnisse die ungünstigen Verbrennungsbedingungen nicht außer acht lassen, welche solchen in der Planrost-Innenfeuerung schwierig zu verheizenden und aschereichen Brennstoffen (zumeist nahezu 20 vH Reinaschegehalt) eigen sind. Dem Bericht zufolge soll die Vorrichtung geeignet gewesen sein, diese unsortierten Kohlen aufzuwerfen und ziemlich befriedigend zu verteilen. Wie oft eine Nachhilfe des Heizers in bezug auf regelmäßige Bedeckung des Rostes ausgeübt werden mußte, ist in dem Bericht über die Ergebnisse mit diesen aschereichen, wie auch mit den zuerst erwähnten sortierten Kohlen nicht angegeben, doch darf aus der angezogenen Aussage über die rauchschwache Verbrennung bei den Versuchen I, II, und IV bis VI auf ziemlich lange Zeiträume geschlossen werden. Der Kraftbedarf der Einrichtung für den Einflammrohrkessel stellte sich auf 0,2 PS.

Zwei weitere in Zahlentafel 14 angeführte Versuche Nr. VII und VIII hat ebenfalls der Bayerische Revisionsverein an einem auf der Bayerischen Landesausstellung in Nürnberg 1906 betriebenen Dreiflammrohrkessel mit Heizrohrkessel und Überhitzer vorgenommen.¹⁾ Diese Anlage war bereits mit der neueren Ringschieberbauart von Münckner & Comp. ausgestattet. Die bei 12 bzw. 15 kg Dampfleistung (von rd. 690 WE) pro Stunde und qm Kesselheizfläche ermittelten Ausnutzungsziffern sind recht günstig. Auch in diesem Falle ist beim zweiten Versuch die Summe von Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt der Abgase zu gering, und die Ausnutzung fiel entsprechend dem größeren Restverlust etwas weniger hoch aus, obwohl der Abwärmeverlust infolge der weitgehenden Einschränkung des Luftüberschusses sich bei der stärkeren Belastung noch um einen kleinen Betrag niedriger ergab als beim ersten Versuch.

Versuch IX wurde vom Rheinischen Dampfkessel-Überwachungsverein, Düsseldorf, an einem Zweiflammrohrkessel durchgeführt. Die ermittelte Ausnutzung ist recht gut; allerdings erscheint rücksichtlich der Angaben über die Abgasuntersuchungen der Restverlust zu klein. Die Summe von Kohlensäure plus Sauerstoff in den Abgasen ist zu 18,0 % angegeben. Verfeuert wurde westfälische Kohle Minister Achenbach Nuß IV, und die Rauchentwicklung soll gering gewesen sein. Die Kohle dieser Zeche hat nicht besonders hohen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, es müßte somit vermutlich ein nicht ganz unerheblicher Verlust durch unverbrannte Gase ohne gleichzeitige nennenswerte Rauchbildung aufgetreten sein. (Zu der Verschiedenheit der in Zahlentafel 14 zusammengestellten Versuche aus verschiedenen Anlagen vergl. übrigens S. 211, Fußbemerkung 1.)

Gelegentlich eines von anderer Seite an vier Zweiflammrohrkesseln von je 100 qm Heizfläche mit der Einrichter-Bauart von Münckner durchgeführten Versuchs hat sich bei weitgehender Einschränkung des Luftüberschusses auf 40 vH ein geringer Abwärmeverlust und gute Brennstoffausnutzung ergeben. Dagegen war trotz des mäßigen Gasgehaltes der verfeuerten Kohle (westfälische Nuß IV Zeche Zollverein, mit rd. 24 vH flüchtigen Bestand-

¹⁾ Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1907, S. 23. Der Versuchsbesprechung sind nebenbei interessante Angaben über den Wärmeübergang durch verschiedenartige Heizflächen angefügt.

teilen ohne Wasser) die Rauchentwicklung zeitweise nicht unerheblich. Auch bekundete sich im Ergebnis der fortlaufenden Heizgasuntersuchungen ein entsprechender Verlust durch unvollkommene Verbrennung. Die Inanspruchnahme des Heizers erstreckte sich auf das Lockern und Ausgleichen der Feuer in Zeiträumen von 10–15 Minuten. Nachdem die Feuertüren mit einstellbaren Schiebern zur Zufuhr von Oberluft versehen worden waren (vergl. S. 208, Fußbemerkung 1), ließen später wiederholte Untersuchungen der Verbrennungsverhältnisse ähnlich günstige Ergebnisse hinsichtlich des Luftüberschusses, aber bei vollkommener Verbrennung feststellen. Die Mittelwerte dieser Ergebnisse sind in Zahlentafel 15 wiedergegeben.¹⁾ Rauchentwicklung als Folge des Beschickens konnte ziemlich vollständig beseitigt werden; inwieweit dieselbe aber auch nach dem Durchstoßen der Feuer in mäßigen Grenzen blieb, hing lediglich von der Vorsicht ab, mit welcher der Heizer die Krücke handhabte. Soll bei Verwendung von Brennstoffen mit höherem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen neben genügender Einschränkung des durchschnittlichen Luftüberschusses und bei geringerer Abhängigkeit vom Heizer die Rauchbildung stets sehr schwach bleiben oder verhütet werden, so läßt sich dieser Anforderung gerecht werden durch Anwendung von regelbarer Oberluftzufuhr, welche zur Anpassung an den Luftbedarf im Verbrennungsraum nach jedesmaligem Auflockern oder Ausgleichen der Brennstoffsicht für kurze Zeit in größerer, während des ungestörten Ganges der Feuerung dauernd in geringer Menge erforderlich wäre (s. auch S. 205). Mit mäßig gashaltiger Kohle vermag die Feuerung in bezug auf Rauchverhütung weitgehende Ansprüche zu befriedigen, auch läßt sie beim Gebrauch von ziemlich grusfreien Nußkohlen eine gute Ausnutzung erzielen.²⁾

Zahlentafel 15.

Kessel Nr.	Kohlensäure-	Kohlensäure- + Sauerstoff-	Luft- überschuß	Temperatur		Zugstärke am Kesselende	Ab Wärme- verlust
	gehalt	gehalt		der Heizgase am Kesselende	der Verbren- nungsluft		
	in den Heizgasen	am Kesselende	ca. vH	°C	°C	mm WS	vH
I	14,3	18,9	30	277	25,0	11,5	11,5
II	13,1	19,2	40	289		10,5	13,1
III	12,4	19,0	50	309		10,5	14,9
IV	13,5	18,6	35	301		10,0	12,3
Mittel	13,3	18,9	40	294	25,0	10,5	13,2
II	13,0	19,0	45	320	30	12,0	14,5
III	10,5	19,6	80	299	28	12,5	16,7
IV	13,2	19,0	40	279	31	9,5	12,2
Mittel	12,2	19,1	60	299	29	11,0	14,5
II	12,9	19,1	40	301	20	13,0	14,2
III	12,6	18,8	40	309		12,5	14,9
IV	12,0	19,3	50	310		12,0	15,7
Mittel	12,5	19,1	45	307	20	12,5	14,9

¹⁾ S. auch Jahresbericht 1906, S. 17, des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg.

²⁾ Die Einrichtung hat außer im Dampfkesselbetrieb auch zum Beschicken von Planrostfeuerungen anderer Anlagen (z. B. an Siedepfannen, Darren, Trockenöfen, in Zement- und Kaliwerken usw.) Aufnahme gefunden.

Das Erfordernis, zur Erhaltung guter Rostbedeckung je nach den vorherrschenden Sonderverhältnissen in mehr oder weniger kurzen Zeiträumen von Hand nachzuhelfen, — was ja gerade eine rauchfreie Verbrennung mit Hilfe der selbsttätigen Wurfvorrichtungen am meisten in Frage stellt — sucht eine Neuerung von Münckner & Comp., D. R. P. Nr. 193876, einzuschränken. Dieselbe stützt sich hauptsächlich auf die Erwägung, daß sich mit der Wurfweite auch die Streubreite ändere, und daher die Gleichmäßigkeit der Rostbedeckung um so mehr zu wünschen übrig lasse, je breiter und länger der Rost sei, am meisten aber in Wellrohren, wo sich bei zu breitem Streuen die Kohle in den Wellen fängt. Sofern es sich nicht um kurze und nur mäßig breite Rostflächen handelt, darf die auf S. 194 erwähnte Verteilungsnase nicht groß sein, damit beim kräftigen Schaufelschlag für den weitesten Wurf auf den hinteren Rostteil die Kohle nicht zu sehr auseinander getrieben wird. Die kleine Nase ist wiederum nicht imstande, beim kürzeren und schwächeren Wurf genügend breit zu streuen. Die neue Anordnung ist nun so gedacht, daß entweder eine Wurfchaufel mit drei Verteilungsnasen oder drei einzelne Schaufeln mit je einer Nase verwendet werden, welche letztere abwechselnd arbeiten, und zwar die mittlere allein, die beiden äußeren zusammen (Fig. 239). Die mittlere Nase ist so gestaltet, daß bei dem für den weiten Wurf erforderlichen kräftigen Schlag der Brennstoff nur so breit gestreut wird, daß es für die Bedeckung des Rostes nach hinten zu gerade ausreicht. Jede der beiden Seitennasen, welche gemeinsam mit schwachem Schaufelschlag arbeiten, hat nur die halbe Rostbreite nach vorn zu bedienen und kann hierfür entsprechend ausgebildet werden. Durch diese Maßnahme soll eine Sortierung ungleichmäßig beschaffenen Brennstoffs durch die Wurfvorrichtung verringert, der vordere ebenso wie der hintere Rostteil auch mit grobem, nicht allein mit feinem Brennstoff beschickt werden. Selbst bei langen Rosten und in engen Wellrohren soll eine gute Verteilung erzielbar sein. Ferner gestattet die Anordnung, die zugeführte Kohlenmenge für die vordere und hintere Rosthälfte getrennt zu regulieren. Nach Angabe der Fabrik ist diese Neuerung, welche das Schüren des Rostes erheblich verringern soll, besonders für große Flammrohrkesselfeuerungen und für Wasserrohrkessel bestimmt. Ergebnisse aus dem Betrieb mit solchen Einrichtungen sind noch nicht bekannt geworden. Am Wasserrohrkessel dürfen im Falle guter Rostbedeckung mit gasreichem Brennstoff in bezug auf rauchfreien Betrieb wohl nicht ohne weiteres gute Verhältnisse erwartet werden.

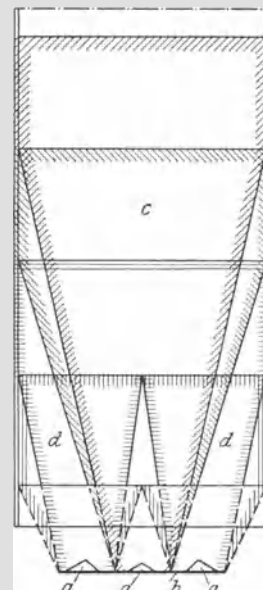


Fig. 239.

Bei der Originalbauart von J. Proctor in Burnley, welche sich in England sehr zahlreich in Tätigkeit befindet, ist auch eine selbsttätige Vorrichtung zum Schüren und Abschlacken vorgesehen;¹⁾ die Roststäbe sind zu diesem Zweck abwechselnd fest gelagert und

¹⁾ S. auch S. 235, Proctors „Coking“ Stoker. Auf Grund der hin- und hergehenden Bewegung eines Teiles der Roststäbe bildet die oben erläuterte Bauart (Proctors Shovel-Stoker) gewissermaßen die Verbindung eines Vorschubrostes (B 2 a. dieses Abschnittes, S. 227 u. ff.) mit einer Wurfvorrichtung. Der jenen Feuerungsarten eigene Grundsatz der langsamen Entgasung des Brennstoffs ist hier nicht aufrecht erhalten, da der letztere in kleinen Mengen und in rascher Aufeinanderfolge über die Brennschicht gestreut wird. Die Entgasung der frischen (namentlich der auf den hinteren Teil des Rostes geworfenen) Kohle gibt eher Anlaß zur Rauchbildung als in den reinen Vorschubfeuerungen. Bemerkenswert ist, daß in England bei Anwendung von Wurfapparaten „Sprinkler“ Stokers) nicht in dem Maße wie bei den deutschen Bauarten danach getrachtet wird, nur durch die Streuvorrichtung auch nach hinten zu möglichst gleichmäßige Rostbedeckung zu erzielen. Es wird vielmehr

beweglich. Die beweglichen Stäbe stehen mit einem Mechanismus in Verbindung, der ihnen eine ähnliche Bewegung verleiht, wie sie eine Kurbelstange vollführt. Je nach der Stärke der Schlackenbildung erfolgt ihr Antrieb ununterbrochen oder nur zeitweise durch die Transmission; wenn erforderlich, können sie auch von Hand bewegt werden. Durch den hinteren Teil des Rostes wird außerdem Dampf geblasen.

Nur unwesentlich unterscheidet sich von der Müncknerschen Einrichtung diejenige von C. H. Weck, Dörlau, Fig. 247 und 248.¹⁾ Der Verteilungsschieber für die regelbare Zufuhr

darauf abgezielt, Unregelmäßigkeiten im Streuen und im Abbrand durch die zusätzliche Bewegung der Roststäbe auszugleichen. Auf diese Weise kann zugleich ein Lockern und möglicherweise ein selbsttätiges Abschieben der Schlacken erreicht werden. Die Feuerungen können in diesem Falle wohl auch mit weniger gleichmäßig sortierten Kohlen noch zufriedenstellend arbeiten. Sie werden im allgemeinen mit höherer Schicht zu betreiben sein, so daß auch bei einer Einschränkung der Nachhilfe seitens des Heizers die Gefahr starken Anwachsens des Luftüberschusses bis zu einem gewissen Grade gemindert ist. Die höhere Schicht beeinflusst aber das Verhalten der Schlacke auf dem Rost, sowie die erreichbare Brenngeschwindigkeit und die Haltbarkeit einzelner Teile der Feuerung, besonders des Rostes, nicht im günstigen Sinne. Hierin wird der hauptsächlichste Grund zu suchen sein, weshalb diese Einrichtungen in England vielfach mit Unterwind- (Dampfstrahl-) Gebläse ausgestattet sind. Mit Hilfe des letzteren werden diese Einflüsse behoben oder mindestens gemildert. Ein Nachteil

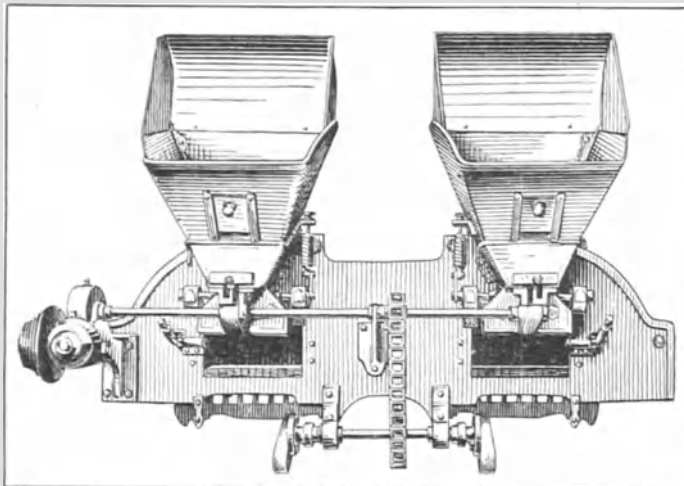


Fig. 240.
Proctors „Shovel“ Stoker.

ist es, daß die auf den hinteren Teil des Rostes geworfene frische Kohle zusammen mit der etwa noch nicht durchgebrannten Glutschicht durch die Bewegung der Stäbe über deren Enden geschoben wird und wenigstens teilweise unverbrannt in den Ascheraum fällt. Fig. 240 veranschaulicht Proctors „Shovel“ Stoker in neuerer Ausführung. — Bei der Anordnung von Ed. Bennis & Co., Ltd., Little Hulton-Bolton, Fig. 241 und 242, wird die Wurfbewegung durch plötzliche Entlastung einer gespannten Spiralfeder bewirkt, welche ihre Spannung mittels Knaggenrades erhält. Der Rost ist seiner Länge nach in Gruppen geteilt. Die Auflager für die Roststab-bündel sind nach unten als Rinnen ausgebildet. Sie werden durch eine Daumenwelle gemeinsam einwärts geschoben und sodann einzeln wieder zurückgezogen. Die Rinnen tragen nach vorn rohrförmige Ver-

längerungen, in welche Dampfstrahlgebläse einmünden. (Siehe auch Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1907, S. 60.) — The „Sprinkler“ Stoker von Meldrum Bros., Ltd., Timperley-Manchester, ist in Fig. 243 und 244 seiner gebräuchlichsten Ausführung gemäß ebenfalls mit Dampfstrahlgebläse (Meldrums Forced Draught) dargestellt. Der Gebläsedampf wird überhitzt, indem die Leitungen durch die Heizzüge geführt sind. Als Streuvorrichtung sind hier Wurfrad und Prellplatte angewendet. Diese Bauart wird hauptsächlich nur für gut sortierte Kohlen gebraucht, während der auf S. 233 erwähnte Koker Stoker mehr für die Verheizung ungleichmäßig beschaffener Brennstoffe vorwiegend für die Herbeiführung möglichst rauchfreier Verbrennung unter dem Wasserrohrkessel bestimmt ist. — The „Triumph“ Mechanical Stoker, Fig. 245 und 246, von Triumph Stoker, Ltd., Leeds, weist außer den geänderten Antriebsvorrichtungen namentlich einen Unterschied in der vertieften Gestaltung des vorderen Teiles der Rostfläche auf. — Wie bei den deutschen Ausführungsformen, so sind auch bei allen diesen Bauarten die jeweils vor die Schaufel gelangende Kohlenmenge und die Wurfbzahl in großen Grenzen regelbar, und die Streuung erfolgt abwechselnd in verschiedenen Wurfweiten. Gebläse wird auch zuweilen zur Reserve angelegt, um es nur zu gebrauchen, wenn dies mit Rücksicht auf die Schlackenbildung und die Kühllhaltung einzelner Feuerungsteile geboten erscheint, oder wenn sich in einer Anlage der Dampfverbrauch zu gewissen Zeiten erheblich steigert und alsdann der verfügbare Schornsteinzug nicht ausreichend ist.

¹⁾ Weitere, mit diesen fast übereinstimmende Konstruktionen werden noch von anderen Firmen geliefert.

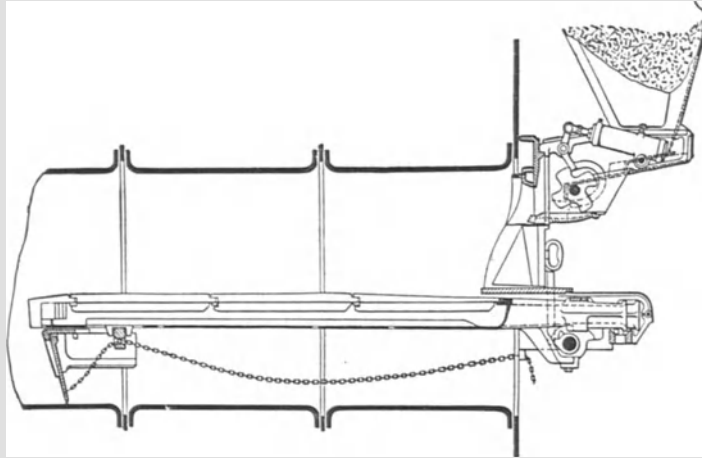


Fig. 241 und 242.
Einrichtung
von Bennis & Co.

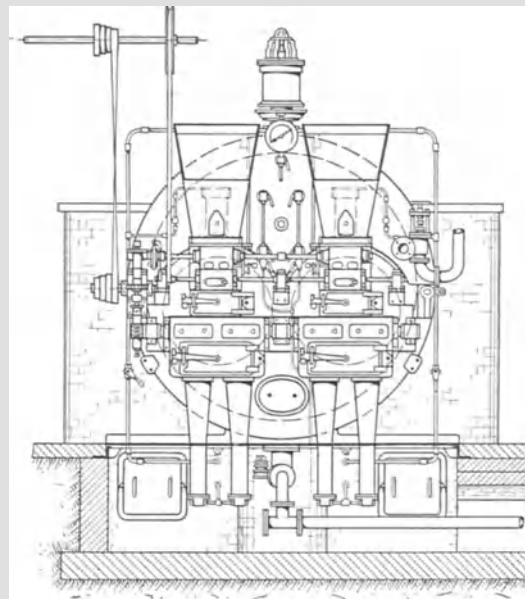
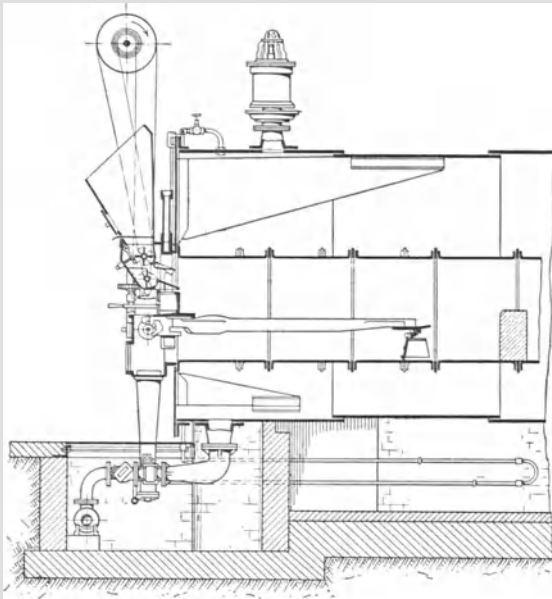
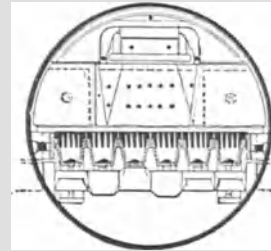
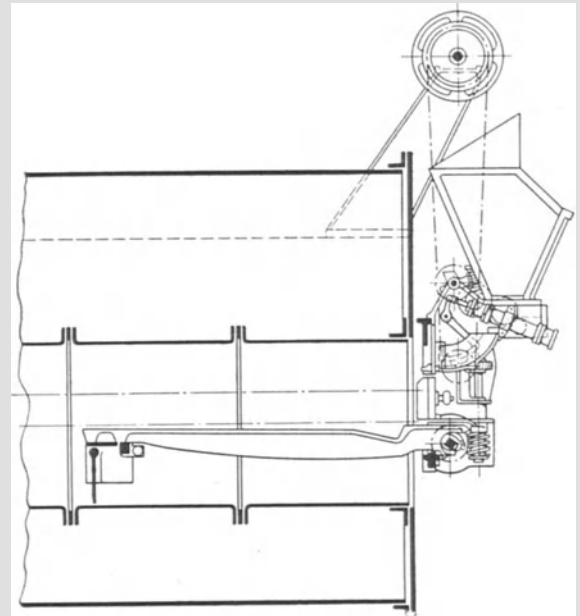
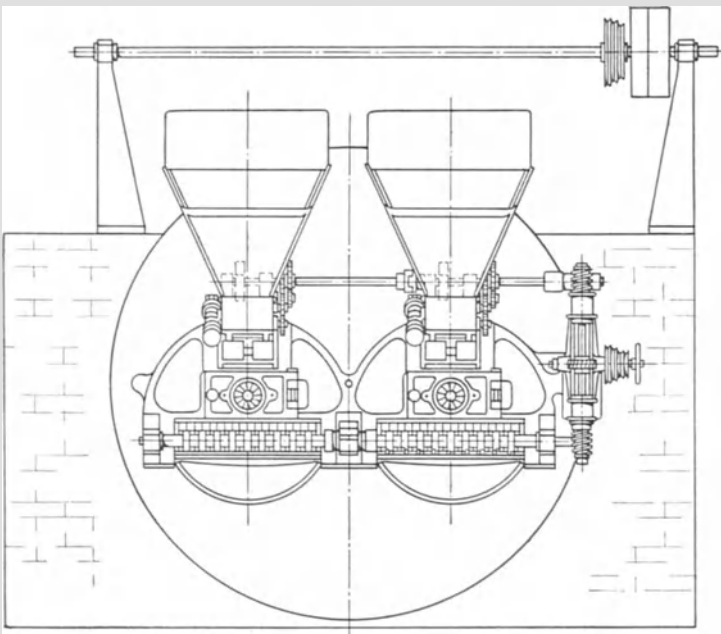


Fig. 243 und 244. Meldrums „Sprinkler“ Stoker.



der Kohle aus dem gemeinsamen Fülltrichter zu den Wurfkästen ist anders gestaltet und der Antrieb des ersteren sowie des Knaggenrades bzw. der Schaufeln wird an Stelle des Schneckengetriebes durch Stirnräder-Übersetzung vermittelt. Das Triebwerk befindet sich neuerdings zum Schutze gegen Staub in dicht geschlossenem Gehäuse.

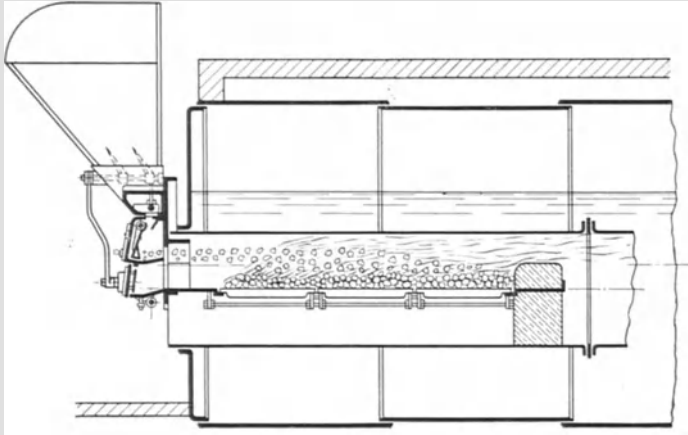


Fig. 247.

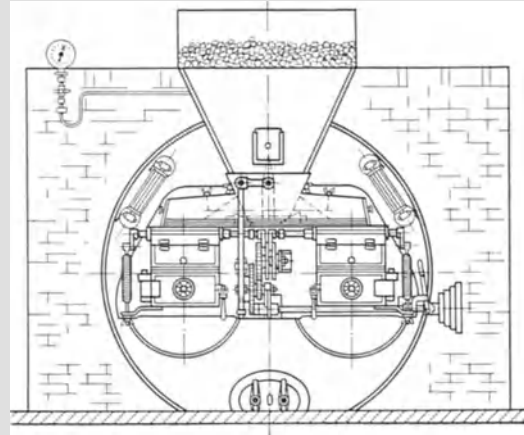


Fig. 248.

Weck-Feuerung, alte Ausführungsform. Einrichter-Apparat.

Für die Kohlenzufuhr hat dieselbe Fabrik noch verschiedentlich geänderte Vorrichtungen getroffen. Eine neue Ausführungsform mit Bogenschiebern und zwei Fülltrichtern ist durch die Fig. 249 und 250 veranschaulicht. Sie soll angeblich für Brennstoffe mit Stücken bis

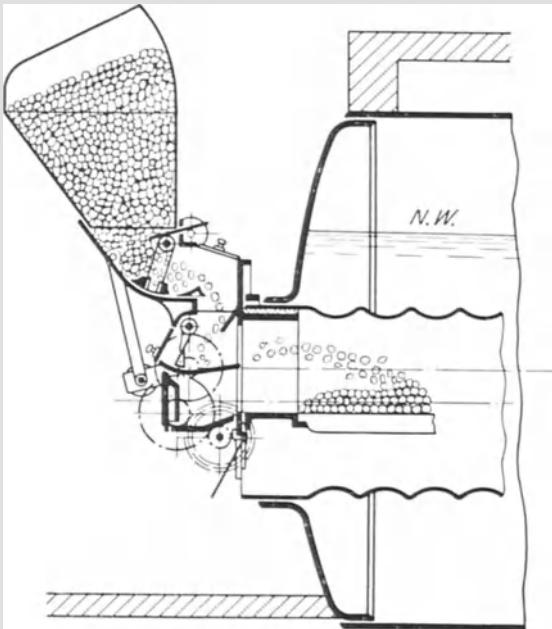


Fig. 249.

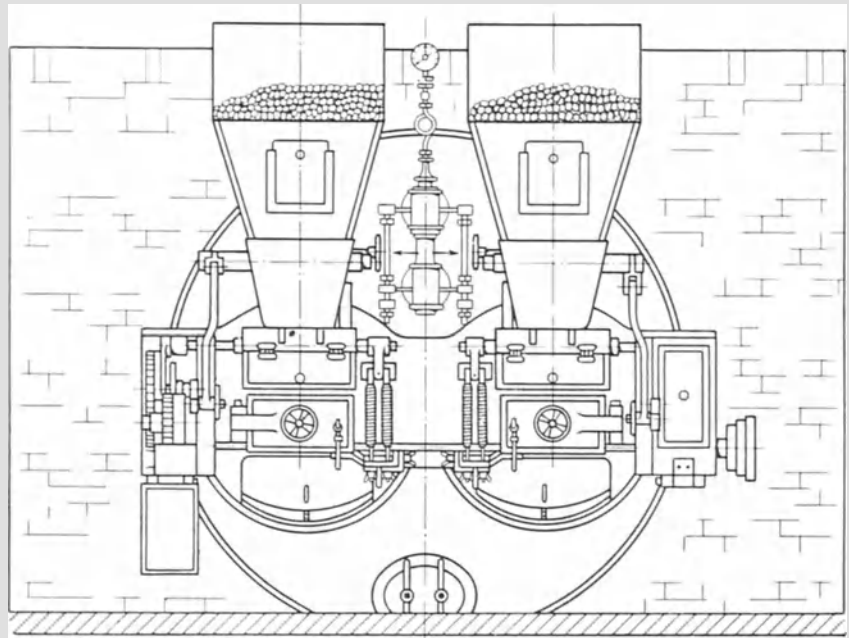


Fig. 250.

Weck-Feuerung. Zweitrichter-Apparat. Kohlenzuführung mit Bogenschieber.

140 mm Durchmesser brauchbar sein, jedoch wird empfohlen, nur Stücke bis 80 mm durchzulassen. Die schnellende Bewegung der Schaufeln wird mittels Doppelfedern bewirkt. Sowohl die Zeiträume für die Aufeinanderfolge der Wurfbewegungen, wie auch die mit jedem Hub zugeführte Kohlenmenge lassen sich wieder bequem während des Betriebs

den wechselnden Verhältnissen anpassen, ohne daß dadurch die Durchgangsquerschnitte, welche für die zulässige Kohlenstückgröße bestimmend sind, verengt zu werden brauchen. Zur Regelung der Wurfweite sind die Federn und die zu zweien oder dreien angeordneten Knaggen einzeln verstellbar.

In bezug auf die erreichbaren Verbrennungsverhältnisse gilt ungefähr dasselbe, was für die vorige Einrichtung erörtert wurde.

In Zahlentafel 16 sind die Ergebnisse einiger Abnahme-Versuche einer mit der Weckfeuerung ausgerüsteten Anlage von 6 Zweiflammrohrkesseln mit Heizrohrkessel zusammengestellt.¹⁾ Von den zuvor bei Handbeschickung benutzten Einrichtungen für selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr²⁾ fanden nach Einbau der mechanischen Rostbeschickung noch die durchbrochenen Feuerbrücken mit von Hand einstellbaren Luftzufuhrklappen Verwendung. Die Verbrennung konnte in beiden Fällen mit mäßigem durchschnittlichen Luftüberschuß geleitet werden; die Wärmeausnutzung ergab sich als recht befriedigend und zwar mit der Nußkohle noch etwas höher als mit der Förderkohle.

Dennoch stellten sich aber die Dampfgestehungskosten mit der letzteren ohne Berücksichtigung des geringen Aufwandes für die Zerkleinerung der Förderkohle auf das erforderliche Mindestmaß von ungefähr 60 mm³⁾ um rd. 10 vH billiger infolge des günstigeren Wärmeprices der Förderkohle.

Bei guter Bedienungsweise von Hand hatte sich übrigens in der ursprünglichen Anlage wiederholt ungefähr dieselbe Wärmeausnutzung feststellen lassen, doch muß zugunsten der selbsttätigen Rostbeschickung eingeräumt werden, daß bei deren Gebrauch die Abhängigkeit vom Heizer entschieden etwas geringer ist und es in sehr empfindsamem Grade sein kann in allen Betrieben, die einer regelrechten Überwachung entbehren.

Der Kraftverbrauch der Beschickungsapparate ermittelte sich für je einen Kessel mit zwei Feuerungen zu 0,45 PS. Das Heizerpersonal konnte von je drei Mann bei der früher üblichen Handbeschickung auf je zwei Mann auf der Tag- und Nachtschicht eingeschränkt werden.

Die Rauchbildung ließ sich während des ungestörten Betriebs der mechanischen Rostbeschickung durch entsprechende Einstellung der bereits erwähnten Oberluftklappen an den noch vorhandenen durchbrochenen Feuerbrücken in mäßigen Grenzen halten. Dagegen traten namentlich beim ersten Versuch, bei dem auch die beiläufigen Untersuchungen auf unvollkommene Verbrennung, sowie das Restglied der Wärmebilanz ungünstigere Verhältnisse nachgewiesen haben — entsprechend dem hohen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen der englischen Gaskohlen (über 30 vH) häufig große Rauchstärken auf, jedesmal wenn die Feuer zur Verhütung eines beträchtlichen Luftüberschusses mit der Krücke durchgestoßen bzw. ausgeglichen werden mußten. Dies war bei dem ungleichmäßigen Abbrand der Förderkohle und der hierbei etwas unregelmäßigen Streuung der Einrichtungen in Zeiträumen von 8—20 Minuten erforderlich. Beim zweiten Versuch arbeiteten die Wurfschaufeln zwar günstiger, doch mußte infolge der backenden Eigenschaft der verwendeten Nußkohle die Brennschicht ebenfalls oft gelockert werden. Um hinsichtlich der Raucheinschränkung gegenüber den bei Handbeschickung und selbsttätig regelbarer Oberluftzufuhr früher herrschenden Verhältnissen keinen Rückschritt verzeichnen zu müssen, wurden die Regelwerke

¹⁾ Jahresbericht (1906, S. 13) des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg.

²⁾ S. S. 77.

³⁾ Nach Angabe der Fabrik soll die Einrichtung Kohlen bis zur Stückgröße von 100—120 mm verarbeiten. Erfahrungsgemäß erscheint es jedoch geboten, diese Grenzen enger zu ziehen.

Zahlentafel 16.

		Zweiflammrohrkessel mit Heizrohr- Oberkessel			
		Wurfvorrichtung von Weck			
		I	II		
Bauart des Kessels					
Bauart der Feuerung					
Kessel Nr.		I	II		
Heizfläche (wasserberührte) qm		247	180		
Rostfläche „		3,61	3,33		
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche		1:68,4	1:54		
Datum des Versuchs		24. X. 1906	25. X. 1906		
Dauer „ „ st		9	9		
Kessel Nr.		I und II	I und II		
Brennstoff:		Förderkohle Cramlington unscreened	Monk Bretton- Singles		
verheizt im ganzen kg		6859	5357		
„ in der Stunde „		762	595		
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „		110	86		
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „		1,78	1,39		
Rückstände: im ganzen „		734	447		
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH		10,7	8,3		
Verbrenliches (Kohlenstoff) in denselben „		24,0	42,0		
Speisewasser: verdampft im ganzen kg		52298	49547		
verdampft in der Stunde „		5820	5505		
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „		13,6	12,9		
„ „ „ „ „ 1 „ „ bez. auf 637 WE „		12,8	12,2		
Temperatur °C		55,5	56,1		
Dampf: Überdruck kg/qcm		6,2	6,2		
Erzeugungswärme WE		601,37	600,77		
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH		11,5	11,5		
CO ₂ +O-Gehalt „		19,0	19,0		
Luftüberschuß „		65	65		
Temperatur °C		244	260		
Verbrennungsluft „		19,0	16,5		
Zugstärke: im Feuerraum mmWS		4,0	3,5		
am Kesselende „		12,0	12,0		
Verdampfung:					
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg		7,62	9,25		
b) ber. auf Dampf von 100° C aus Wasser von 0° C (637 WE) „		7,19	8,72		
Wärmebilanz		WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung		4582	74,7	5557	76,4
Verloren:					
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme		779	12,7	1004	13,8
b) in den Rückständen		208	3,4	284	3,9
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest		568	9,2	429	5,9
Summe = Heizwert des Brennstoffs		6137		7274	

für zeitweilige Oberluftzufuhr wieder angebracht und so eingestellt, daß die Klappen dauernd einen kleinen Spalt offen ließen, nach jedesmaligem Gebrauch der Krücke aber entsprechend der augenblicklichen (vorübergehenden) Steigerung des Luftbedarfs weiter aufgezogen wurden, um sodann in angepaßtem kurzen Zeitraum selbsttätig wieder in die ursprüngliche Stellung zurückzugehen. Auf diese Weise ließen sich auch mit sehr gasreichen Brennstoffen neben guter Wärmeausnützung recht ordentliche Verhältnisse in bezug auf den Rauch herbeiführen. Durch die Verbindung der Einrichtung für regelbare Luftzufuhr mit derjenigen für mechanische Rostbeschickung ist allerdings eine gewisse Komplikation eingetreten, die eine verständige Behandlung der Anlage verlangt.

Nachträglich von der liefernden Fabrik angebrachte Doppelfedern für das Schwingen jeder Schaufel (wie bereits S. 195 bezüglich der Münckner'schen Feuerung erwähnt) haben sich als sehr zweckmäßig erwiesen.

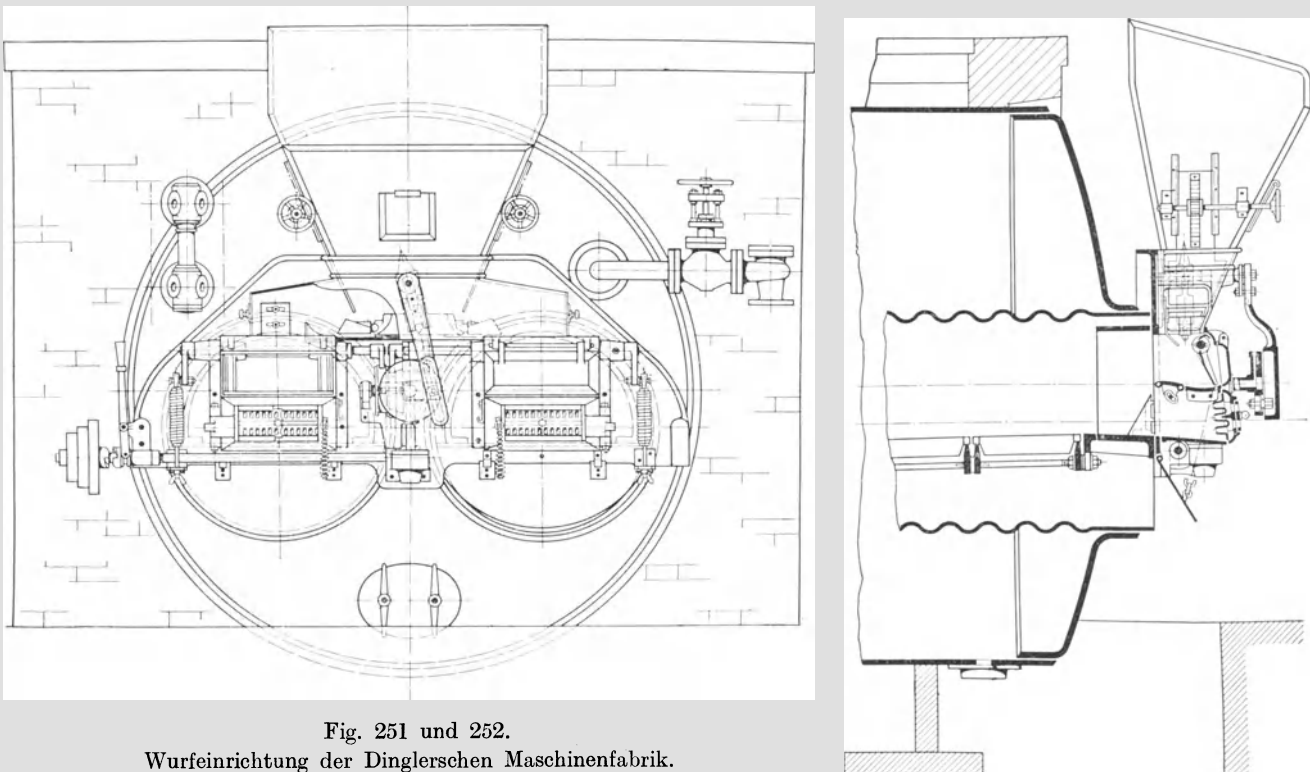


Fig. 251 und 252.

Wurfvorrichtung der Dinglerschen Maschinenfabrik.

Die Einrichtung mit einem gemeinsamen Trichter und zwei Wurfkästen ist namentlich für neue Kessel mit Innenfeuerung bestimmt, bei welchen von Anfang an die Wasserstandsstutzen am Kessel seitlich angebracht werden können. Die Anordnung zweier Trichter kommt in erster Linie bei vorhandenen Kesseln mit in der Mitte befindlichen Wasserstandsanzeigern in Betracht. Bei Außenfeuerungen ist für die Wahl der einen oder anderen dieser beiden Bauarten häufig die Anzahl der zusammengehörigen Feuerräume und die Rostbreite maßgebend. Für Kessel mit besonders großem Flammrohrdurchmesser bzw. mit breiten Rosten baut Weck noch eine sogenannte Breitstreu-Einrichtung. Dieselbe wird nach Art der Fig. 249 und 250 ausgeführt, erhält aber für den Wurfkasten eine doppelte Kohlenzufuhr in Verbindung mit einer breit streuenden Vorrichtung.

Eine weitere Ausführungsform nach dem Vorbild von Proctor, von der Dinglerschen Maschinenfabrik, A.-G., Zweibrücken, ist in den Fig. 251 und 252 dargestellt. Die

Antriebsmittel, die Art der Kohlenverteilung, sowie die Wurf- und Regulierungsvorrichtungen sind ganz ähnlich gestaltet wie bei der Müncknerschen Bauart. Außerdem ist aber der Wurfboden, dessen Form Einfluß hat auf die Flugbahn der Kohle, zweiteilig und mit Gelenk ausgebildet, so daß das dem Feuerraum zugekehrte Ende in seiner Richtung zur Rostebene verstellbar ist.

Für Zweiflammrohrkessel werden die Anlagen zuweilen mit zwei getrennten Fülltrichtern gebaut, um für die Wasserstandszeiger in der Mitte freien Raum zu haben. Die Fabrik zieht aber angeblich die Anwendung der Einrichtung mit einem gemeinsamen Trichter vor, da sie sich für die Verheizung eines verschiedenartigen Brennstoffs eher eignen soll.

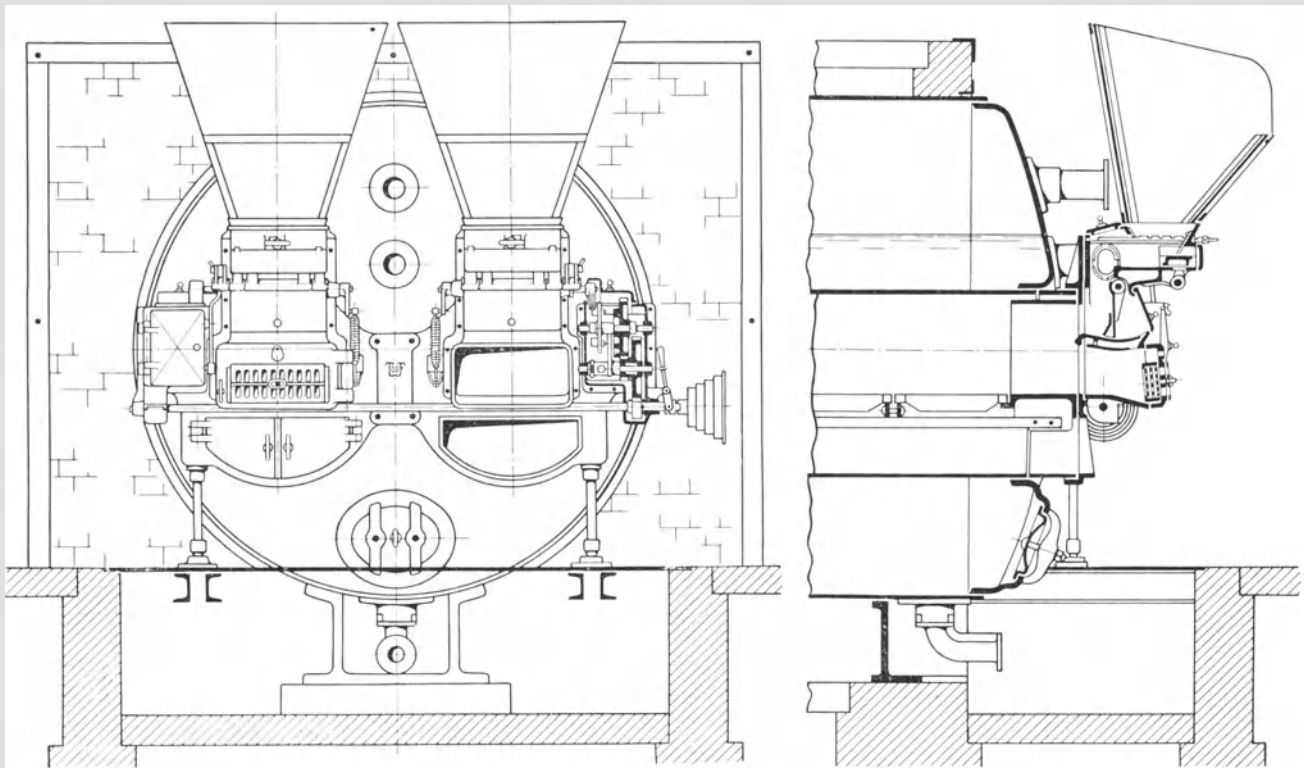


Fig. 253.

Fig. 254.

Beschickungseinrichtung „Katapult“ von Topf & Söhne.

Eine Abweichung weist die Dinglersche Anordnung den vorstehend besprochenen gegenüber noch insofern auf, als die Feuertür außen mit einem einstellbaren Gitterschieber und innen mit durchlochem Wellblech ausgerüstet ist.¹⁾

Diese Vorkehrung dient zur dauernden Zufuhr einer angepaßten Menge vorgewärmter Oberluft und vermag beim Verfeuern gasreicher Brennstoffe nach dem auf S. 205 Gesagten Vorteile zu bieten in bezug auf die Einschränkung unvollkommener Verbrennung. Wenigstens kann bei richtigem Einstellen der freien Querschnitte am Gitterschieber²⁾ und bei befriedigend gleichmäßigem Streuen des Apparates die Verbrennung während des ungestörten Ganges der Feuerung sehr rauchschwach und zugleich wirtschaftlich mit geringem Luftüberschuß geleitet

¹⁾ Ganz ähnliche Vorkehrung wird neuerdings auch bei der Münckner-Feuerung getroffen.

²⁾ Die Querschnitte der bei den Einrichtungen von Weck usw. (S. 202) vorgesehenen Öffnungen sind erheblich kleiner gehalten und können zur Hauptsache einer Kühlung der Feuertür dienen.

werden; stärkeres Rauchen beschränkt sich auf kurze Dauer nach jedesmaligem Gebrauch der Krücke, welcher eine Steigerung des Luftbedarfs über dem Rost hervorruft.

In weitgehendem Maße sind Vorkehrungen für dauernde Zufuhr von Oberluft durch einstellbare Öffnungsquerschnitte getroffen bei dem Beschickungsapparat „Katapult“ von J. A. Topf & Söhne, Erfurt, neue Ausführung Fig. 253 bis 255.

Zu diesem Zwecke ist die Feuertür in der bereits auf S. 77 angegebenen Weise mit Gitterschieber und Drahtgeflechteinlagen versehen. Desgleichen befinden sich im allgemeinen an der vorderen Abschlußklappe des Wurfkastens, und geeignetenfalls auch an der über dem Speiseapparat angeordneten Klappe verstellbare Gitterschieber, oder auf nicht vollständigen Abschluß zu stellende Klappen. Diese Hilfsmittel gestatten selbst bei Verwendung der gasreichsten Kohlen eine hinreichende Anpassung an den Luftbedarf während der ungestörten Arbeitsweise, d. h. solange ein Eingreifen des Heizers zwecks Erhaltung einer ordnungsgemäßen Rostbedeckung nicht erforderlich ist.

Nebenbei bewirkt diese Oberluft zugleich eine Kühlung derjenigen Teile, welche der Bestrahlung durch das Feuer am meisten ausgesetzt sind. Namentlich die Fürsorge um Kühllhaltung des Wurfbodens verdient Beachtung, da bei zu starker Erwärmung das an der Feuerung gelegene Stück leicht wegbrennt oder zusammenbackende Grieskohle auf dem nach dem Feuerraum zugekehrten Ende sich festsetzt, einen regelmäßigen Wurf der Kohle durch die Schaufel alsdann vereitelnd. Um raschem Verschleiß zu steuern, werden für den Antrieb wieder Stirnräder verwendet und diese gemeinsam mit den übrigen Antriebsteilen für die Wurf- und Speisevorrichtung leicht zugänglich in staubdichten gußeisernen Gehäusen gelagert.

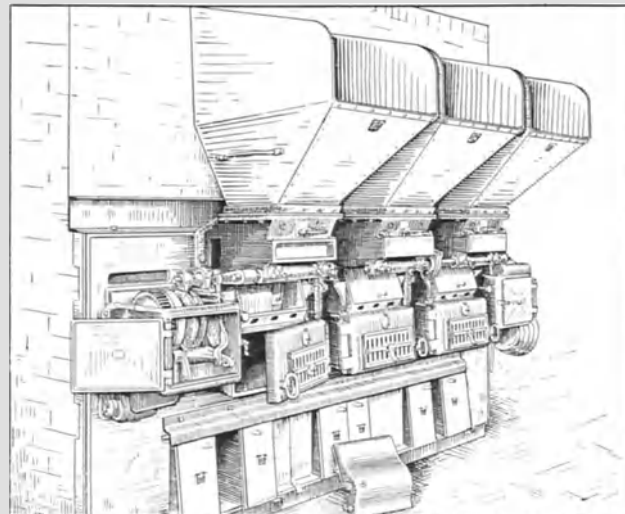


Fig. 255.

Topfscher Dreitrichter-Apparat für Unterfeuerungen.

Die am meisten beanspruchten Teile besitzen selbsttätige Schmierung. Die Wurfchaufelwelle bewegt sich in Drehlagern (Bauart Sellers), wodurch ein Klemmen beim Warmwerden des Gehäusekastens verhindert wird. Der ganze Anbau ruht auf sogenannten Pendelsäulen, die auf kugelförmig vertieften Pfannen lagern, um den Ausdehnungsbewegungen des Kessels folgen zu können.

Die am meisten beanspruchten Teile besitzen selbsttätige Schmierung. Die Wurfchaufelwelle bewegt sich in Drehlagern (Bauart Sellers), wodurch ein Klemmen beim Warmwerden des Gehäusekastens verhindert wird. Der ganze Anbau ruht auf sogenannten Pendelsäulen, die auf kugelförmig vertieften Pfannen lagern, um den Ausdehnungsbewegungen des Kessels folgen zu können.

Auch Topf liefert je nach der Kesselbauart zwei verschiedene Ausführungsformen: mit getrennten Fülltrichtern (Fig. 253—255) und mit einem gemeinsamen Trichter für je zwei unmittelbar nebeneinander gelegene Feuerräume. Bei letzterer Anordnung wird, wie bei derjenigen von Münckner, der für die Beförderung der Kohle vor die Wurfchaufel dienende Verteilungsschieber quer zur Kesselachse hin- und herbewegt, wobei er den beiden Schaufeln abwechselungsweise eine bestimmte, regelbare Kohlenmenge zuteilt. Bei der vorwiegend ausgeführten Bauart mit getrennten Trichtern werden dagegen die Speiseschieber für jedes Feuer einzeln in der Richtung der Kesselachse vor- und zurückgeschoben. In beiden Fällen sind noch Absperrschieber angeordnet, welche eine Unterbrechung der Kohlenzufuhr für jede einzelne Feuerung ermöglichen. Dies ist besonders beim Abschlacken von Wert, da es hierbei

nicht nötig ist, den für 2—3 Feuerungen gemeinsamen Antrieb auszurücken und die Beschickung für alle Feuer gleichzeitig zu unterbrechen. Außerdem kann durch Schließen des Absperrschiebers während des Stillstands der Luftzutritt zur Feuerung und das bei leichtentzündlichen Brennstoffen mögliche Rückbrennen in den Speiseapparat verhütet werden. Alle inneren Teile der Einrichtung sind durch Handlöcher mit Verschlußdeckeln bequem zugänglich.

Die Beschickung erfolgt zur Erzielung möglichst gleichmäßiger Verteilung der Kohle auf dem Rost wieder in drei Wurfzonen, was durch Vermittlung einer Knaggenscheibe mit drei verschieden hoch gestellten Knaggen bewirkt wird, die in regelmäßiger Wiederkehr nacheinander drei verschieden starke Spannungen der Schnellfeder erzeugen. Die Beobachtungen der Arbeitsweise der Wurfschauflern im allgemeinen zeigten indessen, daß dennoch, namentlich bei Verwendung von Kohle mit Griesgehalt, der Rost nach hinten nicht genügend beschickt wird und leerbrennt, weil ein Teil der für den mittleren und den weitesten Wurf bestimmten Kohlenmenge, sowie die griesigen Bestandteile der Kohle überhaupt, welchen durch die Schwingung der Schaufel eine kleinere lebendige Kraft erteilt wird als den größeren Stücken, zu früh niederfallen. Unterstützt durch die hiermit bedingte ungleichmäßige Verteilung der durch den Rost tretenden Verbrennungsluft steigert sich die Anhäufung auf dem vorderen Rostteil und es macht sich zur Verhütung eines großen Luftüberschusses, herrührend von zu starkem Abbrand nach hinten zu, häufig ein Ausgleichen der Schicht notwendig, das seinerseits jedesmal zu Rauchentwicklung Anlaß gibt. Dieser Übelstand wird bei der Katapult-Feuerung unterschiedlich von den bisher besprochenen Bauarten zu mindern gesucht dadurch, daß je nach Bedürfnis die Speisevorrichtung abwechselnd in drei verschiedenen großen Mengen die Kohle der Wurfschauflern zuführt. Die Schaufel erhält bei der stärksten Federspannung, also für den Wurf nach hinten, am meisten, für den Wurf nach der Mitte etwas weniger und für denjenigen nach vorn noch weniger Kohle zugeteilt. Der entsprechend wechselnde Vorschub des Speiseschiebers wird durch dessen Antrieb mittels einer Kurvenscheibe mit drei verschiedenen Kurven bewirkt. Im übrigen ist die Menge der gesamten Kohlenzufuhr durch Veränderung der Umdrehungszahl der mit Stufenscheibe versehenen Antriebswelle regelbar. Die Wurfweiten lassen sich an die Rostlänge anpassen durch die Verstellbarkeit der einzelnen Knaggen und diejenige der Federspannung.

In der Zahlentafel 17 und den zugehörigen Rauchübersichten Tafel V Nr. 58—67 finden sich die Ergebnisse von Versuchen wiedergegeben, die an einem Zweiflammrohrkessel mit der Katapult-Feuerung durchgeführt wurden.¹⁾ Die jeweils neunstündigen Versuche erstreckten sich auf die Verwendung verschiedener Kohlensorten und zwar einer englischen Gasnußkohle mit 28—30 vH, einer westfälischen Fettnußkohle mit 17—18 vH und einer englischen Gasförderkohle mit rd. 24 vH flüchtigen Bestandteilen (ausschließlich Wasser). Die Belastungsstufen wechselten zwischen 18, 24 und 30 kg Wasserverdampfung pro qm Kesselheizfläche und Stunde und Überhitzung auf 255—295° C, wobei sich die Brenngeschwindigkeiten zwischen 75 und 140 kg pro qm Rostfläche und Stunde bewegten. Weitere Verschiedenheiten wurden herbeigeführt durch das Arbeiten mit und ohne Oberluftzufuhr. Bei mäßiger Rostanstrengung trat ein wesentlicher Unterschied ohne und mit deren Verwendung nicht ein. Dagegen stellte sich bei höheren Beanspruchungen ohne Oberluftzufuhr stärker unvollkommene Verbrennung ein; mit Oberluftzufuhr konnte eine Steigerung der

¹⁾ Über diese Versuche ist in „Feuerungsuntersuchungen des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg,“ eingehend berichtet. Seit jener Zeit (1904) sind indessen an der Einrichtung manche konstruktive Änderungen — teilweise verbessernd und vereinfachend — getroffen worden.

Ausnutzung um 3—4 vH und damit sowohl hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit als auch Raueinschränkung durchaus Befriedigendes erzielt werden. Die Art der Luftzufuhr von vorn durch die Gitterschieber erwies sich als gut wirksam. Als bemerkenswert ist hervorzuheben, daß bei den Versuchen ohne Oberluftzufuhr die Rauchentwicklung zum Teil nicht unbedeutend stärker war, und auch die Wärmebilanzen lassen erkennen, daß dauerndes Beschicken in kleinen Mengen allein durchaus nicht immer genügt, um empfindsamen Verlusten durch unvollkommene Verbrennung in wirksamer Weise zu begegnen. Dabei war die selbsttätige Streuung der reinen Nußkohle eine gleichmäßige, so daß sich ein Eingreifen seitens des Heizers nicht oft notwendig machte. Fällt aber die Kohle grieshaltig, so läßt die Gleichmäßigkeit der Rostbedeckung zu wünschen übrig. Bei dem Versuch Nr. X mit der ziemlich stark zum Backen neigenden englischen Förderkohle, deren große Stücke vorher auf das erforderliche Maß zerkleinert wurden, mußte in Zeiträumen von 8—10 Minuten die Schicht ausgeglichen werden, wenn man schlechte Rostbedeckung vermeiden wollte.

Zahlentafel 18 enthält die Ergebnisse von Versuchen, welche der Bayerische Revisionsverein, München, in seiner Versuchsstation an einem Einflamrohrkessel mit der Katapult-Feuerung bei Verwendung von sortierter Saarkohle und böhmischer Braunkohle durchgeführt hat. Die Versuche, soweit hier wiedergegeben, erstrecken sich auf je drei Belastungsstufen, rd. 15, 19 und 25 kg Dampf pro Stunde und qm Heizfläche. Die bei der Saarkohle und bei der Braunkohle aufgetretenen Rostbeanspruchungen waren jedoch infolge Veränderung der Rostfläche für die einzelne Brennstoffgattung wenig unterschiedlich. Es wurde also nur die Beschickung gesteigert, während die Brenngeschwindigkeiten, d. h. die Verhältnisse in der Feuerung selbst jeweils ähnlich waren.¹⁾ Auf Grund dieser, sowie einiger weiterer Erhebungen spricht das Gutachten des genannten Vereins u. a. aus:

„Bei allen Versuchen konnte eine rauchschwache, bei einigen Versuchen sogar eine fast rauchlose Verbrennung erzielt werden. Die durch die Feuertür ermöglichte Oberluftzuführung erwies sich für die Erreichung der rauchschwachen Verbrennung in einzelnen Fällen als notwendig.“

Ferner wird an derselben Stelle zum Ausdruck gebracht, daß die Einrichtung eine gute Verteilung annähernd gleichmäßig sortierter Kohlen von 8—70 mm Korngröße auf dem Rost ermögliche und an verschieden starke Beanspruchung in weiten Grenzen bequem sich anpassen lasse.

Eine von der Ver. Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G., gebaute Einrichtung,²⁾ welche ebenfalls durch rechteckige in der Richtung der Kessellängsachse hin- und herbewegte Schieber die Kohle aus den Trichtern vor Wurfschaufeln verteilt, ist in Fig. 256 abgebildet. Die Konstruktion ist für vorteilhafte Verheizung von sortierter Kohle der verschiedenen Korngrößen mit nicht zu hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen geeignet.

Die Fig. 257 und 258 zeigen eine von der Roßweiner Maschinenbauanstalt, Roßwein, gebaute Einrichtung. Sie ist aus dem D. R. P. Nr. 100989 herausgebildet, bei dem eine in der Ruhelage wagerecht gelagerte Muldenschaufel durch Aufwärtsschwingung die

¹⁾ Der durchweg größere Betrag des Restgliedes in den Wärmebilanzen im Vergleich zu Zahlentafel 17 beruht natürlich nicht auf unvollkommenerer Verbrennung. Er ist vielmehr durch die Verschiedenheit der untersuchten Kesselanlagen, in erster Linie hinsichtlich der Größe der Kesseleinheit bedingt. Immerhin scheint ein gewisser Verlust durch Unverbranntes in den Heizgasen namentlich bei den Versuchen mit Saarkohle vorhanden gewesen zu sein. Auch die Summen von Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt weisen zumeist darauf hin.

²⁾ Die gebräuchlichere Bauart dieser Firma ist auf S. 189 beschrieben.

Zahlentafel 17.

Bauart des Kessels Bauart der Feuerung	Zweiflammrohrkessel Wurfvorrichtung „Katapult“ von Topf & Söhne											
	ohne Oberluftzufuhr		mit Oberluftzufuhr		ohne Oberluftzufuhr		mit Oberluftzufuhr		ohne Oberluftzufuhr		mit Oberluftzufuhr	
	ohne Oberluftzufuhr	mit Oberluftzufuhr	ohne Oberluftzufuhr	mit Oberluftzufuhr	ohne Oberluftzufuhr	mit Oberluftzufuhr	ohne Oberluftzufuhr	mit Oberluftzufuhr	ohne Oberluftzufuhr	mit Oberluftzufuhr	ohne Oberluftzufuhr	mit Oberluftzufuhr
Heizfläche	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5
Rostfläche	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7	1:34,7
Versuch Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Datum des Versuchs	21. X. 04	19. X. 04	24. X. 04	26. X. 04	1. XI. 04	2. XI. 04	3. XI. 04	11. XI. 04	12. XI. 04	31. X. 04		
Dauer des Versuches	9	9	9	9 st 5 min	9	9	9	9	9	9		
Brennstoff:	Englische Gasnußkohle „Silksworth“											
verheizt im ganzen	1496	1483	1957	2013	2610	2650	2576	2006	1924	1756		
„ in der Stunde	166,2	164,8	217,4	221,6	290	294,4	286,2	222,9	213,8	195,1		
„ „ auf 1 qm Rostfläche	78,4	77,7	102,5	104,5	136,8	138,9	135,0	79,0	75,8	92,0		
„ „ „ 1 qm Heizfläche	2,26	2,24	2,96	3,01	3,95	4,01	3,89	3,07	2,95	2,65		
Rückstände:	Westfäl. Fettnußkohle „Holland“											
im ganzen	139,5	142,5	158,5	167,5	188,4	180,3	179,1	156,7	149,0	137,5		
in Hunderteilen des verheizten Brennstoffes . . . vH	9,30	9,60	8,10	8,30	7,20	6,80	6,95	7,80	7,75	7,85		
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben	40,3	45,4	34,7	34,5	22,9	25,45	24,80	30,8	28,5	54,9		
Speisewasser:	Engl. Gasförderkohle „New-Pelton“											
verdampft im ganzen	11876	11770	15721	15840	19556	19703	19713	15819	15797	12039		
„ in der Stunde	1319,6	1307,8	1746,8	1760,0	2172,9	2189,2	2190,3	1757,7	1755,2	1337,7		
„ „ auf 1 qm Heizfläche	17,95	17,80	23,80	23,95	29,55	29,80	29,80	24,25	24,20	18,20		
Temperatur	16,0	16,0	14,7	15,2	14,0	14,0	13,7	13,2	13,8	14,9		
Dampf:	Westfäl. Fettnußkohle „Holland“											
Überdruck	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00		
Temperatur hinter dem Überhitzer	255	267	267	289	285	277	295	277	284	284		
Erzeugungswärme im Kessel WE	642,2	642,2	643,5	643,0	644,2	644,2	644,5	645,0	644,4	643,3		
„ „ Überhitzer	45,5	51,4	51,4	62,2	60,3	56,7	65,1	56,4	59,8	60,2		
„ „ zusammen	687,7	693,6	694,9	705,2	704,5	700,9	709,6	701,4	704,2	703,5		
Heizgase:	a) am Flammrohrende.											
CO ₂ -Gehalt	12,98	12,89	15,21	14,40	13,90	15,44	14,99	15,65	15,76	10,48		
CO „	0,18	0,11	0,46	0,06	0,61	1,11	0,27	0,70	0,13	0,15		
H ₂ „	0,08	0,00	0,18	0,05	0,17	0,34	0,05	0,25	0,01	0,07		

O	5,78	5,99	3,47	4,47	5,55	2,35	3,29	2,87	2,99	8,69
N	80,98	81,01	80,68	81,02	79,77	80,76	81,40	80,53	81,11	80,61
Volumen trockener Gase pro kg Kohle	10,43	10,39	8,84	9,74	9,57	8,67	9,44	8,83	9,17	12,86
Luftüberschuß	36	40	16	27	24	8	20	12	17	71
b) am Kesselende.										
CO ₂ -Gehalt	11,56	10,97	12,52	11,92	11,92	11,72	12,08	13,57	13,30	8,82
CO	0,16	0,09	0,38	0,05	0,52	0,84	0,22	0,61	0,11	0,13
H ₂	0,07	0,00	0,15	0,04	0,15	0,26	0,04	0,22	0,01	0,06
O	7,48	8,27	6,63	7,38	7,80	6,92	6,79	5,32	5,85	10,69
N	80,73	80,67	80,32	80,61	79,61	80,26	80,87	80,28	80,73	80,30
Ruß pro cbm Gas	1,019	0,372	0,920	0,037	1,218	1,420	0,350	0,833	0,360	0,453
Volumen trockener Gase pro kg Kohle	11,71	12,21	10,75	11,77	11,16	11,42	11,71	10,18	10,86	15,28
Wasserdampfgewicht	0,47	0,47	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,42	0,43	0,43
Luftüberschuß	53	64	41	53	44	42	48	29	38	3
Temperatur:										
am Kesselende	260	262	274	295	332	329	340	284	294	296
der Verbrennungsluft	18,0	23,0	19,0	23,5	12,5	17,5	21,5	13,0	22,0	14,0
Zugstärke:										
im Feuerraum	2,8	2,5	3,7	3,8	5,0	4,8	4,4	3,0	2,9	4,1
am Flammrohrende	—	3,7	8,0	8,6	9,3	8,2	8,7	4,4	3,4	6,0
„ Kesselende	4,0	4,9	9,6	11,1	14,0	11,5	12,7	7,1	5,5	10,5
„ Schornsteinfuß	18,1	19,3	18,7	20,6	22,2	21,8	23,2	20,1	20,1	21,1
Verdampfung: 1 kg Brennst. verd. Wasser										
a) zu den Versuchsverhältnissen	7,94	7,94	8,03	7,87	7,49	7,44	7,65	7,89	8,21	6,86
b) bezogen auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE)	8,57	8,63	8,76	8,71	8,28	8,19	8,52	8,69	9,08	7,58

Wärmebilanz																				
	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH										
Nutzbar:																				
a) im Kessel	5098	67,35	5097	68,55	5169	68,6	5060	67,4	4827	64,35	4789	62,25	4932	64,5	5086	66,7	5290	69,4	4410	58,8
b) im Überhitzer	351	4,65	408	5,5	413	5,5	490	6,5	451	6,0	422	5,5	498	6,5	445	5,85	491	6,4	413	5,5
c) zusammen	5449	72,0	5505	74,05	5582	74,1	5550	73,9	5278	70,35	5211	67,75	5430	71,0	5531	72,55	5781	75,8	4823	64,3
Verloren:																				
a) in den Rückständen	304	4,0	353	4,75	228	3,0	232	3,1	134	1,8	140	1,8	139	1,8	195	2,55	178	2,3	348	4,6
b) an freier Wärme in den Abgasen	976	12,9	1000	13,45	951	12,6	1107	14,75	1243	16,55	1236	16,1	1305	17,1	959	12,6	1027	13,5	1454	19,4
c) durch unverbrannte Gase	81	1,1	33	0,4	171	2,3	32	0,4	224	3,0	377	4,9	91	1,2	254	3,3	39	0,5	87	1,2
d) durch Ruß	97	1,3	37	0,5	80	1,1	3	0,05	110	1,45	131	1,7	33	0,4	69	0,9	32	0,4	56	0,7
e) durch Leitung und Strahlung	662	8,7	508	6,85	518	6,9	586	7,8	514	6,85	597	7,75	647	8,5	616	8,1	569	7,5	732	9,8
Summe = Heizwert des Brennstoffs	7569		7436		7530		7510		7503		7692		7645		7624		7626		7500	

Zahlentafel 18.

Bauart des Kessels	Einflammrohrkessel											
	Wurfvorrichtung „Katapult“ von Topf & Söhne											
Versuch Nr.	I		II		III		IV		V		VI	
Datum des Versuchs	29. V. 05		30. V. 05		31. V. 05		4. V. 05		5. V. 05		6. V. 05	
Dauer „ „ st	8,03		8		7,93		7,08		7,10		7,10	
Heizfläche qm	39		39		39		39		39		39	
Rostfläche „	0,77		1,00		1,21		0,77		0,99		1,20	
Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche	1:51		1:39		1:32		1:51		1:39		1:32,5	
Brennstoff:	Brucher Braunkohle Nuß I aus dem Theodorschacht						Saarkohle Nuß I, Grube König					
verheizt im ganzen kg	968,5		1171		1545		489,0		640,0		858,0	
„ in der Stunde „	120,6		146,4		194,8		69,1		90,1		120,9	
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	156,6		146,4		161,0		89,8		91,0		100,1	
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „	3,09		3,75		5,00		1,77		2,31		3,10	
Herdrückstände: im ganzen „	31,0		25,5		34,5		36,5		39,5		39,5	
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffs vH	3,20		2,18		2,23		7,47		6,17		4,61	
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben . „	21,0		15,0 ¹⁾		15,0 ¹⁾		42,50		35 ¹⁾		26,19	
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	4848		6176		7650		3958,0		5198,0		6750,0	
verdampft in der Stunde „	603,7		772,0		964,8		559,0		732,1		950,7	
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	15,5		19,8		24,7		14,3		18,8		24,4	
Temperatur °C	42,5		41,5		39		41		38		39	
Dampf: Überdruck kg/qcm	9,2		9,3		9,3		9,2		9,2		9,4	
Erzeugungswärme WE	619		620		622		620		620		623	
Heizgase: CO ₂ -Gehalt } vor dem vH	10,8		12,5		12,8		12,5		12,3		12,8	
CO ₂ + O-Gehalt } Schieber „	19,4		18,9		18,7		18,9		19,3		19,0	
Temperatur: hinter dem Flammrohr . . . °C	581		627		696		473		562		640	
am Ende des zweiten Zuges . „	345		374		448		273		338		398	
vor dem Schieber „	301		321		386		235		293		342	
Verbrennungsluft: Temperatur „	25		26		27		20		23		24	
Vielfaches der theoretischen Luftmenge . . .	1,75		1,51		1,48		1,51		1,54		1,48	
Zugstärke: unter dem Rost mmWS	0,4		0,3		0,7		0,1		0,8		0,5	
Differenz zw. Feuerraum u. Schieber . . . „	7,7		9,1		7,9		2,4		3,2		3,5	
Zugstärke vor dem Schieber „	12,6		12,7		13,4		4,7		5,6		8,7	
am Schornsteinfuß „	13,6		14,0		15,8		9,1		11,2		12,6	
Kraftbedarf des Selbstbeschickers PS	—		—		—		0,1		0,1		0,1	
Verdampfung:												
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser . . kg	5,01		5,27		4,95		8,09		8,12		7,87	
b) berechnet auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE) „	4,88		5,13		4,84		7,88		7,90		7,70	
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	3101	68,4	3267	72,1	3079	67,9	5019	69,6	5034	69,8	4903	68,0
Verloren:												
a) im Kamin d. freie Wärme d. Heizgase . . .	849	18,7	798	17,5	950	20,9	830	11,5	1059	14,7	1201	16,7
b) in den Herdrückständen d. unverbrannte Teile	54	1,2	26	0,6	27	0,6	257	3,6	175	2,4	97	1,3
c) durch Strahlung, Leitung, Ruß, unverbrannte Gase usw. (Rest)	533	11,7	446	9,8	481	10,6	1101	15,3	939	13,1	1006	14,0
Summe = Heizwert des Brennstoffes	4537 ²⁾	100,0	4537 ²⁾	100,0	4537 ²⁾	100,0	7207 ³⁾	100,0	7207 ³⁾	100,0	7207 ³⁾	100,0

1) Angenommen. — 2) Mittelwert aus drei an den einzelnen Versuchstagen entnommenen Proben. — 3) Desgl.

Kohle auf den Rost warf. Daher wohl auch noch die Anwendung der Prellplatte *g*, die ähnlich wie bei den Feuerungen mit rotierendem Wurfrad für gleichmäßige Verteilung der Kohle über den Rost sorgen soll, indem die Kohle zunächst gegen die Platte fliegt, und diese für die Ablenkung der Kohle bei jedem Wurf eine höhere oder tiefere Stellung einnimmt, derart, daß die Beschickung je nach der Größe der Rostfläche in drei bis sechs Abteilungen vor sich geht. Bei den übrigen bisher besprochenen Einrichtungen mit um einen hochliegenden Drehpunkt schwingender Wurfchaufel wird diese Prellklappe entbehrlich gemacht und die Flugbahn der Kohle durch entsprechende Formgebung der unteren Wurfplatte, sowie durch die wechselweise verschiedene Spannung der Schnellfedern geregelt. Auffallend ist ferner die Lagerung der Schaufeldrehachse hinter dem Kohlenzulauf, so daß die Kohle durch die Schaufel hindurch vor diese gelangt. Das Zurückziehen der Wurfchaufel erfolgt auch hier mittels Feder, welche durch eine mit dem Drehen der Speisewalze gleichzeitig bewegte Knaggenscheibe gespannt wird. In der äußeren Stellung bleibt sodann

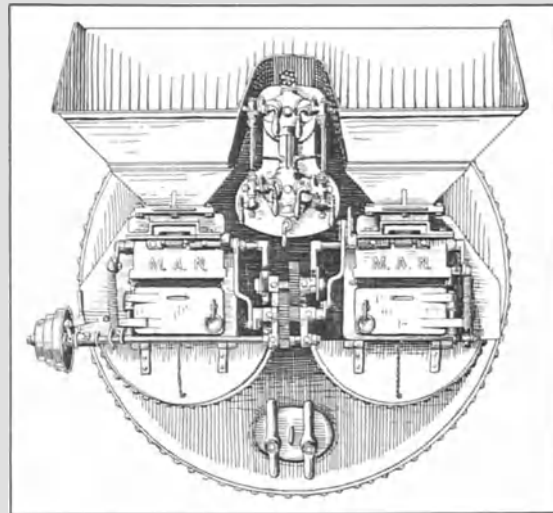


Fig. 256.
Wurfchaufel-Einrichtung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

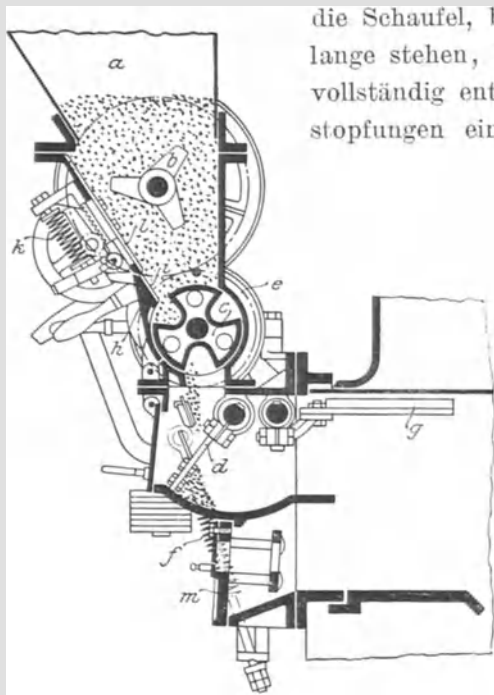


Fig. 257.

die Schaufel, bevor sie nach dem Feuerraume zu geschneilt wird, so lange stehen, bis die Kohle aus der unteren Mulde der Walze sich vollständig entleert hat. Im Fülltrichter ist zur Verhütung von Verstopfungen ein Rührflügel angebracht. Zum Schutz gegen Beschä-

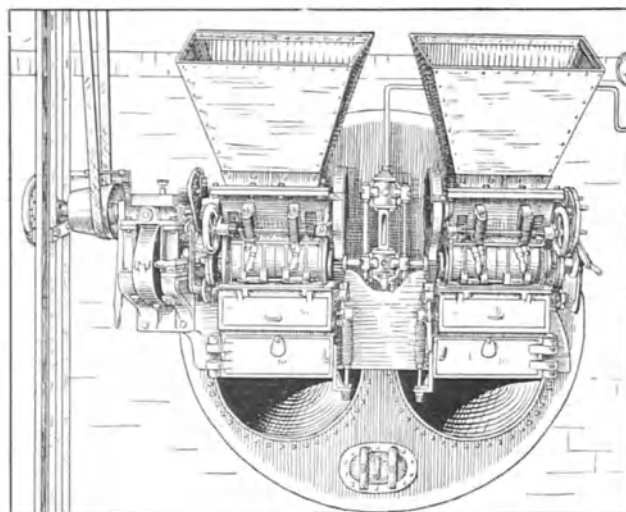


Fig. 258.

Wurfeinrichtung der Roßweiner Maschinenfabrik.

digung der Einrichtung durch etwa im Brennstoff mitgeführte sperrige Fremdkörper sind die Klappen *h*, ähnlich wie bei der Leach-Feuerung, durch Federn gehalten, so daß sie aus-

weichen können. Damit bei geöffneter Klappe der Trichterinhalt nicht nachfallen kann, ist der nach unten sich bewegende Schieber *l* vorgesehen.

Der Abstand der Wurfplatte von der Rostebene erscheint recht niedrig und muß die seitens des Heizers erforderlichen Vorrichtungen auf dem Rost durch die geöffnete Feuertür unangenehm erschweren, wenschon die Art der Schaufellagerung die Schürplatte etwas kürzer bemessen läßt, und der Rost vom Heizerstand weniger abgerückt wird, als bei den meisten anderen Einrichtungen mit schwingenden Wurfchaufeln.

Bezüglich der zulässigen Stückgröße des Brennstoffs ist bei der vorliegenden Konstruktion die Grenze wieder enger gezogen als bei den Nachahmungen der Proctorschen Bauart, ohne daß sie in bezug auf die Gleichmäßigkeit der Streuung Besseres erwarten läßt.

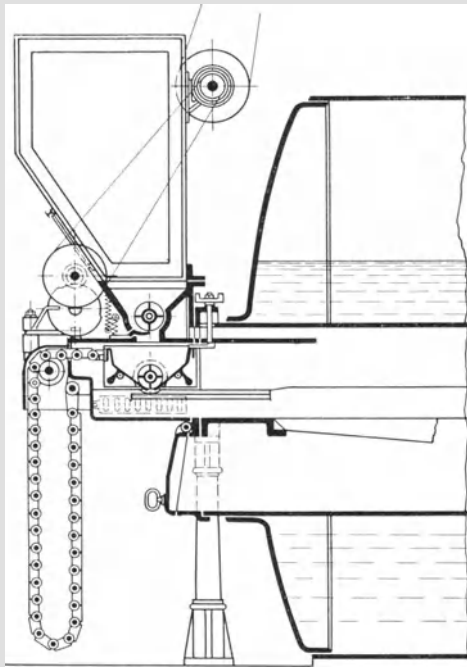


Fig. 259.
Beschickungseinrichtung von Hofmann.

Eine im wesentlichen hinsichtlich des Beschickungsorganes von den selbsttätigen Wurffeuerungen sich unterscheidende Bauart ist diejenige nach D. R. P. Nr. 98604 und 109587 von H. Hofmann in Hof. Die Firma J. A. Topf & Söhne in Erfurt, hat s. Zt. das Ausführungsrecht derselben erworben und ihr die in Fig. 259 dargestellte Form gegeben,¹⁾ nach welcher eine Anlage auf der Dresdener Städteausstellung 1903 zu sehen war.

Die Beschickung erfolgt durch einen Wagen, der wechselweise den Brennstoff durch eine Speisewalze vom Trichter aus zugeführt erhält, um sodann während seiner Bewegung über die Rostfläche hinweg seinen Inhalt auf diese zu schütten. Die allmähliche, verteilende Entleerung wird durch eine im Boden des Wagens befindliche Verteilungswalze vermittelt, deren Drehung die Laufrollen des auf Schienen geführten Wagens bewirken. Für die Bewegung des letzteren sieht das D. R. P. 109537 eine Spindel vor, die bei der Ausführung nach Fig. 259 durch eine Gelenkkette ersetzt worden ist. Die

Form der Glieder verhindert ein Durchhängen der Kette, so daß diese beim Einführen des Wagens als Schubstange dient.

Eine Beschickungseinrichtung von John W. Kincaid in Covington, V. St. A., D. R. P. Nr. 134450, ist für den Gebrauch auf Lokomotiven bestimmt. Es ist daher auch ganz besondere Sorgfalt auf weitgehende Regelbarkeit der aufzugebenden Brennstoffmenge verwendet. Die ganze Vorrichtung einschließlich des Kohlenbehälters ist in der Längsachse der Feuerbüchse auf der Lokomotivbrücke vor der Feuertür angeordnet. Der vorwiegend aus dem Trichter bestehende Oberteil lagert in einer Wiege und muß seitlich aufgekippt werden, wenn der Feuerraum vorübergehend zugänglich gemacht werden soll. Der Brennstoff wird durch Schneckenwindeln vor einen Kolben befördert, der ihn in die Feuerbüchse hineinstößt. Die Kolbengeschwindigkeit ist in großen Grenzen regelbar. Mit ihr ändert sich die Drehgeschwindigkeit der Schnecken, die Zahl der Beschickungen und die Wurfstärke. Die Abhängigkeit der letzteren von der zuzuführenden Kohlenmenge bzw. von der Beanspruchung

¹⁾ Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1900, S. 86, sowie 1904, S. 154.

ist rücksichtlich gleichmäßiger Bedeckung der Rostfläche keineswegs vorteilhaft. Einer kurzen Abhandlung in „Dinglers Polytechnisches Journal“ 1902, S. 209 und 210 zufolge sollen nach einer Mitteilung der „Railroad Gazette“ Versuche mit dieser Einrichtung zu befriedigenden Erfolgen geführt haben. Die betreffenden Angaben in wirtschaftlicher Hinsicht sind indessen nicht glaubwürdig.

Außer einer Anzahl von Ausführungsformen, die sich von den besprochenen nur unwesentlich unterscheiden, sind ferner in neuerer Zeit noch eine Reihe verschiedenartiger Konstruktionen erstanden, die jedoch keine Einführung erlangt haben, weshalb auch meist die darauf erteilten Patente nach kurzer Frist wieder erloschen sind. So findet man z. B. Einrichtungen mit selbsttätiger Rostbeschickung durch Wurfräder mit senkrechter Umdrehungsachse und schwingender Prellplatte, durch Wurfschaufeln, deren Spannung mittels Knaggenrädern, das Vorschnellen aber mittels Dampfkolben bewirkt wird; ferner Vorfeuerungen mit Zufuhr des Brennstoffs von oben und Verteilung über die Rostfläche durch Rohre mit rüsselartiger Bewegung. Auch sind Anordnungen getroffen worden, bei welchen der über gewisse Grenzen steigende Dampfdruck die Beschickungsvorrichtung selbsttätig abstellt und gleichzeitig den Zugschieber schließt, oder bei welchen sich die wechselnde Strömungsgeschwindigkeit in der Hauptdampfleitung des Kessels auf den Antrieb der Beschickungsvorrichtung überträgt und diesen reguliert.

Sollen Förderkohlen zur Verwendung gelangen -- und dies ist an vielen Orten aus wirtschaftlichen Erwägungen geboten -- so ist bei allen der hier aufgeführten selbsttätigen Wurff Feuerungen die Zuhilfenahme einer besonderen Anlage zum Vorbrechen der großen Kohlenstücke gewissermaßen ein Erfordernis. Man hat zwar ursprünglich bei den besprochenen Vorrichtungen zum Teil versucht, auch grobstückige Kohle, sowie solche von ungleichmäßiger Beschaffenheit zu verwenden und sie durch Brechwalzen, die zwischen Trichter und Wurf-schaufel angeordnet wurden, zu zerkleinern. So sehr diesen Bestrebungen auch Anerkennung gezollt werden muß im Hinblick auf die größere Freiheit, welche sie in bezug auf die Brennstoffwahl einräumen, indem sich letztere auch auf die oft wesentlich preiswürdiger zu beschaffenden Förderkohlen erstreckt, so wurden die für diesen Zweck getroffenen Einrichtungen im allgemeinen doch wieder verlassen, weil sich dabei mancherlei Übelstände geltend gemacht haben. Ihrer verbreiteteren Einführung steht bislang noch entgegen, daß mit Förderkohle überhaupt nur mangelhafte Rostbedeckung zu erzielen ist, zumal der Grusgehalt beim Zerkleinern im Brechwerk gesteigert wird. Dazu kommt der erhöhte Kraftbedarf und Hand in Hand damit -- namentlich bei der Verarbeitung von harten Kohlen, die andererseits hinsichtlich des Griesgehaltes im allgemeinen günstiger wären -- die Gefahr der Entstehung von Brüchen, sowie überhaupt verminderte Haltbarkeit und Betriebssicherheit der Anlage.

Die in Fig. 260 und 261 veranschaulichte Einrichtung von Rud. Axer in Altona, hat immerhin verschiedentlich Aufnahme gefunden; sie wurde aber in manchen Fällen wieder beseitigt. Im Boden des Fülltrichters wird die Kohle zunächst zerkleinert durch eine Brechwalze, welche gleichzeitig der Zuführung der Kohle vor die Wurfschaufel dient. Übermäßig starke Griesbildung beim Zerkleinern wird dadurch hintanzuhalten gesucht, daß die Bewegung der Brechwalze nicht stetig, sondern ruckweise erfolgt, wie dies ja auch für die abgemessene Zuteilung der Kohle für jeden Wurf erforderlich ist. Die Menge der Kohlenzufuhr ist, abgesehen von der veränderlichen Umdrehungszahl der Gesamtantriebsachse, durch verschieden starkes Vorschalten der Walze regelbar. In der weiteren Anordnung ist die fortwährende Veränderung der Federspannung eigenartig, welche abwechselnd verschieden starke Wurfbewegungen ausübt, um eine möglichst gleichmäßige Rostbedeckung zu erzielen. Diese

wechselnde Stärke der Federspannung wird dadurch bewirkt, daß die Federaufhängung mit dem über der Walze befindlichen Kohlenrührhebel verbunden ist, und dieser mit jeder ganzen Umdrehung der Speisewalze nur eine Auf- und Abwärtsbewegung macht; während derselben Zeit erfolgen aber je nach der Größe des Schaltwerkvorschubes eine größere Anzahl Schaufel-schwingungen, so daß bei jeder derselben die augenblickliche Stellung des Rührhebels und damit auch die Spannung der Feder eine andere ist. Die Brechwalzen sollen angeblich Kohlenstücke bis zu 300 mm Größe anstandslos zerlegen. Die Einrichtung kann für jedes Feuer einzeln durch Kupplungen ausgeschaltet werden. Die Walze ist bequem zugänglich und auszuwechseln.

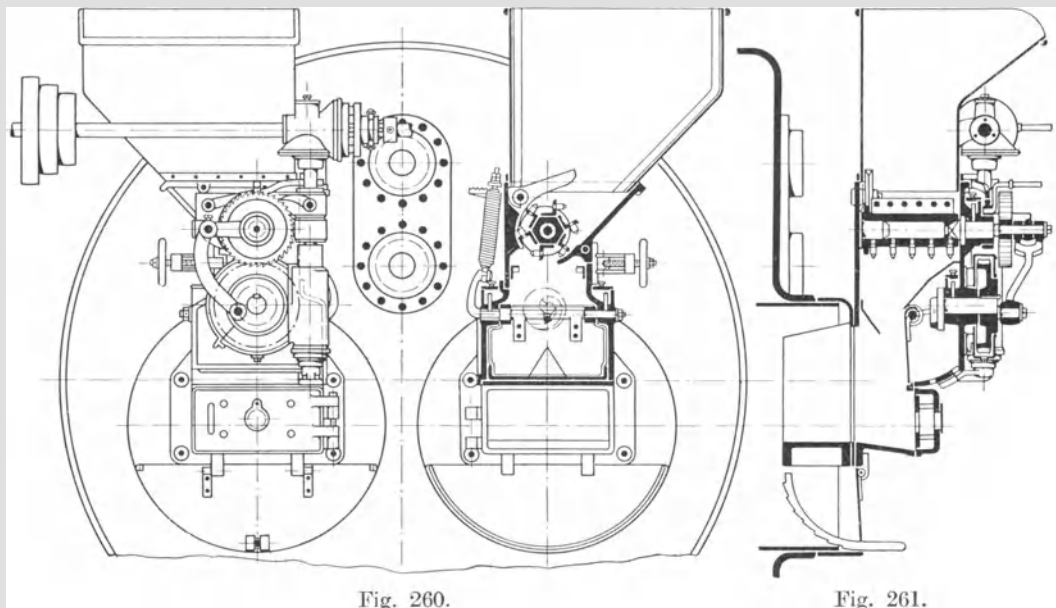


Fig. 260.

Fig. 261.

Beschickungseinrichtung von Axer.

In der Zahlentafel 19 sind die Ergebnisse von Abnahmeversuchen in zwei Anlagen mit der Axer-Feuerung an Einflammrohrkesseln bzw. an Zweiflammrohrkesseln mit Heizrohroberkessel zusammengestellt.¹⁾ Am Einflammrohrkessel ließen die Versuche I bis III bei Verwendung einer infolge ihres backenden Verhaltens im Feuer auch von Hand nur mit Mühe sich gut verheizenden englischen Förderkohle eine Ausnutzung nachweisen, die unter Berücksichtigung jener Umstände zufriedenstellen konnte. Bei der grieshaltigen Kohle, welche auch nach dem Brechen in sehr unregelmäßiger Mischung vor die Schaufel kam, ergab sich indessen die Schichthöhe auf dem vorderen Rostteil zumeist stärker als nach hinten zu und es machte sich zur Verhütung eines größeren Luftüberschusses ein häufiges Ausgleichen der Feuerschicht (im allgemeinen in Zeiträumen von 8—10 Minuten) notwendig. Auf diese Weise wurden die Vorteile der selbsttätigen Beschickungsvorrichtung in bezug auf geringere Inanspruchnahme des Heizers beeinträchtigt.

Liegt eine stückhaltigere und nicht weiche Kohle vor, so daß nach dem Durchgang durch das Brechwerk ihre Beschaffenheit derjenigen einer sortierten Nußkohle näher kommt, so wird naturgemäß die Gleichmäßigkeit der Rostbedeckung eine bessere und bei einer außerdem weniger backenden Kohle auch seltener Nachhilfe erforderlich sein. Die Ver-

¹⁾ Jahresberichte vom 1. Oktober 1903 bis 1. Januar 1905, S. 29 Versuch 12 bzw, 1907, S. 26 Versuch 42—47 des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg.

Zahlentafel 19.

	Einfammrohrkessel				Zweifammrohrkessel mit Heizrohrkessel			
	Wurfvorrichtung von Axer				(ältere Ausführungsform)			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	19. XII. 04	20. XII. 04	21. XII. 04	18. IV. 07	19. IV. 07	23. IV. 07	13. V. 07	
	I	II	I	III	III u. V	III, IV u. V	III u. IV	
Bauart des Kessels								
Bauart der Feuerung								
Heizfläche (wasserberührte) qm	je 70,1				je 253,68			
Rostfläche	je 1,36				je 3,8			
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:51,5				1:66,5			
Versuch Nr.	II				V			
Datum des Versuchs	20. XII. 04				19. IV. 07			
Dauer "	I II III				III u. IV			
Kessel Nr.	I II III				III, IV u. V			
Brennstoff:	New-Pelton-Förderkohle				Englische Kohle (Cobbles)			
verheizt im ganzen kg	948	1118	1053	1030	1067	1045	1068	1187,5
in der Stunde	118,5	139,8	131,6	128,8	133,4	130,6	133,5	148,4
" " auf 1 qm Rostfläche	87,1	102,8	96,8	94,7	98,1	96,0	98,2	109,1
" " " 1 qm Heizfläche	1,69	1,99	1,88	1,84	1,90	1,86	1,90	2,12
Rückstände: im ganzen	393,5	327,6		327,6			276,8	
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH	12,62	10,43		10,43			8,33	
Verbrenliches (Kohlenstoff) in denselben	28,45	33,45		33,45			23,45	
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	24302	25089		25089			25666	
verdampft in der Stunde	3037,8	3136,1		3136,1			3208,3	
" " " auf 1 qm Heizfläche	14,44	14,91		14,91			12,25	
bez. auf 637 WE	14,82	15,31		15,31			12,59	
Temperatur °C	7,5	7,8		7,8			7,5	
Dampf: Überdruck kg/qcm	9,1	9,6		9,6			10,0	
Erzeugungswärme WE	653,69	654,03		654,03			654,83	
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH	7,8	8,9	8,7	7,8	9,0	8,7	7,0	8,45
CO ₂ +O-Gehalt	19,7	19,4	19,4	19,4	19,1	19,4	19,6	19,6
Luftüberschuß	125	95	100	120	90	100	145	95
Temperatur °C	173	279	242	198	279	242	217	252
Verbrennungsluft	22,0	22,0		22,0			22,5	
Zugstärke: im Feuerraum mmWS	7,5	12,5	8,0	9,0	13,0	8,5	11,5	13,5
am Kesselende								7,5
Verdampfung:	7,79				7,72			
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	7,99				7,94			
b) ber. auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE)								
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	5092	68,6	5219	70,5	5055	68,15	5006	73,5
Verloren:								
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	1195	16,1	1189	16,2	1374	18,5	1234	18,2
b) in den Rückständen	291	3,9	283	3,8	158	2,15	210	3,1
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	842	11,4	709	9,5	833	11,2	362	5,2
Summe = Heizwert des Brennstoffs	7420		7400		7420		6812	
					5075	74,6	5542	73,3
					1070	15,7	1435	19,0
					152	2,2	182	2,4
					517	7,5	399	5,3
					6814		7558	
					5200	75,0	5200	75,0
					970	14,0	970	14,0
					150	2,2	150	2,2
					610	8,8	610	8,8

brennung kann alsdann bei geringerer Inanspruchnahme des Heizers mit mäßigem Luftüberschuß vor sich gehen.

Hinsichtlich der Vollkommenheit der Verbrennung haben namentlich später in der Anlage noch ausgeführte Messungen ergeben, daß wie bei den im Vorhergehenden beschriebenen Wurfvorrichtungen beim Verfeuern einer Kohle mit etwas größerem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ohne Zuführung von Oberluft Verluste durch unvollkommene Verbrennung auftreten und im Zusammenhang damit auch erhebliche Rauchentwicklung nicht ausbleibt.

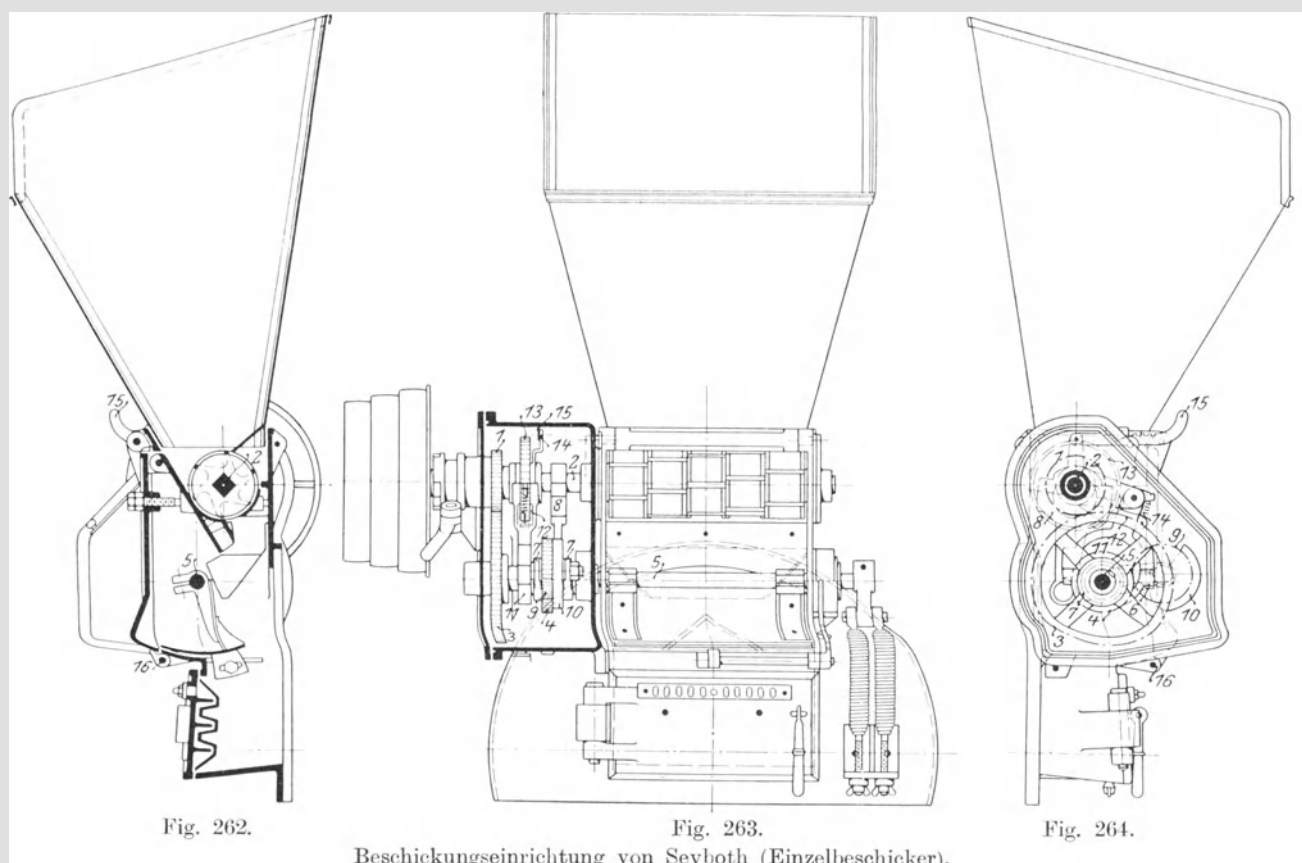
In der zweiten Anlage sollten die Versuche IV und V die von der liefernden Fabrik zugesicherten Bedingungen nachweisen. Dieselbe hatte als Brennstoff eine harte englische Stückkohle (Cobbles) vereinbart und für die Bedienung der Feuerungen einen Heizer gestellt. Da sich eine regelmäßige Zerkleinerung der harten Stückkohle durch die Brechwalze nicht erzielen ließ (die Dorne der letzteren haben sich nur freie Bahnen geschafft, in denen sie sich weiterbewegten, ohne die Kohlenstücke richtig zu brechen), so wurde sie vor dem Aufgeben in die Trichter in einer Nußkohlen ähnlichen Art von Hand zubereitet. Die Erreichung genügender Kesselleistung wurde durch das günstige Verhalten der Kohle im Feuer erleichtert. Die an und für sich ganz guten Ausnutzungsziffern hätten sich noch günstiger gestaltet, wenn die Apparate gleichmäßiger gestreut hätten. Es wäre dann möglich gewesen, die Verbrennung zum Teil mit geringerem Luftüberschuß, teilweise aber auch vollkommener zu leiten. Die Rauchentwicklung war während des Versuchs V beim Ausgleichen der Feuer in sehr kurzen Zeiträumen von 6—12 Minuten noch stärker als bei Versuch IV. Ein Bild hiervon geben die fortlaufenden Aufzeichnungen der Rauchübersichten Tafel VI Nr. 68—71.

Mit Rücksicht auf die Notwendigkeit der Beschaffung einer Kohle, die in bezug auf die Rauchentwicklung sich günstiger verheizen und ein Zerkleinern von Hand in Fortfall kommen ließ, folgten noch die Versuche VI und VII. Die westfälische Fettkohle „König Ludwig“ erwies sich insofern als ungeeignet, als der bei ihrem weichen Bruch reichlich anfallende Grus unregelmäßig über die Rostfläche gestreut wurde, und da er zudem etwas Neigung zum Backen zeigte, ein häufiges Auflockern und Ausgleichen der Brennschicht notwendig machte. Der letzte Versuch bezieht sich auf eine englische Nußkohle, die gleich günstiges Verhalten, wie die Stückkohle derselben Herkunft zeigte, jedoch das Zerkleinern erübrigte. Bei der aus den durchschnittlich herrschenden Betriebsverhältnissen sich ergebenden schwachen Beanspruchung stellte sich bei geringem Müheaufwand die Ausnutzung auf 75 v H; der höhere Wärmepreis der Nußkohle hatte indessen eher eine Verteuerung der Dampfkosten zur Folge. Die Rauchentwicklung war im allgemeinen geringer als bei den vorhergehenden Versuchen; sie konnte noch mehr eingeschränkt werden durch Zuführung von Oberluft beim Durchstoßen der Feuer. Versuche mit zwei weiteren englischen Nußkohlensorten ließen etwas geringere Rauchentwicklung bei nahezu gleich günstigen Verhältnissen hinsichtlich der Ausnutzung feststellen. Bemerkenswert ist die Verschiedenheit im Kohlensäuregehalt an den einzelnen Kesseln, infolge unregelmäßiger Streuung der Einrichtungen; der Brennstoff war jeweils während eines Versuchs von ziemlich gleichbleibender Beschaffenheit und der Heizer schenkte allen Feuern gleiche Aufmerksamkeit.

Eine geänderte Ausführungsform mit Brechvorrichtung ist von Edmund Axer in Altona, zum Patent angemeldet. Die Brechwalze besteht aus einer spiralig gewundenen □-Achse mit aufgereihten Platten. Zahl und Form der letzteren sind je nach der Beschaffenheit der zu brechenden Kohle verschieden. Die Wurfklappe bildet zugleich die Feuertür; sie kann während des Ganges von Hand geöffnet werden und wird beim Schüren und Abschlacken

durch ein Kippfederspannwerk offen gehalten. Die Anlage ist zunächst nur versuchsweise ausgeführt zur Verheizung von ungesiebter Förderkohle in einem Zweiflammrohrkessel. Entscheidende Ergebnisse über ihre Wirkungsweise, namentlich in bezug auf die Haltbarkeit und auf die Gleichmäßigkeit der Streuung, sind erst noch abzuwarten.

Die Bauart „Seyboth“, ausgeführt vom Konstruktionsbüro Zwickau Seyboth, Baumann & Co., Zwickau, in Fig. 262—270, besitzt ebenfalls eine Brechwalze, die durch ein Klinkenschaltwerk angetrieben wird und vorzubrechende Kohle der Wurfchaufel zuführen soll. Auch bei dieser Einrichtung arbeiten noch mehr als bei der soeben besprochenen die Federn der Wurfchaufel jeweils während einer Walzenumdrehung mit vielstufiger Spannungsveränderung.



Die Anordnung wird vornehmlich so getroffen, daß sie für mehrere nebeneinander liegende Feuer aus selbständig arbeitenden Einzelapparaten besteht. Dadurch ergibt sich zwischen den Gehäusen genügend freier Raum für die Zugänglichkeit der in der Mitte (z. B. bei Zweiflammrohrkesseln) befindlichen Wasserstände. Ein solcher Einzelbeschieker ist in Fig. 262 bis 264 dargestellt.

Die Zahnräder 1 und 3 übersetzen die Umdrehung der Antriebsstufenscheibe auf die verlängerte Nabe von Zahnrad 4, welche um die Wurfchaufelachse lose drehbar ist. Auf dieser Nabe ist ein Exzenter 11 aufgekeilt, das mittels Sperrklinke 12 und Schaltrad 13 eine langsame ruckweise Drehung der Brechwerkswelle 2 bewirkt. Ein auf der Welle 2 befestigtes Exzenter 8 greift an dem Schwinghebelpaar 7 an (Fig. 266). Letzteres, um die Achse 5 (bzw. um die verlängerte Nabe von Zahnrad 4) lose drehbar, trägt am anderen

Ende ein Zahnrad 9, das mit je einer vollendeten Umdrehung der Brechwalze durch Exzenter 8 eine langsame hin- und herschwingende Bewegung erhält; außerdem steht dasselbe mit Zahnrad 4 im Eingriff und macht daher dessen von der Stufenscheibe bzw. vom

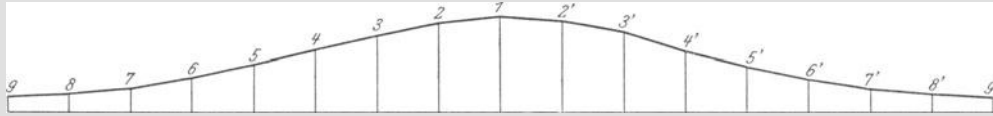


Fig. 265.

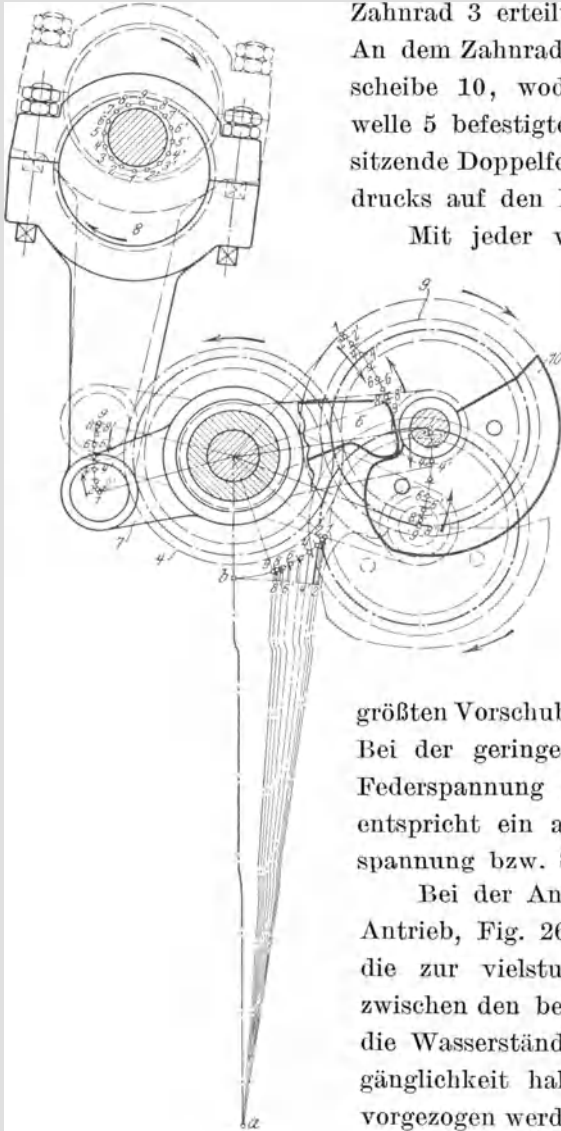


Fig. 266.

Zahnrad 3 erteilt Umdrehungen mit gleicher Geschwindigkeit mit. An dem Zahnrad 9 sitzt seitlich in fester Verbindung eine Knaggen-scheibe 10, wodurch bei jeder Umdrehung der auf der Schaufelwelle 5 befestigte Daumen 6 angehoben und die außen an der Welle sitzende Doppelfeder gespannt wird, die beim Auslösen des Knaggen-drucks auf den Daumen den Schaufelschlag ausführt.

Mit jeder von Zahnrad 4 auf Zahnrad 9 und die Knaggen-scheibe übertragenen Umdrehung erfolgt somit ein Schaufelwurf, und ferner durch Vermittlung des Exzenter 11 ein Vorschub des Schaltrades mittels der Klinke. Auf dem Schaltrad ist eine von außen verstellbare Kappe angeordnet, die gestattet, den jeweiligen Vorschub zwischen 0 und 4 Schaltzähnen zu regulieren. Das Schaltrad hat 64 Zähne, so daß entsprechend der jeweiligen Stellung des Exzenter 8 und des Schwinghebel-paares beim kleinsten Vorschub um je 1 Zahn der Angriffspunkt des Knaggens auf eine vollendete Umdrehung der Brech- (Speise-) walze 64 mal, beim größten Vorschub um je vier Zähne noch 16 mal verlegt wird (Fig. 265). Bei der geringen Exzenterstangenlänge verläuft die Änderung der Federspannung nach einer flachen Sinoide. Jeder Angriffsstellung entspricht ein anderer Daumenhub und damit eine andere Federspannung bzw. Schnellkraft der Schaufel.

Bei der Anordnung von Doppleinrichtungen mit gemeinsamem Antrieb, Fig. 267—270, sind die Antriebswellen durchlaufend und die zur vielstufigen Veränderung der Wurfweite dienenden Teile zwischen den beiden Gehäusen untergebracht. Auch hier können sich die Wasserstände in der Mitte befinden, sie müssen jedoch der Zugänglichkeit halber durch Zwischenschalten von Rohrstützen weiter vorgezogen werden. Der Antrieb der Brechwerk-welle geschieht durch eine außenliegende Rollkurbel und Kurbelschwinge, welche letztere die Schaltklinke trägt. In der Herstellung ist diese ältere Bauart

billiger, schon deshalb, weil nicht einzelne Teile für den Antrieb doppelt erforderlich sind.

Die Brech- und Zuführungswalze wird in zwei Ausführungsformen hergestellt. Sie besteht beim Verfeuern von gewaschenen und sortierten Kohlen aus einer Reihe von Scheiben mit muldenförmigen Vertiefungen, deren achsiale Zwischenwände in scharfe Schneiden ausmünden. Für staubhaltige, erdige und nasse Kohlen werden einzelne Scheiben

mit Z-Zähnen nebeneinander gereiht. Zwischen den Scheiben sind Spielräume, in welche ein unter der Walze angeordneter Abstreifrechen eingreift und die Walze reinigt. Hierdurch soll die Kohlenzufuhr ohne Rührwerk im Trichter glatt von statten gehen.

Die Tür des Beschickerkastens, in welchem die Brechplatte drehbar gelagert ist und eine Verstellung der Spaltweite zwischen Walze und Platte ermöglicht, ist elastisch gehalten durch Spannfedern, die auf die Türklinke 16 einwirken, so daß beim Durchgang von harten Fremdkörpern Tür und Brechplatte ausweichen können.

Ob sich das Brechwerk harten Steinkohlen, wie z. B. gewissen schottischen und englischen Kohlen gegenüber weniger empfindlich verhält, als bei der besprochenen Axer-Feuerung, erscheint noch fraglich. Jedenfalls kann in solchen Fällen von der elastischen Lagerung der Brechplatte nur in ganz geringem Maße Gebrauch gemacht werden.

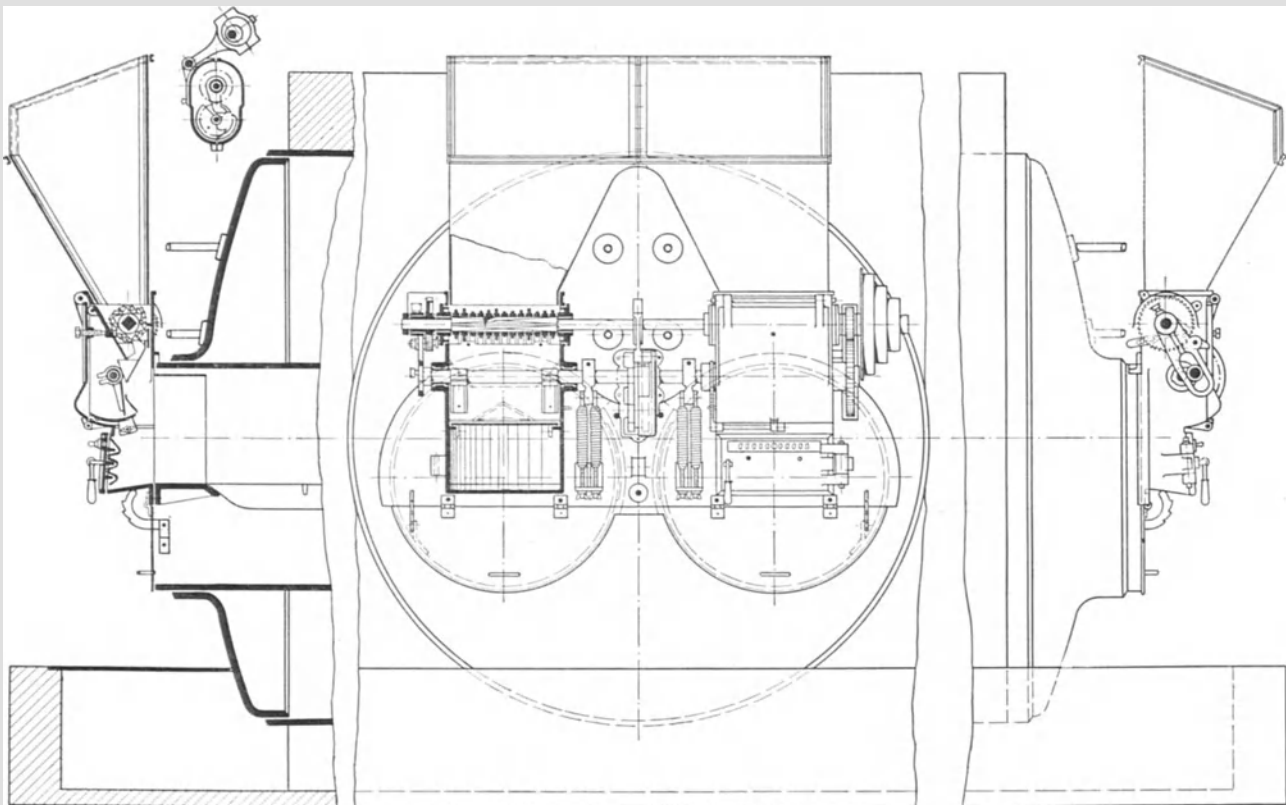


Fig. 267 bis 270.

Beschickungseinrichtung von Seyboth (Doppelbeschicker).

Die Kohlenzufuhr zum Rost läßt sich durch die jedesmalige Wurfmenge mittels der Schaltung der Brechwalze, wie auch durch die Wurfzahl mittels der Antriebstufenscheibe regeln. Bei der erst beschriebenen Anordnung kann man die Beschickung für jedes Feuer einzeln unterbrechen und auch getrennte Regulierung nach Wurfmenge und -zahl vornehmen, da jeder Beschicker mit Stufenscheibe und Ausrückkupplung versehen ist.

Die Triebwerkteile sind in dicht geschlossenem Gehäuse untergebracht, auch ist für gute Schmierung Sorge getragen. Die Konstruktion ist sinnreich und gut durchgebildet; daß sie auch einfach wäre, kann nicht gesagt werden.

Die fortwährend wechselnde Wurfkraft soll eine gleichmäßige Streuung unsortierter Kohlen bewirken. Wenn es auch richtig ist, daß die Spannung der Wurffedern nach-

einander 16- bis 64 mal verschieden ausfällt, so wird doch eine entsprechend vielstufige Regelmäßigkeit für die Wurfweiten keineswegs zutreffen. Die kleinen Beträge, um welche bei der so zahlreich wechselnden Spannung die Schnellkraft der aufeinanderfolgenden Schaufelwürfe jeweils sich ändert, treten ungleich zurück gegenüber den Unterschieden, die sich hinsichtlich der Wurfweite in Wirklichkeit ergeben infolge ungleichmäßiger Beschaffenheit des Brennstoffs. Zur Erhaltung guter Rostbedeckung mit unsortierter oder gar backender Kohle wird durch die vielstufige Veränderung der Federspannung eine häufige Nachhilfe seitens des Heizers noch nicht entbehrlich gemacht werden, da der Einfluß ungleichmäßiger Brennstoffbeschaffenheit auf Wurfweite, Streuung und Abbrand nicht behoben ist.

Eine weitere Einrichtung, bei der eine Walze gleichzeitig der Zerkleinerung von Förderkohle, sowie der Zuführung derselben vor das Wurforgan dient, wird nach Fig. 271 und 272 vom Spezialwerk Thostscher Feuerungsanlagen vorm. Otto Thost, G. m. b. H.,

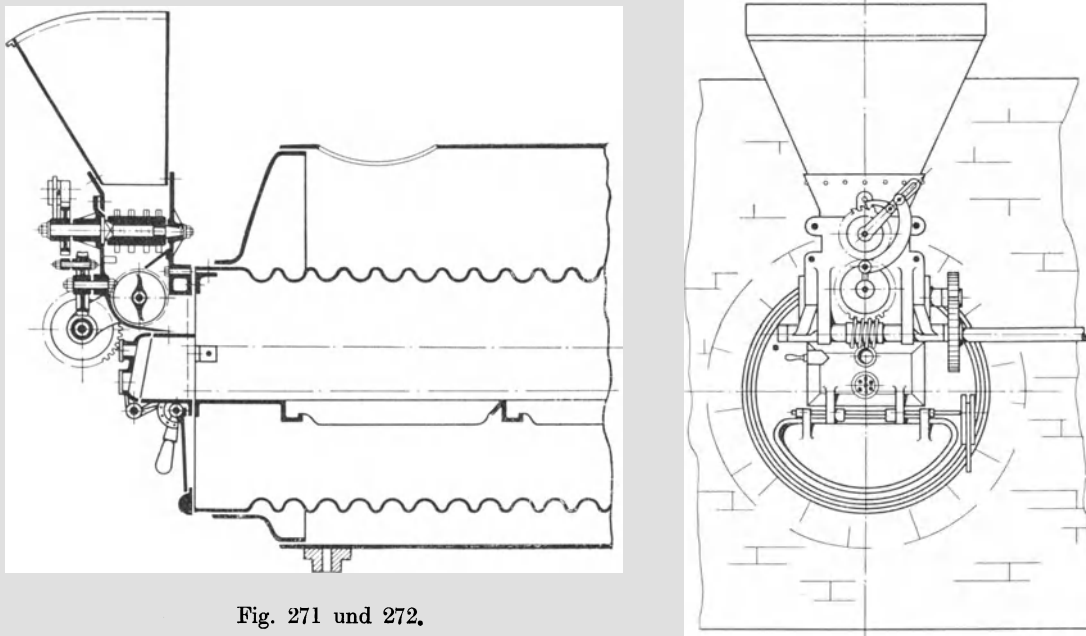


Fig. 271 und 272.
Beschickungseinrichtung von Thost.

Zwickau gebaut. Zur Beschickung ist in diesem Fall ein rotierendes Wurfrad verwendet. Die zwei bis vier Wurfflügel sind verschiedenartig geformt, um abwechselnd verschiedene Flugbahn und damit eine Verteilung der Kohle auf die Rostfläche zu erzielen. Die Menge der Kohlenzufuhr ist durch größeren oder kleineren Vorschub des Schaltrades an der Walze, sowie durch Veränderung der Umdrehungszahl der Antriebsachse regelbar. Die Walze kann ähnlich wie bei den vorigen Einrichtungen leicht ausgewechselt werden. Auffallend ist, daß hierbei zur Anpassung der Flugbahn an die Rostlänge die Kohle vom Wurfrad nicht erst gegen eine verstellbare Prellplatte fliegt, wie es bei den anderen Konstruktionen mit Wurfrädern als notwendig für die Erzielung einer gleichmäßigen Rostbedeckung erachtet wird. Die in der Feuertür vorgesehenen kleinen Luftschieber, sowie die zuweilen angeordneten sogenannten „Heißluft-Feuerbrücken“ (S. 71) vermögen die Verhältnisse hinsichtlich der unvollkommenen Verbrennung und Rauchbildung bei Verwendung gasreicher Brennstoffe im günstigen Falle nur unwesentlich zu beeinflussen.

J. Kudlicz, Prag, wendet ebenfalls Brechwalzen an für die Brennstoffzufuhr zu einem rotierenden Wurfrad, D. R. P. Nr. 185225, wobei der Fallschacht auf der dem Feuerraum

abgewandten Seite annähernd die Weite des Wurfradhalbmessers hat. Auf diese Weise soll der Brennstoff jeweils auf die ganze Flügelfläche verteilt herabfallen, um möglichst gute Streuung über den Rost zu erzielen.

Die Erfahrungen, die an allen bisher zur Anwendung gebrachten Beschickungsvorrichtungen mit eingebauter Brechwalze für die Verfeuerung von Förderkohlen gemacht wurden, berechtigen zu dem Schlusse, daß die Betriebstüchtigkeit und die Gleichmäßigkeit der selbsttätigen Rostbedeckung noch zu wünschen übrig lassen. Der Eindruck, daß die Verteilung des Brennstoffs über den Rost selbst im Falle der Verwendung von Nußkohlen bei diesen Einrichtungen etwas ungleichmäßiger zu sein scheint, als bei denjenigen ohne Brechwerk, mag sich teilweise damit erklären lassen, daß die gemeinsame Aufgabe der Walze, die Kohle zu zerkleinern und der Wurfvorrichtung in abgemessener Menge zuzuführen, schwer zu erfüllen ist, und die Beschickung sich zu unregelmäßig ergibt. Sehr harte Stückkohle eignet sich für die Zerkleinerung in diesen Brechwerken überhaupt nicht; weiche Kohle bildet viel Grus. Mitgeführte Steine u. dgl. können leicht zu Beschädigungen und Betriebsstörungen Anlaß geben.

Soll in den verbreiteteren Wurfeinrichtungen ohne Brechwalze Stück- oder Förderkohle verwendet werden, so ist eine besondere Anlage zum Vorbrechen aufzustellen, die dann gleichzeitig für eine größere Anzahl von Kesseln dienen kann. Es ist jedoch bezeichnend, daß man da, wo entsprechende Maßnahmen für den Gebrauch von Förderkohlen getroffen wurden, doch meist wieder auf die Verwendung von sortierten Kohlen zurückgekommen ist. Der Grund hierfür mag in erster Linie darin zu suchen sein, daß bei unsortierten Kohlen die Forderung einer wirtschaftlichen Verbrennung mit geringem Luftüberschuß eine so häufige Nachhilfe seitens des Heizers notwendig macht, daß von einer selbsttätig erreichten Gleichmäßigkeit der Rostbedeckung und der Entgasung noch nicht gesprochen werden kann. Unter solchen Umständen beschränkt sich der Wert dieser Einrichtungen zur Hauptsache darauf, die Kohle in ungenügender Verteilung auf den Rost zu schaffen und es dem Heizer zu überlassen, die Schicht in hinreichend kurzen Zeiträumen auszugleichen. Bei dieser Arbeitsweise ist aber ein gleichmäßiger Verlauf des Luftbedarfs nicht vorhanden, vielmehr muß, um bei befriedigender Einschränkung des durchschnittlichen Luftüberschusses den Anforderungen an eine rauchschwache Verbrennung gasreicher Steinkohlen zu genügen, selbsttätig regelbare Oberluftzufuhr zu Hilfe genommen werden, die immerhin eine gewisse Komplikation der Anlage bedeutet. Die Abhängigkeit vom Heizer ist in derartigen Fällen nicht so sehr viel geringer als bei Bedienung des gewöhnlichen Planrostes von Hand.

Gelangt Nußkohle von gleichmäßiger Beschaffenheit zur Verheizung, so kann eine gute selbsttätige Streuung erzielt und die Nachhilfe um so mehr eingeschränkt werden, je weniger die Kohle im Feuer backt. In diesem Falle tritt der Wechsel im Luftbedarf ganz wesentlich zurück; bei großem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen des Brennstoffs kann allerdings auch noch die Zufuhr von Oberluft mit Rücksicht auf die Verhütung von unvollkommener Verbrennung und Rauch geboten sein, jedoch gestaltet sie sich insofern einfacher, als nur die Öffnungsquerschnitte dauernd auf ein bestimmtes angepaßtes Maß eingestellt zu werden brauchen.

Den selbsttätigen Wurfvorrichtungen kommt daher ohne Frage ein weites und dankbares Anwendungsfeld in jenen Gebieten zu, denen gewaschene Nußkohlen oder staubfreie Grieskohlen preiswürdig zur Verfügung stehen.¹⁾

¹⁾ In manchen neuzeitlichen Kesselanlagen hat sich mit der Einführung mechanischer Wurfapparate ein Übelstand eingestellt, den man bei Steinkohle früher nicht kannte. Er besteht darin, daß staubhaltige (und

Zusammenfassend können die selbsttätigen Wurfvorrichtungen folgendermaßen beurteilt werden: „Sie lassen eine wirtschaftliche und rauchschwache Verbrennung sortierter Kohlen (Nußkohlen) zu. Die selbsttätige Verteilung auf dem Rost und der Abbrand werden um so besser und damit Nachhilfe um so seltener notwendig, je gleichmäßiger die Kohle ausfällt. Die Verwendung von Förderkohle ist zufriedenstellend nur möglich, sofern sie vorgebrochen wird. Fällt viel Gries mit an, so macht sich häufiges Ausgleichen der Feuerschicht notwendig, ebenso muß die Schicht oft gelockert werden, wenn die Kohle stark backt. Vollkommene und rauchschwache Verbrennung ist ohne weiteres erreichbar bei ordentlicher Streuung von Kohlen mit nicht zu hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen; gashaltigere Kohlen erfordern zur Vermeidung stärkerer Rauchentwicklung sowie empfindsamer Verluste durch unvollkommene Verbrennung die Zufuhr von Oberluft, die um so eher wechselnd bzw. selbsttätig regelbar zu gestalten ist, je mehr zur Erhaltung gleichmäßiger Rostbedeckung Nachhilfe nötig ist. — Die Anpassungsfähigkeit an schwankende Betriebsstärke kann leicht bewerkstelligt werden, und es lassen sich hohe Rostbeanspruchungen ohne Schwierigkeit erreichen.

2. Vorrichtungen, bei welchen der Brennstoff vorn aufgegeben und allmählich nach hinten befördert wird.

Wie bei den Treppenrost- und Schrägrostanlagen der Brennstoff vermittelt seines Eigengewichts stetig vom Anfang zum Ende der Rostfläche wandert, hierbei ununterbrochen und allmählich von der Erwärmung zur Entgasung und vollständigen Verbrennung übergehend, so spielen sich die Vorgänge in ähnlicher Weise bei den hier zu behandelnden Feuerungen auch auf dem Planrost ab. Da aber nicht das Eigengewicht des Brennstoffs als Betriebskraft für seine fortwährende Bewegung zur Geltung kommt, so muß diese durch besondere mechanische Hilfsmittel besorgt werden. Hierzu dient vielfach die Bewegung des Rostes selbst, indem dieser die Wanderung mit ausführt, oder aber durch kurze hin- und hergehende Bewegungen den Brennstoff ruckweise auf seiner Bahn dem Ende zu befördert.

Durch die grundsätzliche Arbeitsweise dieser Feuerungen sind demnach die Bedingungen für eine rauchfreie Verbrennung bei Wahrung guter Ausnutzung des Brennstoffs unmittelbar gegeben. Die Entgasung der Kohle geht langsam und stetig vor sich; es ist daher bei ordnungsgemäßigem Betrieb der Verlauf des Luftbedarfs gleichmäßig, die richtige Bemessung der Luftzufuhr nicht schwierig und frühzeitige Vermischung der sich ausscheidenden Gase mit der Luft bei genügend hoher Temperatur gewährleistet.

Die Frage, inwieweit diese Anlagen auch den betriebstechnischen Anforderungen gerecht zu werden vermögen, läßt sich am ehesten an Hand der nachfolgenden Besprechung der einzelnen Vorrichtungen erörtern. Zum Teil haben sie den Wurffeuerungen gegenüber den Vorzug, daß auch mit unsortierten und grushaltigen Kohlen eine gleichmäßige Rostbedeckung selbsttätig erzielbar ist, und daß sie gestatten, selbst die gasreichsten Kohlen ohne das Bedürfnis „regelbarer“ Oberluftzufuhr bei geringerer Abhängigkeit vom Heizer und mit kleinem Luftüberschuß nahezu rauchlos zu verbrennen. Im Vergleich zu den Treppen-

trockene) Kohlen starken Auswurf von Flugstaub (Flugkoks und Flugasche) aus dem Schornstein verursachen. Der Flugstaub stammt dabei weniger von der Brennstoffschicht auf dem Rost. Er wird vielmehr schon während des Herunterrieselns der vor die Schaufel zugeteilten Kohlenmenge oder während des Wurfs vom Schornsteinzug schwebend fortgetragen, wobei er nicht genügend Zeit zur vollständigen Verbrennung findet, sondern nur entgast wird. In derartigen Fällen tritt dann das Bedürfnis nach besonderen Flugstaubkammern ein. Mit Vorteil können auch Speisewasser-Vorwärmer (Economiser) als solche ausgebildet werden.

und Schrägrostfeuerungen sind sie zum Teil in bezug auf ihr Anwendungsgebiet überlegen. Diese Überlegenheit erstreckt sich auf die Beanspruchungsfähigkeit des Kessels, sowie, als Vorzug des Planrostes, auf die geringere Empfindlichkeit gegenüber hochwertigen Brennstoffen und solchen mit starker oder ungünstiger Schlackenbildung. Ein häufiger Nachteil besteht (besonders bei Innenfeuerungen) darin, daß Schicht und Verbrennungsvorgang schwer zu übersehen sind, wenn die Kohlenmenge zwischen Fülltrichter und Rostanfang einen Damm bildet, der jeden Einblick in den Feuerraum unmöglich macht. In diesem Fall ist das rechtzeitige Erkennen und die richtige Vornahme einer zeitweilig für die Erhaltung guter Rostbedeckung etwa erforderlichen Nachhilfe ebenso schwierig wie die sachgemäße Regulierung von Schichthöhe, Vorschub und Zugstärke. Diese drei Beziehungen stehen aber je nach der Art und dem Verhalten des Brennstoffs in ganz bestimmtem Verhältnis zueinander und es ist wichtig, gerade ihre gegenseitige Anpassung in jedem Fall, auch bei wechselnder Beanspruchung, derart zu regeln, daß die Schicht eben abgebrannt ist bei Ankunft am Ende des Rostes. Zu früher Abbrand hat natürlich großen Luftüberschuß und schlechte Brennstoffausnutzung zur Folge, während bei zu starkem Vorschub nicht nur die Vollkommenheit der Verbrennung in Frage gestellt, sondern oft auch lästige Verschlackung bewirkt und die Haltbarkeit gewisser Teile der Feuerung ganz wesentlich beeinträchtigt wird. Am meisten gilt dies für diejenigen Einrichtungen, bei welchen der Rost selbst unter oder mit der Brennstoffschicht eine Bewegung ausführt.

Die Wege, welche zur Erzeugung eines langsamen Wanderns des Brennstoffs vom Fülltrichter zum Rostende, dabei von der allmählich fortschreitenden Entgasung zur vollständigen Verbrennung gelangend, eingeschlagen werden, lassen sich nach folgenden Gesichtspunkten unterscheiden:

- a) Der Rost besteht aus Stäben, die sich in der Längsrichtung langsam hin- und herbewegen. Diese Bewegung kann von sämtlichen Roststäben oder auch nur von einem Teil derselben ausgeführt werden. Auf dem Hinweg der Stäbe wird die vorn sich ergänzende Brennstoffschicht jeweils um ein gewisses Stück in die Feuerung hineingeschoben; beim Zurückziehen der Stäbe verharrt die Schicht in ihrer Lage.¹⁾
- b) Der Rost ist als endlose Kette oder dergleichen ausgebildet; das obere Band wandert fortwährend in die Feuerung hinein und nimmt am vorderen Ende ununterbrochen den frischen Brennstoff in bestimmter Schichthöhe auf.

Die Einrichtungen der Gruppe a sind für Innen- ebenso wie für Unterfeuerungen im Gebrauch, während diejenigen der Gruppe b fast nur für Unterfeuerungen verwendet werden. Es finden sich zwar auch unter den letzteren einige Konstruktionen für Innenplanroste; eine Verbreitung haben sie jedoch noch nicht erlangt.

Das Abschlacken des Rostes soll bei den Ausführungsarten der beiden Gruppen selbsttätig besorgt werden.

In Deutschland ist der Bau derartiger Einrichtungen erst im letzten Jahrzehnt ernsthaft aufgenommen worden. Sie haben aber bereits erhebliche Verbreitung gefunden, namentlich im Bereich der größeren Kraftanlagen.

a) Bewegte Roste. Einrichtungen dieser Art sind bereits in dem Bericht von C. Bach über die internationale Ausstellung von Apparaten und Einrichtungen zur Vermeidung des

¹⁾ S. auch Abschnitt V C., stark geneigte Roste, die eine Schüttelbewegung ausführen.

Rauches in London 1881¹⁾ besprochen und dargestellt. Die neueren Ausführungen haben inzwischen bedeutende Verbesserungen erfahren, welche namentlich die Arbeitsweise wirtschaftlicher gestalteten, die Betriebstüchtigkeit erhöhten und die verschiedenen Brennstoffeigenschaften mehr berücksichtigen. Die Kohle wird durchweg mittels Kolben oder Schieber verschiedener Gestaltung vom Fülltrichter auf den vorderen Teil des Rostes geschoben, zuweilen erst, nachdem sie vorher noch Quetschwalzen oder dergleichen passiert hat. Die Roststäbe sind meist schwach nach hinten geneigt. Sie vollführen in der Regel eine Bewegung, gleich oder ähnlich derjenigen einer Kurbelstange, jedoch so, daß immer die Bewegungen zweier nebeneinander liegender Stäbe voneinander abweichen, daß z. B. der eine der beiden aufsteigt, während der andere niedergeht, und daß erst wieder jeder zweite oder dritte Stab dieselbe Bewegung vollführt. In manchen Fällen wird auch nur ein Teil der Stäbe bewegt, während die übrigen, zwischen den ersteren verteilt, fest gelagert sind.

Die Feuerbrücke ist in der Regel erst in einiger Entfernung hinter dem Rost eingebaut, wobei der Abschluß des Feuerraumes durch die nach hinten gelangenden Verbrennungsrückstände gebildet wird.

Eine Reihe derartiger Vorrichtungen ist in Patentschriften niedergelegt. Eine von ihnen, von dem Engländer Hodgkinson herrührend, hat auch in Deutschland Nachahmung²⁾ und neuerdings in verbesserter Form ziemliche Verbreitung gefunden.

Bei der älteren Anordnung von J. Hodgkinson, Manchester, D. R. P. Nr. 34311, wird die Kohle durch eine Speisewalze, ähnlich wie bei der Vorrichtung von Leach, einem Wurf rad zugeführt und durch dieses auf den vorderen Teil des Rostes geschleudert. Zur weiteren Verteilung der Kohle führen die Roststäbe Bewegungen in wagerechter Richtung aus.

Um Klemmungen oder Brüche möglichst zu vermeiden, werden die Zellen der Speisewalzen durch ein federndes Blech abgestrichen, dessen Spannung eine Stellschraube zu regeln gestattet.

In den später getroffenen Anordnungen, D.R.P. Nr. 86 930 und 96 777 von Hodgkinson & Co., Ltd., London, sind Speisewalze und Wurf rad fortgelassen, und die Kohle wird, wie bei den oben erwähnten Einrichtungen, durch einen Schieber auf eine über dem Rost befindliche Platte geschoben, welche durch ihre eigenartige Gestaltung (Erhöhung in der Mitte) eine gleichmäßige Verteilung über die Breite des Rostes bewirken soll.

Die Bewegung der nach hinten zu abgestuften Roststäbe erfolgt in jedem Falle durch eine außerhalb der Feuerung gelagerte Daumenwelle, welche zuerst die eine Hälfte der Roststäbe, und zwar immer den 1., 3., 5. usw. Stab, hernach die andere Hälfte je zusammen nach vorn zieht, um alsdann sämtliche Stäbe gemeinsam nach hinten zu schieben.

Eine dem System Hodgkinson nachgebildete und verbesserte Einrichtung, die „Sparfeuerung Düsseldorf“, wird seit dem Jahre 1900 von der Sparfeuerungs-Gesellschaft m. b. H., Düsseldorf, gebaut. Sie ist in Fig. 273 und 274 als Innenfeuerung eines Einflammrohrkessels, in Fig. 275 und 276 als Unterfeuerung dargestellt, wie sie für Walzen- und Wasserrohrkessel zur Anwendung kommt. Der Brennstoff wird durch einen im Grunde des Fülltrichters angebrachten kastenförmigen Verteilungsschieber *S*, der von der Antriebs-

¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1882, S. 40 und 81.

²⁾ Sie wurde ehemals von Carl Siede in Danzig gebaut für die Kesselanlage der Straßenbahn-Zentrale in Danzig, ist aber heute dort nicht mehr im Gebrauch. Sie ist in dem „Bericht über die III. Sitzung der Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungsvorrichtungen“ erwähnt. Stettin, F. Hessenland, 1896. Außerdem ist in der am 4. Mai 1898 stattgehabten IV. Sitzung dieser Kommission über Versuche an dieser Anlage berichtet worden.

welle aus durch Vermittlung von Schnecken-, Kurbel- und Zahngetriebe eine langsam hin- und hergehende Bewegung erhält, in abgemessener Menge entsprechend dem jeweiligen Schieberhube dem Entgasungsraum *e* zugeführt. Um eine möglichst gleichmäßige Lagerung

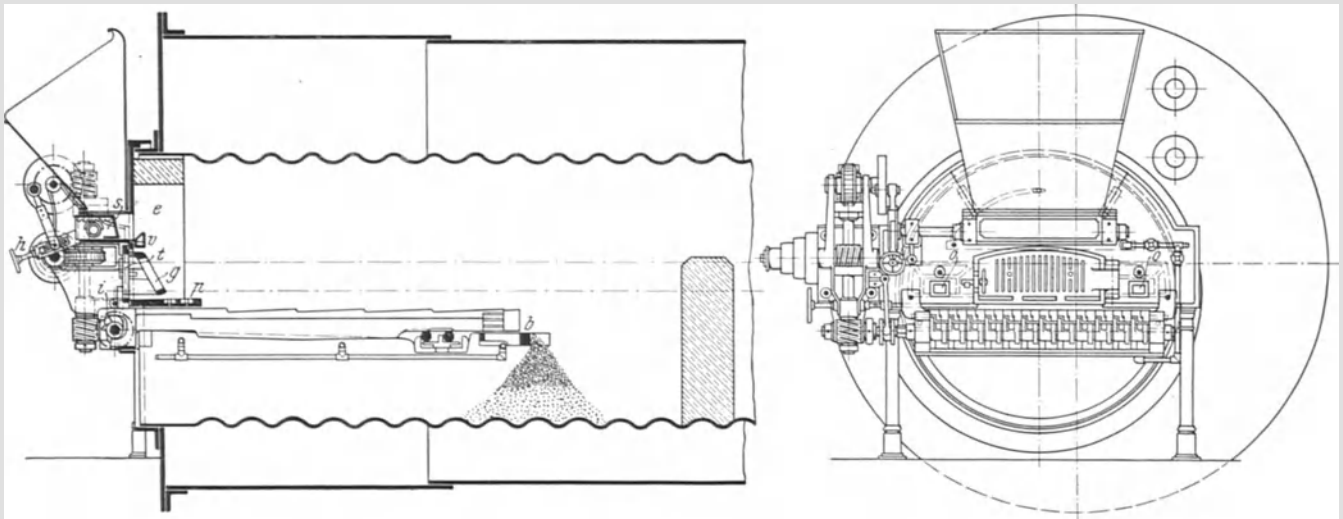


Fig. 273 und 274.
Sparfeuerung Düsseldorf (Innenfeuerung).

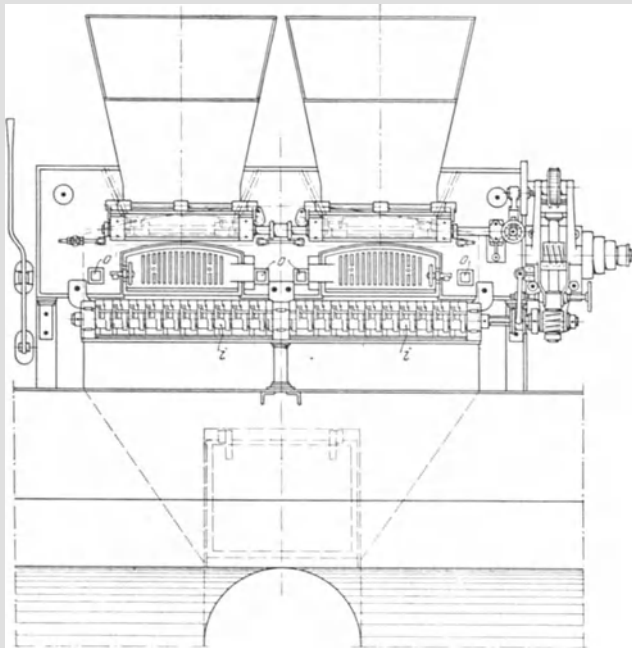


Fig. 275.

Sparfeuerung Düsseldorf (Unterfeuerung).

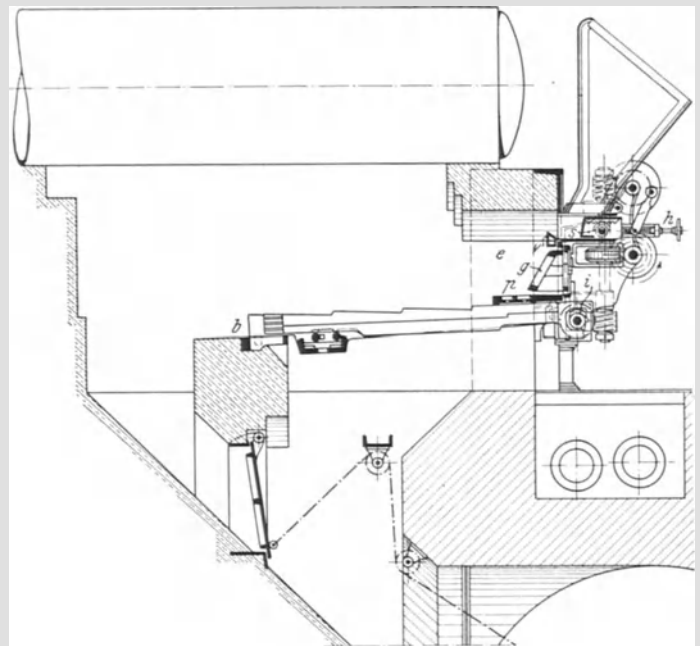


Fig. 276.

des eingeschobenen Brennstoffs über die ganze Rostbreite zu erzielen, besitzt das am Ende der Schieberbahn angebrachte (und mit Wasserkühlung versehene) Verteilungsstück *v* in der Mitte eine kegelförmige Erhöhung. Der Entgasungsraum ist unten durch eine feste Platte *p* begrenzt, auf der sich die Brennstoffböschung aufbaut; nach vorn bildet die Feuer-tür *t* mit ihrem Schutzgitter *g* einen rostartigen Abschluß.

Der mit jedem Schieberhub ergänzte Kohleninhalt des Entgasungsraumes ist fortwährend

der Einwirkung des Rückbrennens der auf dem Rost befindlichen Glutschicht ausgesetzt. Hieraus ergibt sich eine langsame und stetige Ausscheidung der flüchtigen Bestandteile. Zu deren Verbrennung tritt durch die Spalten an der Feuertür und ihrem gewissermaßen als steiler Schrägrost ausgebildeten Schutzkasten in den Entgasungsraum Luft ein, die sich auf ihrem Wege vorwärmt und gleichzeitig zur Kühllhaltung der vorderen Feuerungsteile beiträgt. Im Anschluß an die Entgasung gelangt der feste Brennstoff allmählich zur vollständigen Verbrennung, während er durch die Bewegung des Rostes gegen das hintere Ende der Feuerung befördert wird. Zu diesem Zweck ist die Brennbahn der einzelnen, auf Rollen gelagerten Roststäbe mit treppenförmigen Absätzen ausgebildet.

Die Bewegung wird den Roststäben in ähnlicher Weise, wie bei der Ausführung von Hodgkinson durch eine Daumenwelle *i* erteilt. Diese schiebt zunächst alle Stäbe gemeinsam um ca. 70 mm gegen die Rostbrücke hin. Der Rückgang erfolgt getrennt und rutschweise, derart, daß erst nach vollendetem Hub des 1., 3., 5. usw. Roststabes auch die Stäbe 2, 4, 6 usw. in ihre ursprüngliche Lage zurückgebracht werden. Bei der geschlossenen Vorwärtsbewegung wird die Schicht auf dem Rost mitgeführt und die Kolbentätigkeit schiebt wieder frischen Brennstoff aus dem Trichter nach. Der rutschweise Rückgang hat den Zweck, ein Lösen der Schlacke vom Rost, sowie ein Rückstauen der Schicht bzw. ein Gleiten des Rostes unter derselben und endlich ein Abschieben der Rückstände über die Rostbrücke *b* hinweg in den Schlackenraum zu bewirken. Um erforderlichenfalls diese Vorgänge in günstigem Sinne zu beeinflussen, um namentlich das Anhaften von Schlacke auf der Rostbahn zu verhüten und die Haltbarkeit der Abstufungen zu erhöhen, sind unter dem Rost zu dessen Kühlung mittels ganz feiner Dampfstrahlen kleine Rohre angeordnet.

Bei Außenfeuerungen wird der Schlackenraum in der Regel durch eine Klappe unter dem Rostende abgeschlossen, so daß die Rückstände in bequemer Weise sich entfernen lassen und auch Vorkehrungen für deren weitere Abfuhr sich einfach gestalten. Bei Innenfeuerungen wird jener Abschluß, ähnlich wie bei der Tenbrink-Feuerung, durch die Rückstände selbst gebildet, welche in angemessenen Zeiträumen nach vorn zu entfernen sind. Der Abschluß ist alsdann mittels eines Hügels aus abgekühlten Rückständen jedesmal wieder herzustellen.

Nötigenfalls kann durch die hinreichend groß bemessenen Feuertüren die Beschickung des Rostes auch von Hand erfolgen. Bei ruhenden Roststäben ist dies jedoch für längere Dauer nicht ratsam, da sonst die Absätze an den Roststäben, namentlich bei hochwertigen Brennstoffen mit ungünstiger Schlackenbildung, leicht einem raschen Verschleiß unterliegen, welcher sodann die richtige Wirkungsweise der selbsttätigen Rostbeschickung beeinträchtigt.

Zu beiden Seiten der Feuertür befinden sich im Geschränke Öffnungen *o*, welche ermöglichen, durch die dahinterstehende Kohlenwand hindurch eine Schürstange einzuführen und die Schicht auf dem Rost aufzulockern und auszugleichen. Zur Lockerung des Brennstoffs vorn im Entgasungsraum dient ein durch die Spalten an der Feuertür einzuführendes Schwert.

Die Regelung der Kohlenzufuhr läßt sich in einfacher Weise und in weiten Grenzen durch Hubveränderung des Verteilungsschiebers mittels des Stellhebels *h* vornehmen. Die Hubzahl und das Zeitmaß der Rostbewegung sind mittels der Stufenscheibe auf der Antriebsaxe regelbar, so daß Rostlänge, Belastung und Art des Brennstoffs weitgehende Berücksichtigung finden können. Je nachdem für das Zwischengetriebe zwei- oder dreigängige Schnecken angewandt werden, kommt auf zwei oder drei Bewegungen des Verteilungsschiebers eine Rostbewegung. Unter durchschnittlichen Verhältnissen wird ungefähr ein Hin-

und Hergang des Rostes in der Minute ausgeführt. Bei dieser langsamen Gangart ist ein bedeutender Kraftbedarf nicht zu befürchten, solange der Betrieb ordnungsgemäß von statten geht.

Die Feuerung arbeitet sehr wirtschaftlich, wenn ihr nur vom Heizer hinsichtlich einer richtigen Regulierung genügend Verständnis und Aufmerksamkeit zuteil wird. Es ist indessen, besonders bei stark schwankender Belastung, nicht leicht, durch Einstellen der Bewegungsteile und des Zugschiebers Schichthöhe, Vorschub der Kohle sowie Zugstärke dem Dampfbedarf jederzeit so anzupassen, daß nicht einerseits die Glut zu früh abbrennt und der hintere Rostteil viel überschüssige Luft durchströmen läßt oder andererseits Brennstoff mit der Schlacke nach hinten abgestoßen wird. Der Wärmewert, der in den Schlackenraum gelangenden Glut geht zwar nur teilweise verloren; bewirkt diese aber ein Zusammenbacken der Schlacke, so kann sich die Entfernung der letzteren recht mühevoll gestalten, namentlich bei Flammrohr-Innenfeuerungen, wenn der Heizer die Schlacke in tiefgebückter Stellung vorziehen muß. Bei innen liegenden Feuerungen ist auch die Regulierung erschwert, weil die Rostfläche bzw. die Brennschicht infolge der über ihrem vorderen Ende gebildeten Brennstoffböschung nicht übersehbar ist und der Heizer lediglich auf das Gefühl beim Durchstoßen angewiesen bleibt. Bei Unterfeuerungen können Schaulöcher nach dem Feuerraum angeordnet werden, sofern eine der Seitenwände frei liegt.

Während der ungestörten Beschickung läßt die Einrichtung selbst mit sehr gasreichen Brennstoffen vollkommene und nahezu gänzlich rauchfreie Verbrennung erzielen. Nur im Anschluß an das zur Beschleunigung der Entgasung oder zur Verhütung eines starken Anwachsens des Luftüberschusses erforderliche Eingreifen seitens des Heizers treten im allgemeinen für kurze Zeit größere Rauchstärken auf. Solche Nachhilfe macht sich um so häufiger notwendig, je mehr der Brennstoff im Feuer fest zusammenbackt. Dagegen ist unregelmäßige Beschaffenheit der Kohle, zum Unterschied von den Wurffeuerungen wenig oder gar nicht störend für die selbsttätige Erzielung befriedigender Rostbedeckung. Zerkleinerung der größeren Stücke auf 80—100 mm vorausgesetzt, lassen sich sowohl stückreiche und grieshaltige Förderkohlen, wie auch Grieskohlen noch günstig verfeuern. Gasreiche Brennstoffe (Steinkohlen, sowie hochwertige Braunkohlen) sind besser geeignet als Steinkohlen mit mäßigem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen. Für magere oder anthrazitartige, also schwer entzündliche und nicht sinternde Kohlen ist die Feuerung nicht zu verwenden, wenigstens müßte eine Gaskohle beigemischt werden. Außerdem wird durch die Eigenschaft der Schlacke mancher Kohlensorten, auf dem Rost festzubrennen, die ordnungsmäßige Arbeitsweise der Einrichtung gestört, auch nutzen sich in diesem Falle die Abstufungen der Rostbahn in kurzer Zeit so stark ab, daß der Vorschub der Brennschicht notleidet. Natürlich steigert sich hierbei auch der Arbeitsaufwand für den Betrieb der Feuerung und mit ihm der Verschleiß der Daumenwelle, sowie der Angriffsflächen der Roststäbe. Als Vorzug der Einrichtung ist dagegen zu nennen, daß sie die Verwendung sehr rückstandreicher gashaltiger Kohlen, die ja im allgemeinen eine lockere Schlackenbildung aufweisen, infolge der selbsttätigen Abschlackung unter günstigen Bedingungen zuläßt.

Über die Ergebnisse, welche durch einige Versuche bei Verfeuerung von westfälischer Gasflam-Förderkohle mit der Sparfeuerung Düsseldorf ermittelt wurden, geben die Zahlen-tafel 20 und die Rauchübersichten Tafel VII Nr. 72—75 Aufschluß.¹⁾ Bei mäßigem Luft-

¹⁾ S. auch Jahresbericht 1907, S. 26—30, des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg.

Zahlentafel 20.

Bauart des Kessels		Einflammrohrkessel mit Heizrohr-Oberkessel und eingebautem Dampftrockner							
Bauart der Feuerung		Sparfeuerung Düsseldorf							
Heizfläche (wasserberührte) qm je 139,45		Zweigängige Schnecke				Dreigängige Schnecke			
Rostfläche „ je 2,05									
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche . . . 1:68									
Versuch Nr.		I	II	III	IV				
Datum des Versuchs		24. I. 1907	25. I. 1907	25. II. 1907	20. IV. 1907				
Dauer „ „ st		9	9	9 ¹ / ₄	9 ¹ / ₂				
Kessel Nr.		II u. III	II	I	II u. III				
Brennstoff:		Westf. Förderkohle Pluto							
verheizt im ganzen kg		3551	2192	1944	3487,5				
„ in der Stunde „		394,5	243,6	210	367				
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche . „		96,2	118,8	102,5	89,5				
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche . „		1,41	1,74	1,51	1,32				
Rückstände: im ganzen „		498	224	272	487,5				
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH		14,0	10,2	14,0	14,0				
Verbrenliches (Kohlenstoff) in denselben . . „		30,8	30	23	21,2				
Speisewasser: verdampft im ganzen kg		29614	18023	15370	31610				
verdampft in der Stunde „		3290	2003	1662	3324				
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „		11,8	14,4	11,9	11,9				
„ „ „ „ „ 1 „ „									
bez. auf 637 WE „		12,2	14,8	12,2	12,25				
Temperatur °C		4,0	4,0	4,7	8,3				
Dampf: Überdruck kg/qcm		8,9	8,2	8,9	9,2				
Erzeugungswärme WE		656,93	655,95	656,23	653,00				
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH		11,0 11,8	10,5	10,4	11,3 13,5				
CO ₂ + O-Gehalt . . „		19,1 19,5	20,0	19,8	19,0 19,3				
Luftüberschuß . . . „		70 60	80	80	55 40				
Temperatur °C		238 256	269	268	233 239				
Verbrennungsluft „		10,5	11,5	13,5	12,0				
Zugstärke: im Feuerraum mm WS		5,5 5,5	10,0	7,0	— —				
am Kesselende „		8,0 8,0	15,0	9,5	7,5 6,5				
Verdampfung:									
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser . . . kg		8,34	8,22	7,91	9,06				
b) ber. auf Dampf von 100°C aus Wasser von 0°C (637 WE) „		8,60	8,46	8,15	9,28				
Wärmebilanz		WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung		5479	75,4	5392	74,2	5191	70,9	5916	80,8
Verloren:									
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme		957	13,2	1142	15,7	1153	15,9	871	11,9
b) in den Rückständen		350	4,8	248	3,4	256	3,5	213	2,9
b) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest		482	6,6	486	6,7	713	9,7	313	4,4
Summe = Heizwert des Brennstoffes		7268		7268		7313		7313	

überschuß war die Verbrennung weitgehend vollkommen. Die Ausnutzungsziffern sowie die Aufzeichnung der ununterbrochenen Rauchbeobachtungen fielen recht befriedigend aus. Ob schon die Kohle durchweg hohen Griesgehalt hatte, erwies sich dessen Einfluß nicht besonders störend, und es genügte eine Nachhilfe des Heizers während der beiden ersten Versuche in Zeiträumen von durchschnittlich $\frac{1}{2}$ Stunde. Bei den anderen Versuchen erfolgte in unregelmäßigeren, vorwiegend erheblich kürzeren Pausen ein Eingreifen des Heizers, zu welchem ihm

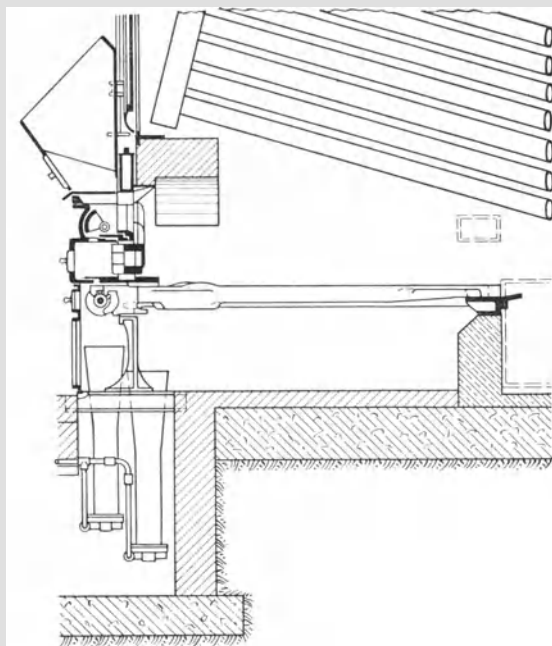


Fig. 277.

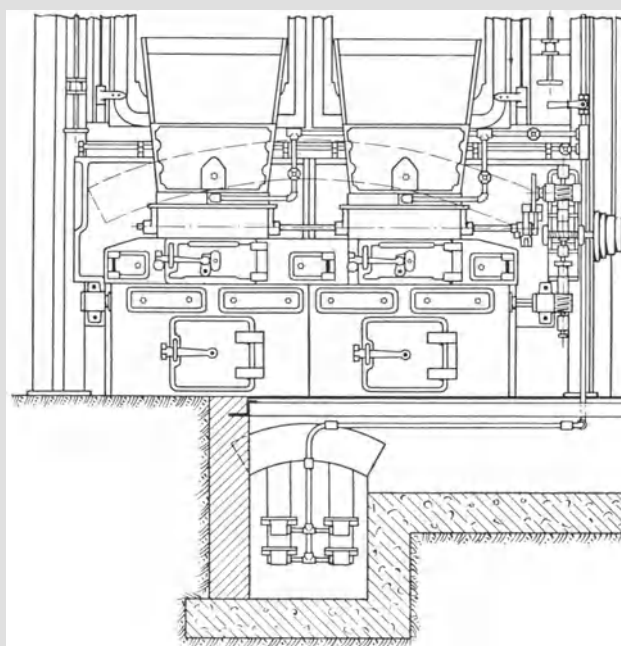


Fig. 278.

Meldrums „Koker Stoker“.

allerdings, wie auch teilweise schon bei Versuch I und II, weniger die Absicht, den Luftüberschuß einzuschränken, als das Bestreben, die Dampfspannung gleichmäßig hochzuhalten, Anlaß gab. Versuch III stellt die bei 15 mm WS Zugstärke vor dem Schieber erreichte Höchstleistung dar. Die durchschnittliche Rostanstrengung betrug 118 kg in der Stunde auf 1 qm. Besonders hervorzuheben ist in dieser Hinsicht, daß die verwendete Kohle, an deren Bezug der betreffende Betrieb auf längere Dauer vertragsmäßig gebunden war, für diese Feuerung sich nicht gerade passend zeigte. Der als Gasflamkohle bezeichnete Brennstoff enthielt nur 21,7 vH flüchtige Bestandteile und ließ auch im übrigen Eigenschaften beobachten, wie sie vorwiegend Fettkohlen besitzen. Ziemlich starke Neigung zum Backen und zu schmierender Schlackenbildung machten sich in unangenehmer Weise geltend; im Falle reichlichen Vorschubs und Verbrennung mit geringem Luftüberschuß bereitete auch das Zerteilen und Herausziehen der Schlacke unter der Rostbrücke einige Schwierigkeit. Eine gasreiche Förderkohle wäre für die selbsttätige Wirkungsweise der Einrichtung entschieden vorteilhafter gewesen. Infolge der alsdann in geringerem Maße erforderlichen Nachhilfe hätten sich entsprechend dem gleichmäßigeren Verlauf des Luftbedarfs auch die Verhältnisse in bezug auf die Rauchbildung, selbst bei erheb-

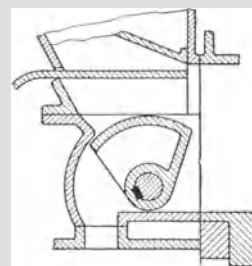


Fig. 279.

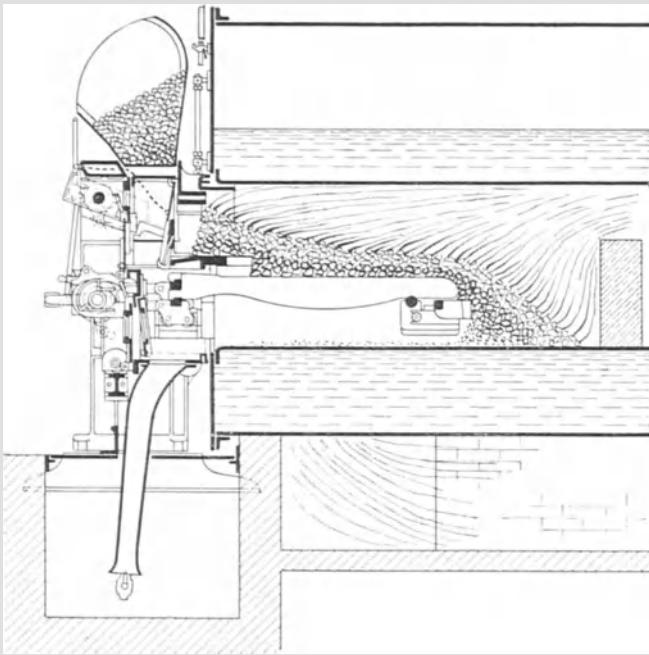


Fig. 280.

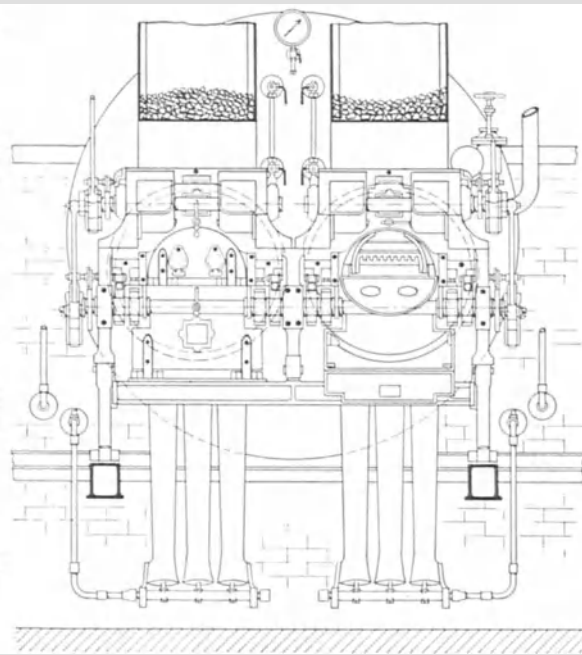


Fig. 281.

Vicars' „Mechanical Stoker“.

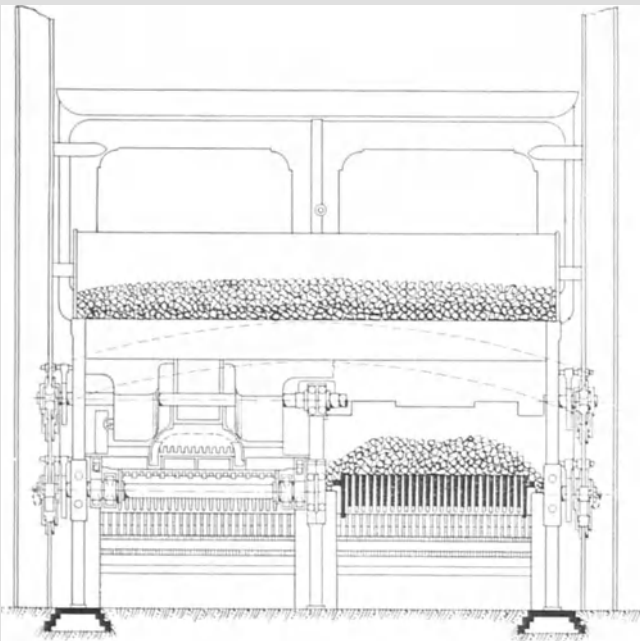


Fig. 282.

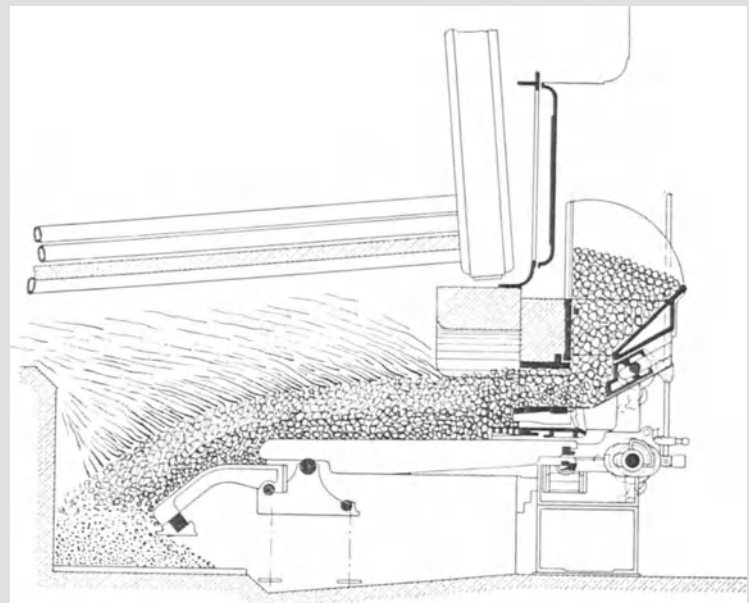


Fig. 283.

Vicars' „Mechanical Stoker“.

lich höherem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, günstig gestaltet.¹⁾ Immerhin wird die Einrichtung auch unter zusagenden Bedingungen den Belastungsschwankungen nicht unter allen Umständen so rasch zu folgen vermögen, wie es für Anlagen mit plötzlich und stark wechselnder Dampfentnahme wünschenswert ist.

¹⁾ Vgl. auch S. 268 und Rauchübersichten Tafel VIII Nr. 76—84.

Es gibt noch mancherlei andere, namentlich englische Feuerungen dieser Gattung, bei denen die Brennstoffzufuhr zum vorderen Rostteil bzw. Entgasungsraum u. a. durch Speisewalzen, Drehschieber und dergleichen erfolgt. Dabei handelt es sich ebenfalls hauptsächlich um verbesserte Ausführungen der älteren Bauarten. In Verbindung mit der selbsttätigen Rostbeschickung wird vielfach Unterwindgebläse verschiedener Art angewendet. (S. auch S. 201, Fußbemerkung 1, Übergangsformen von den Wurfapparaten zu den Vorschubrosten), Fig. 277—279 zeigen beispielsweise „The Koker Stoker“ von Meldrum Bros. Ltd., Timperley-Manchester, Fig. 280—283 „Vicars Mechanical Stoker“ von T. & T. Vicars, Earlestown, Lancs.,¹⁾ mit Dampfstrahlgebläse (Forced Draught) und mit natürlichem Zug arbeitend. Ferner ist in Fig. 284 „Proctors Coking Stoker“ von James Proctor, Burnley, Lancs. veranschaulicht.

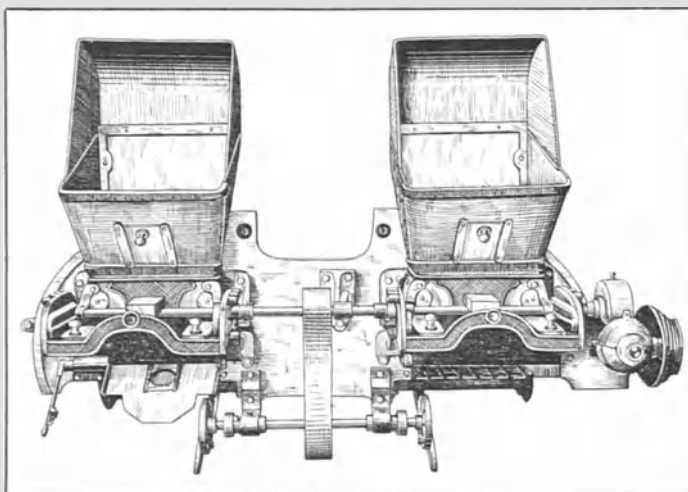


Fig. 284.
Proctors „Coking Stoker“.

Da es in England allgemein üblich ist, Flammrohrkessel so hoch zur Kesselhaussohle zu verlegen, daß der äußere Nietkranz der vorderen Boden und Mantelverbindung gänzlich frei liegt, so ist das Hervorholen der Schlacke aus dem Aschefall weniger beschwerlich als wenn der Aschefall in geringerem Abstand über dem Fußboden bzw. dem Heizerstand liegt, um eine bequeme Höhenlage des Rostes für die Handbeschickung zu erhalten. Obgleich solche Anlagen in England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika zum Teil ganz bedeutende Verbreitung erlangt haben, ist die Aufnahme anderer Bauarten als die Sparfeuerung Düsseldorf in Deutschland bisher nicht zu verzeichnen.

Auf die verschiedenen in den Patentschriften zu findenden Bauarten dieser Gattung mit Zufuhr des Brennstoffs zum hinteren Rostende und Bewegung nach vorn, mit selbsttätiger Regelung der Beschickungsvorrichtung durch den im Kessel herrschenden Dampfdruck u. a. m. sei hier nicht näher eingegangen. Sie sind alle nicht, oder doch wenigstens nur versuchsweise zur Ausführung gelangt.

Dasselbe ist auch über jene Einrichtungen zu sagen, bei welchen dem Rost als Ganzes eine hin- und hergehende Schüttelbewegung zugeordnet war.

b) Wanderroste (Kettenroste). Den Ausführungen auf S. 181 zufolge sind die hier zu behandelnden Feuerungsarten Nachbildungen des Wanderrostes von Juckes. Sie lassen sich vorteilhaft in erster Linie als Außenfeuerungen anwenden, gestatten in diesem Fall, eine grosse Rostfläche unterzubringen und die Dampfleistung der Heizflächen bzw. Kesseleinheit entsprechend zu steigern, ohne daß hierdurch die Wirkungsweise der Anlage oder die Anforderungen an den Heizer in nachteiligem Sinne wesentlich beeinflußt würden. Dies ist

¹⁾ S. auch Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1907, S. 59, Lind: Die Dampfkessel in den Elektrizitätswerken Londons.

namentlich für die neuerdings vielfach gebauten großen Wasserröhrenkessel von Belang. Ja, man darf wohl sagen, daß eben erst mit Anwendung des Kettenrostes die in den allerletzten Jahren gerne befolgte Steigerung der Größenverhältnisse im Wasserröhrenkesselbau möglich geworden ist, nachdem für kräftigen Wasserumlauf im Kessel durch die Bauart des letzteren bereits gesorgt war. Soll hier die Rostfläche in geeignetem Verhältnis zur Heizfläche bemessen werden, so würde die sachgemäße Bedienung des Rostes von Hand große Schwierigkeit bieten. Im Fall der Anwendung eines Kettenrostes stehen dagegen einer reichlichen Bemessung desselben im Verhältnis zur Heizfläche selbst bei sehr großen Kesseln keine besonderen Bedenken entgegen. Es können daher, ohne ungünstig hohe Rostbeanspruchung (Brenngeschwindigkeit) erzwingen zu müssen, große Dampfleistungen erzielt werden, sofern nur hinsichtlich der Kesselbauart für raschen Dampfabgang von den direkten Heizflächen und kräftigen Wasserumlauf reichlich Sorge getragen ist.

Dazu kommt, daß auf dem Kettenrost infolge der selbsttätigen Abschlackung asche-reiche Brennstoffe gut verwendbar, bis zu gewissem Grade sogar vorzuziehen sind, weil bei dünner Ablagerung von Schlacke auf den Rostgliedern während ihrer Wanderung durch den Feuerraum die Gefahr des Festbackens größer ist.

Dies sind neben der Möglichkeit, gasreiche Brennstoffe unter Wasserröhrenkesseln vollkommen und sehr rauchschwach zu verbrennen, die hauptsächlich Gründe, welche dem Kettenrost auch in Deutschland in neuerer Zeit eine verhältnismäßig rasche Verbreitung namentlich in großen Dampfkraftanlagen verschafft haben, unbeschadet seiner etwas hohen Anschaffungskosten und gewisser ihm noch anhaftender Mängel. Nachteile machen sich am meisten geltend, wenn ungeeignete Brennstoffe zur Verwendung gelangen, wobei in erster Linie durch Festbrennen der Schlacke und Hängenbleiben des Rostes Betriebsstörungen leicht möglich sind; natürlich tritt in diesem Fall auch eine Steigerung des Verschleißes der innenliegenden Feuerungsteile ein, und die Instandhaltungskosten können recht belangreich werden. Aber auch die im Vergleich zur Innenfeuerung in der Außenfeuerung herrschende höhere Temperatur, sowie die größere Ausstrahlung des Feuerraumes stellen rücksichtlich der Haltbarkeit dieser Anlagen erhöhte Anforderungen in bezug auf vorsichtige und gediegene, auf reiche Erfahrungen gestützte Durchbildung.

Wesentlich ist, daß der Brennstoff in der Sortierung gleichmäßig anfällt, da sonst die am Rostanfang auf bestimmte Höhe eingestellte Schicht auf den einzelnen Stellen der Rostfläche während des Wanderns nach hinten zu verschieden rasch abbrennt. Dagegen spielt es für die Wirkungsweise der Feuerung keine besondere Rolle, ob der Brennstoff ganz aus größeren oder ganz aus kleineren Stücken besteht, in den Grenzen von Faustgröße bis herab zur Griesform; selbst Staubkohle läßt sich vorteilhaft verwenden. Vorwiegend kommen nur die feinkörnigeren Sorten in Betracht, weil solche am ehesten preiswürdig in gleichmäßiger Körnung zu beschaffen sind. Im Übrigen ist es mit Rücksicht auf die erreichbare Brennstoffausnutzung sowie die Betriebssicherheit der Feuerung erwünscht, daß die Kohle nicht zu geringen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen besitzt und im Feuer nicht stark backt. Anthrazitartige Brennstoffe sind ähnlich wie bei den soeben besprochenen Feuerungen mit bewegten Roststäben für die Verwendung auf dem Kettenrost wenig geeignet.¹⁾ Andererseits ist es auch hier keineswegs schwierig, gasreiche Kohlen vollkommen und rauchfrei zu verbrennen.

¹⁾ Die Entzündung anthrazitartiger Brennstoffe kann zwar durch entsprechende Gewölbeanordnung über dem Rostanfang befördert werden, da aber bei der sehr geringen Ausscheidung von flüchtigen Bestandteilen der Luftbedarf über dem Rost klein ist, treten leicht ungünstige Verhältnisse in bezug auf den Luftüberschuß ein. Außerdem neigen vornehmlich die mageren Brennstoffe vielfach zu schmierender Schlackenbildung.

Bei der vorbildlichen Bauart von Juckes lagen die Uebelstände, die einer allgemeinen Anwendung entgegenstrebten, wohl hauptsächlich darin, daß die Betriebssicherheit manches zu wünschen übrig ließ.

In erster Linie dürften das Anstauen der Schlacke an der Feuerbrücke und die geringe Haltbarkeit derjenigen Teile, welche der Wärmeeinwirkung am meisten ausgesetzt waren, zu unangenehmen Störungen Anlaß gegeben haben. Da jedoch die Bedienung des Rostes

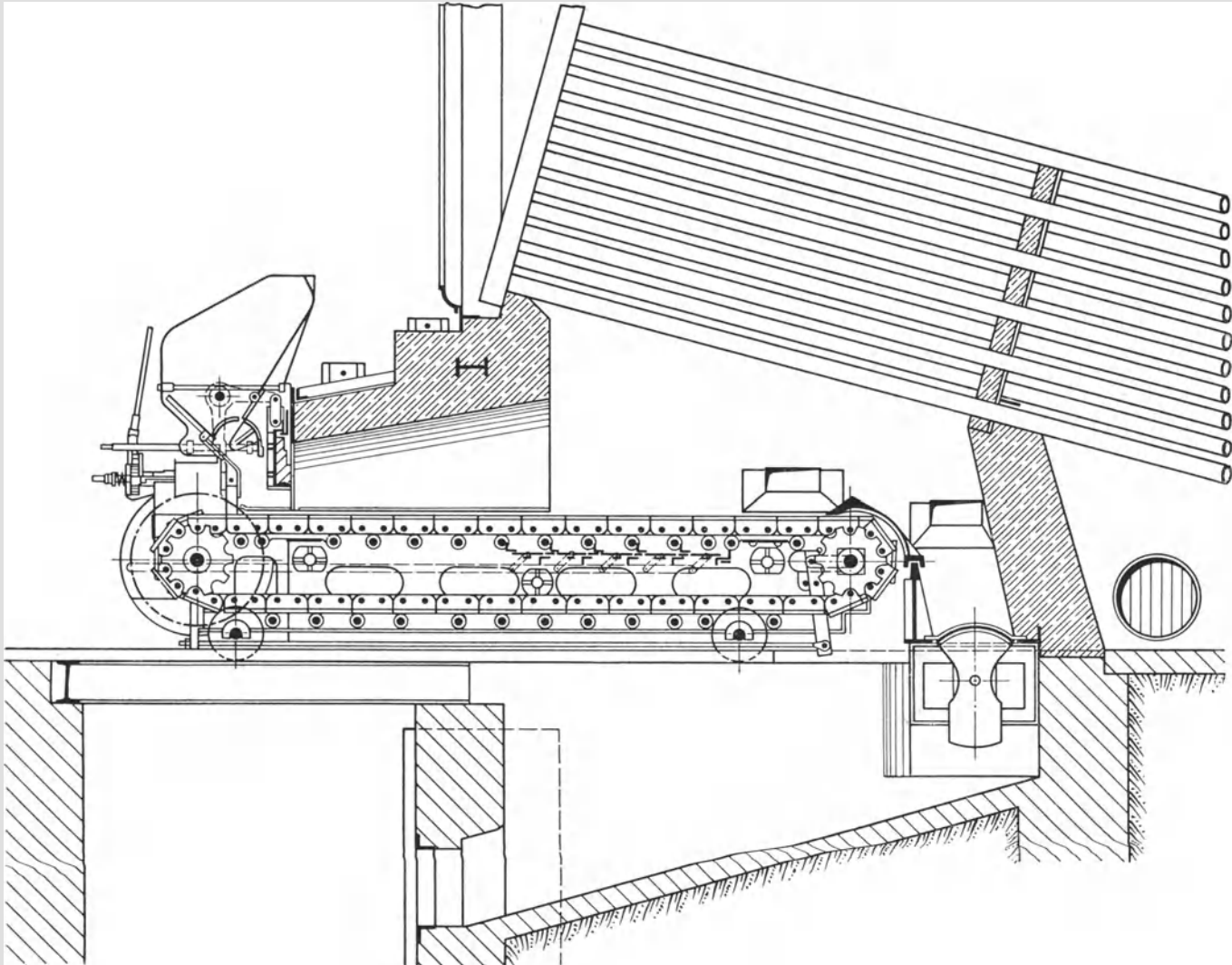


Fig. 285
Kettenrost-Feuerung von Babcock & Wilcox.

von Hand bei großen Wasserröhrenkesseln sich schwierig gestaltet, und die Herbeiführung vollkommener Verbrennung selbst bei Verwendung der ununterbrochen in kleinen Mengen selbsttätig beschickenden Wurfeinrichtungen nicht leicht — im Falle einer Gasführung senkrecht zu den Wasserröhren überhaupt nur mit mageren Brennstoffen — zu erreichen ist, so wurde nichts unversucht gelassen, um die als belangreich erkannten Vorteile, welche der Kettenrost hinsichtlich der Güte der Verbrennung und der Steigerungsfähigkeit der Rostgröße bzw. der Dampfleistung bot, für die Feuerung des Wasserröhrenkessels auszunutzen. Mit Genugtuung

darf man sagen, daß manche der an den ursprünglichen Bauarten im Laufe der Zeit getroffenen Anordnungen recht gute Erfolge gezeitigt haben.

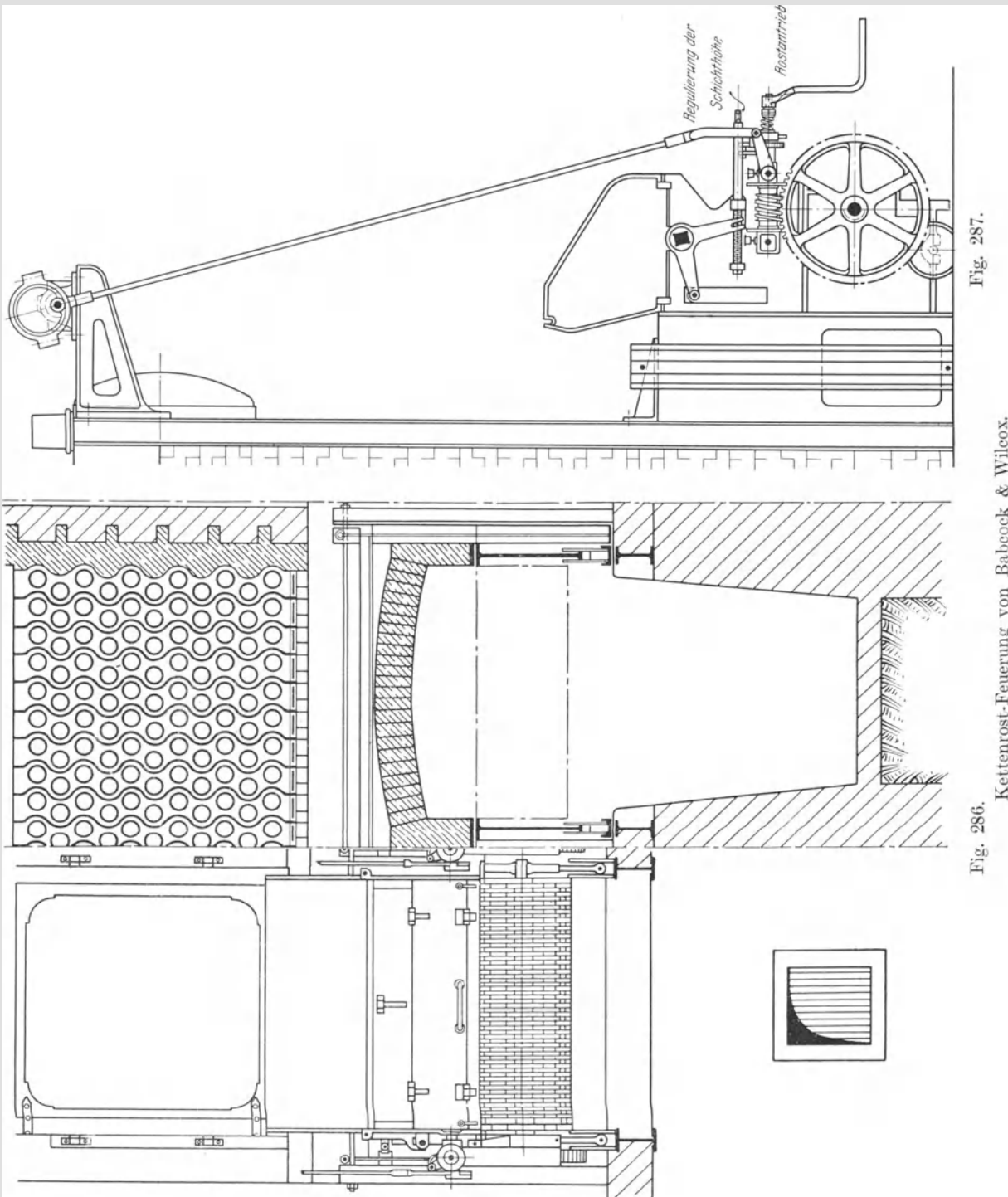


Fig. 287.

Fig. 286. Kettenrost-Feuerung von Babcock & Wilcox.

In Deutschland hat in erster Linie die Bauart der Deutschen Babcock und Wilcox-Dampfkesselwerke A.-G. in Oberhausen, Fig. 285—288, um das Jahr 1900 Eingang gefunden und seit dieser Zeit eine verbreitete Anwendung erlangt.

Die Kette besteht aus einer Anzahl nebeneinander liegender Stränge, die aus ungefähr $\frac{1}{4}$ m langen gußeisernen Roststabgliedern zusammengesetzt sind. Das Ganze ist als endloses Band über zwei Wellen mit darauf befestigten Kettenrädern gelegt, mit der oberen Fläche die eigentliche Rostbahn bildend. Diese Kettenradwellen sind, ebenso wie mehrere dazwischen angeordnete, zur Unterstützung der Kette dienende Walzen, in seitlichen Rahmen gelagert, welche auf 4 Rollen ruhen, um ein Herausfahren des Rostwagens aus dem Feuerraum zu gestatten. Die im Rahmen verschiebbaren Lager der hinteren Welle ermöglichen das Spannen der Kette. Die vordere Kettenradwelle steht mit einem Schneckengetriebe in Verbindung, welches der Rostbahn eine langsame ruckweise Bewegung nach dem Ende der Feuerung zu erteilt, indem von einer Exzenterstange aus durch Vermittelung von Hebel- und Schaltwerk (Schaltklinge und Schaltrad) die Schnecke gedreht wird. Indem der Rost unter dem Fülltrichter hinweg nach hinten wandert, rutscht auf seine ganze Breite der Brennstoff aus dem

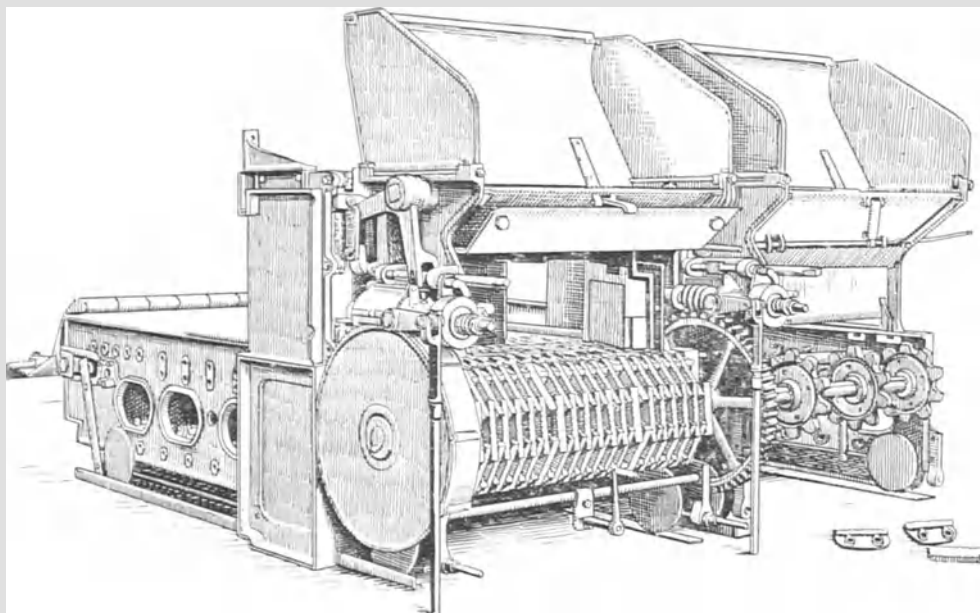


Fig. 288.

Kettenrost von Babcock & Wilcox.

abstellbar eingerichteten Trichter nach, um während des weiteren Weges durch den Feuerraum allmählich fortschreitend zur Entzündung, Entgasung und Verbrennung zu kommen. Hinter dem Trichter ist eine auf der Innenseite mit Schamotte verkleidete zweiflügelige Feuertür angeordnet, welche zwei Bewegungen zuläßt; ihre senkrechte Verstellbarkeit durch Winkelhebel und Spindel ermöglicht die Einstellung der anfänglichen Schichthöhe auf dem Rost, und durch Drehen der beiden Türflügel um ihre Angeln kann der Feuerraum zugänglich gemacht werden.¹⁾ Der vordere Teil des Feuerraumes ist durch ein Schamottegewölbe gebildet, das je nach seiner Formgebung mehr oder weniger stark auf die Entzündung und Entgasung des Brennstoffs einwirkt. Infolge des verschiedenen Abstandes vom Rost ist die Wärmeeinwirkung des Gewölbes auf die Verbrennung der Kohle seitlich stärker als in der Mitte der Rostfläche. Zu frühem Abbrand an den Seiten wird dadurch begegnet, daß stellbare Einlagen (sog. Konuse) an der Innenfläche der Feuertüren den Brennstoff schräge, und

¹⁾ Beim selbsttätigen Betrieb bildet indessen der vom Trichter zum Rost beständig nachsinkende Brennstoff einen Wall hinter der geschlossenen Feuertür. Der Trichter muß daher abgeschlossen sein, bevor der Feuerraum zugänglich wird.

zwar von der Mitte aus ansteigend, abstreichen. Die anfängliche Schichthöhe ist somit seitlich stärker. Am Ende der Rostbahn ist ein gußeiserner Schlackenabstreicher angeordnet, der mit seinem unteren Ende auf einer Schiene lose gelagert ist und vermöge seines Eigengewichtes auf dem Rost aufliegt. Der größte Teil der auf der Kette mitgebrachten Rückstände einschließlich der etwa noch nicht verbrannten Glut gelangt somit nicht unmittelbar in den Aschefall, sondern über den Abstreicher hinweg in den hinter ihm befindlichen Raum. Dieser ist gegen den Aschefall durch einen drehbaren Trommelsektor verschlossen, welcher zwecks Entfernung der Rückstände in angemessenen Zeiträumen vom Heizerstand aus geöffnet werden kann. Auf diese Weise sollen die abgeschobenen verbrennlichen Bestandteile möglichst ausgenutzt und zugleich eine Erwärmung der hinteren Teile, welche den schwächsten Punkt der Kettenrostfeuerungen bilden, abgehalten werden. Haben sich indessen Schlackenstücke auf dem Rost festgebakt, so weicht der Abstreicher aus und läßt dieselben unmittelbar in den Aschefall gelangen. Die Verbrennungsluft durchströmt zunächst das rückkehrende Trumm der Kette, diese kühlend und sich selbst erwärmend. Zwischen den hinteren Stützwälzen sind einige Drehklappen angeordnet, welche eine Drosselung der Lufteinströmung vom Heizerstand aus ermöglichen.

Während eine bestimmte und regelmäßige Schichthöhe am Rostanfang (im allgemeinen 100—150 mm) durch Einstellen der Feuertür in entsprechender Höhe über dem Rost erhalten wird, ist die Vorschubgeschwindigkeit des Rostes (bis zu rd. 100 mm in der Minute) dadurch regelbar, daß mehr oder weniger Zähne des Schaltrades von der drehbaren Verschalung überdeckt werden, ähnlich wie bei der auf S. 184 besprochenen Leach-Feuerung. Zuweilen wird der Rostantrieb anstatt durch Exzenter auch durch Triebkette vermittelt und somit an Stelle der ruckweisen Bewegung eine ununterbrochene erhalten. Im Notfall läßt sich, wie übrigens bei allen neueren Kettenrosten, mittels einer aufzusteckenden Kurbel die Bewegung des Rostes von Hand vornehmen; auch die Beschickung kann nach Abstellung des Kohlentrichters durch die zweiflügelige Tür mittels Handschaufel erfolgen.

Der Vorgang einer allmählich fortschreitenden Entgasung und daran anschließenden weiteren Verbrennung der auf der Kette mitgeführten Kohle vollzieht sich auf der vorderen Hälfte bis zwei Dritteln des zurückzulegenden Weges in sehr vorteilhafter Weise. Schwieriger ist es, die Verhältnisse auf dem Rest des Weges bis zu den Abstreichern gleich günstig beizubehalten. In erster Linie um einem Warmwerden der hinteren Feuerungsteile, besonders der Abstreicher sowie einem Festkleben der Schlacke möglichst zu steuern, soll die Verbrennung am Ende der Rostbahn vollendet sein. Andererseits muß aber der Rost bis zum Schluß ordentlich bedeckt bleiben, wozu die unverbrennlichen Rückstände nicht genügen, wenn übermäßiger Luftüberschuß ferngehalten werden soll. Es ist deshalb notwendig, daß Rostbewegung und Brenngeschwindigkeit bzw. Zugstärke, die zugleich dem jeweiligen Dampfbedarf anzupassen sind, immer im richtigen Verhältnis zueinander stehen. Die vorn einzustellende Schichthöhe hat sich mehr nach der Brennstoffgattung und -Beschaffenheit (Zusammensetzung und Sortierung) zu richten. Wichtig ist, daß in einer freiliegenden Seitenwand des Feuerraums die Anordnung genügend großer Schaukasten, wie z. B. in Fig. 285 vorgesehen, möglich ist, um die Vorgänge in der Feuerung bequem beobachten und danach die Regulierungen richtig treffen zu können. Diese Öffnungen müssen so angeordnet sein, daß sie bei Unregelmäßigkeiten in der selbsttätigen Schlackenbeförderung und der Rostbedeckung Nachhilfe von Hand leicht ausführen lassen. Auf die Regulierungen kommt hinsichtlich der vorteilhaften Arbeitsweise sehr viel an; sie erheischen verständige und aufmerksame Bedienung, insbesondere bei stark und unregelmäßig wechseln-

der Dampfentnahme, sowie bei vorkommenden größeren Pausen vollständigen Stillstandes. Die körperliche Inanspruchnahme des Heizers ist dagegen gering.

Je mehr die Kohle in ihrer Beschaffenheit ungleichmäßig fällt, um so mehr wird sich die Rostbedeckung nach hinten unregelmäßig ergeben. Werden dann zur Verhütung eines großen Luftüberschusses Vorschub und Schichthöhe so gewählt, daß zu früh abgebrannte Stellen nicht entstehen, so wird andererseits stellenweise zu viel Glut am Rostende anlangen. Die angestaute und über den Abstreicher hinweg geschobene Glut kann zwar weiterbrennen, jedoch mit dem Übelstand, daß die hinteren Feuerungsteile, besonders auch die Abstreicher starker Erwärmung ausgesetzt sind und ungünstiges Verhalten der Schlacke unterstützt wird.

Bei Kohlen, deren Schlacke nicht leicht zum Schmelzen neigt, wird letztere durch den Abstreicher ohne Schwierigkeit vom Rost gelöst; hat sich jedoch die Schlacke auf dem Rost festgebrannt, so können Hemmungen in der Bewegung nicht ausbleiben. Aus diesem Grunde fordert der Kettenrost die Verwendung möglichst gleichmäßig beschaffener Brennstoffe.

Der Kraftaufwand wird von den Babcockwerken zu $\frac{1}{2}$ PS für einen Kessel angegeben; bei regelrechter Wirkungsweise scheint er auch erfahrungsgemäß $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ PS pro Rost zu betragen.

Von den in Zahlentafel 21 enthaltenen Versuchsergebnissen wurden Nr. I und II¹⁾ an einem Babcock & Wilcox-Wasserröhren-Kessel bei Verheizung einer englischen Nußkohle mit ungefähr 30 vH flüchtigen Bestandteilen (ohne Wasser) ermittelt. Obwohl der Abwärmeverlust nicht gerade klein ausfiel, war die Brennstoffausnutzung eine gute, da im Restglied der Wärmebilanz keine Verluste durch unvollkommene Verbrennung zum Ausdruck kommen. Auch die fortlaufend in vierminütlichen Pausen durchgeführten Heizgasuntersuchungen auf Kohlensäure-, Sauerstoff- und Kohlenoxyd Gehalt konnten dauernd vollkommene Verbrennung nachweisen, und die Rauchentwicklung war, soweit dies beobachtet werden konnte, sehr gering, was als besonderer Vorzug beim Betrieb von Wasserröhrenkesseln mit einer Gas-kohle empfunden werden muß.

In dieser Hinsicht wird auch die Feuerung immer weitgehende Ansprüche befriedigen. Etwas weniger günstig liegen die Verhältnisse bezüglich des Luftüberschusses bei der Verbrennung. Schon um die Gefahr der Hemmung des Rostes und der Beschleunigung des Verschleißes der hinten liegenden Teile zu mindern, wird der Heizer gerne geneigt sein, die Schicht hinten zu früh abbrennen zu lassen, was rasch eine erhebliche Zunahme des Luftüberschusses zur Folge hat. Auch die Spalte, welche zwischen Rostbahn und Abstreicher dadurch entsteht, daß der letztere etwas angehoben wird durch die überstehenden Kanten der hinten sich wendenden Rostglieder, kann zuweilen zur Erhöhung des Luftüberschusses einiges beitragen. Allerdings kommt ein Luftzutritt an dieser Stelle ebenfalls wieder der Kühllhaltung des Abstreichers zugute.

An dem vorstehend beregten Kessel mit 300 qm Heizfläche werden übrigens im Dauerbetrieb in zufriedenstellender Weise bei vollkommener Verbrennung durchschnittlich 10 v H Kohlensäuregehalt in den abziehenden Gasen festgestellt. Die Feuerung hat sich bei Verwendung der nicht allzu rückständearmen, auf dem Rost nicht schmierenden Kohle, welche auch nicht backt, während einer 5 jährigen Betriebsdauer (nur Tagesbetrieb) gut erhalten und hat außergewöhnliche Ausbesserungen nicht notwendig gemacht.

1) Vergl. Jahresbericht 1905, S. 33 und 34, sowie 1906, S. 17 des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg. Die kleinen Unterschiede in der Wärmebilanz gegenüber den dortigen Angaben begründen sich dadurch, daß hier für die spez. Wärme cp des überhitzten Dampfes die neueren Werte von Knoblauch und Jacob eingeführt wurden.

Bauart des Kessels	Wasserrohrkessel									
	Kettenrost									
Heizfläche, Kessel (wasserberührte) qm	300		420		420					
„ Überhitzer „	55		47,12		65					
Rostfläche „	7,44		6,32		6,32					
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:40		1:66		1:66					
Versuch Nr.	I		II		III		IV		V	
Datum des Versuchs	9. VIII. 05		10. VIII. 05		—		29. XI. 01		21. VIII. 02	
Dauer des Versuchs	9 1/2 st		9 st 35 min		—		8 st 54 min		8 st	
Brennstoff:	Yorkshire nuts		Oberschles. Staubkohle		Oberschles. Grieskohle					
verheizt im ganzen kg	6924		6774		—		9174		6782	
„ in der Stunde „	729		707		—		1031		848	
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	98		95		144		163		134	
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	2,43		2,36		2,17		2,46		2,02	
Höhe der Kohlschicht am Rostanfang . mm	115—120		115—120		—		110—115		140	
Rückstände: im ganzen kg	604,5		521		—		651		547	
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH	8,73		7,69		11,55		7,1		8,06	
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben . „	24,6		20,8		13,4		—		—	
Speisewasser: verdampft im ganzen . . . kg	52365		50554		—		66325		51570	
verdampft in der Stunde „	5512		5275		—		7452		6446	
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	18,37		17,58		18,19		17,74		15,53	
Temperatur °C	35,1		36,7		87		60,5		61	
Dampf: Überdruck kg/qcm	11,1		11,3		7,9		5,8		6,4	
Temperatur hinter dem Überhitzer . . . °C	299		317		232		224		199	
Erzeugungswärme im Kessel WE	628,5		627,2		572,5		595,6		596,1	
„ im Überhitzer „	60,5		69,4		32,1		32,4		18,2	
„ zusammen „	689,0		696,6		604,6		628,0		614,3	
Heizgase im ersten Zug: CO ₂ - Gehalt . . . vH	—		—		12,3		—		—	
CO ₂ +O „ „	—		—		17,9		—		—	
Luftüberschuß „	—		—		35		—		—	
Heizgase am Kesselende: CO ₂ - Gehalt . . . „	9,5		9,7		9,1		9,8		12,8	
CO ₂ +O „ „	19,4		19,7		17,8		20,0		20,0	
Luftüberschuß ca. „	95		90		65		—		—	
Temperatur °C	274		293		243		282		291	
Verbrennungsluft „	30		27		—		19		31	
Zugstärke: im Feuerraum mm WS	2,5—3,0		3,0		—		—		—	
am Kesselende „	8,5		9,5		17,5		15,0		8,5	
Verdampfung:										
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser . . kg	7,56		7,46		8,40		7,23		7,60	
b) berechnet auf Dampf von 100 °C aus Wasser von 0 °C (637 WE) „	8,18		8,16		7,92		7,13		7,33	
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung:										
a) im Kessel	4751	68,0	4679	66,9	4809	70,6	4306	72,2	4530	74,3
b) im Überhitzer	457	6,6	518	7,4	270	4,0	234	3,9	138	2,3
zusammen	5208	74,6	5197	74,3	5079	74,6	4540	76,1	4668	76,6
Verloren:										
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	1132	16,2	1221	17,5	1272	18,7	1038	17,4	805	13,2
b) in den Rückständen	174	2,5	130	1,9	125	1,8	389	6,5	622	10,2
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	471	6,7	442	6,3	329	4,9				
Summe = Heizwert des Brennstoffs	6985		6990		6805		5967		6095	

tafel 21.

„Babcock und Wilcox“													
„Babcock und Wilcox“													
420				2 × 325				200					
65,52				2 × 75				—					
6,32				2 × 9,21				4,12					
1 : 66				1 : 35				1 : 48					
VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
22.VIII.02		23.VIII.02		9. III. 09		10. III. 09		23. VIII. 09		24. VIII. 09		25. VIII. 09	
8 st		8 st		8 st		7 st 17 min		7 st		9 st		9 st 6 min	
Nr. 1, „Königsgrube“				Northumberland steam smalls				Cowpen u. Bothal nuts		Scotch washed nuts & beans			
6960		6681		18330		11373		3844		4863		7267	
870		835		2291		1562		549		540		799	
138		132		124		85		133		131		194	
2,07		1,99		3,53		2,41		2,8		2,7		4,0	
140		140		100		95		120		120		130	
623,2		537,2		2597		1670		565		493		707	
8,95		8,04		14,2		14,7		14,7		10,2		9,7	
—		—		—		—		15,6		13,9		22,2	
54000		51600		96833		66851		24345		31213		46519	
6750		6450		12104		9179		2478		3468		5112	
16,07		15,36		18,6		14,1		17,4		17,3		25,6	
58,6		58,5		17,1		26,4		22,5		22,5		29,5	
6,3		6,0		13,9		14,0		12,6		13,0		12,7	
211		209		337		308		304		302		321	
598,5		598,0		653,3		644,1		646,9		647,2		640,0	
24,5		24,3		76,5		61,5		60,7		58,9		69,5	
623,0		622,3		729,8		705,6		707,6		706,1		709,5	
—		—		—		—		—		—		—	
—		—		—		—		—		—		—	
—		—		—		—		—		—		—	
13,3		13,3		9,1		11,5		12,1		11,8		12,4	
20,0		20,0		19,5		19,1		19,2		19,1		19,1	
—		—		100		55		55		60		50	
268		244		317		274		273		272		300	
32		29		16,5		23		27,5		21,5		26,0	
—		—		7,5		3,5		4,0		4,0—5,0		6,5—9,5	
8,5		8,5		15,5		5,0		11,0		10,0		20,5	
7,76		7,72		5,28		5,88		6,33		6,42		6,39	
7,59		7,54		6,05		6,51		7,03		7,12		7,12	
WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
4644	73,9	4617	73,8	3449	64,3	3788	72,2	4095	69,2	4155	69,8	4090	67,7
190	3,0	187	3,0	404	7,5	361	6,9	384	6,5	378	6,3	444	7,3
4834	76,9	4804	76,8	3853	71,8	4149	79,1	4479	75,7	4533	76,1	4534	75,0
723	11,5	656	10,5	1155	21,5	746	14,2	782	13,2	833	14,0	863	14,3
731	11,6	793	12,7	362	6,7	350	6,7	186	3,1	115	1,9	174	2,9
								475	8,0	475	8,0	471	7,8
6288		6253		5370		5245		5922		5956		6042	

Der weitere in Zahlentafel 21 angefügte Versuch Nr. III wurde vom Oberschlesischen Überwachungsverein Kattowitz,¹⁾ Nr. IV—VII vom Schlesischen Verein zur Überwachung von Dampfkesseln, Breslau, durchgeführt. Die Angaben über die Rauchentwicklung lauten: „fast rauchlos“ bzw. „ganz rauchschwach“. Die letzteren beziehen sich auf vier Kessel gleicher Bauart und Größe. Die erheblichen Beträge für die Restverluste der Versuche V—VII lassen vermuten, daß durch unverbrannte Gase gewisse Wärmemengen verloren gingen. Auffallend ist, daß bei diesen sämtlichen vier Versuchen die Summen der angegebenen Kohlensäure- und Sauerstoffgehalte in den Abgasen doch ganz gleichmäßig 20,0 v H ergeben.

Bei den vom Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, durchgeführten Versuchen VIII und IX sowie X—XII wurden geringwertige und gasreiche Kohlen verfeuert. Die Verbrennung erfolgte durchgehends befriedigend vollkommen und nahezu rauchlos bei geringem Luftüberschuß. Infolge der für den verwendeten Brennstoff nicht gerade zweck-

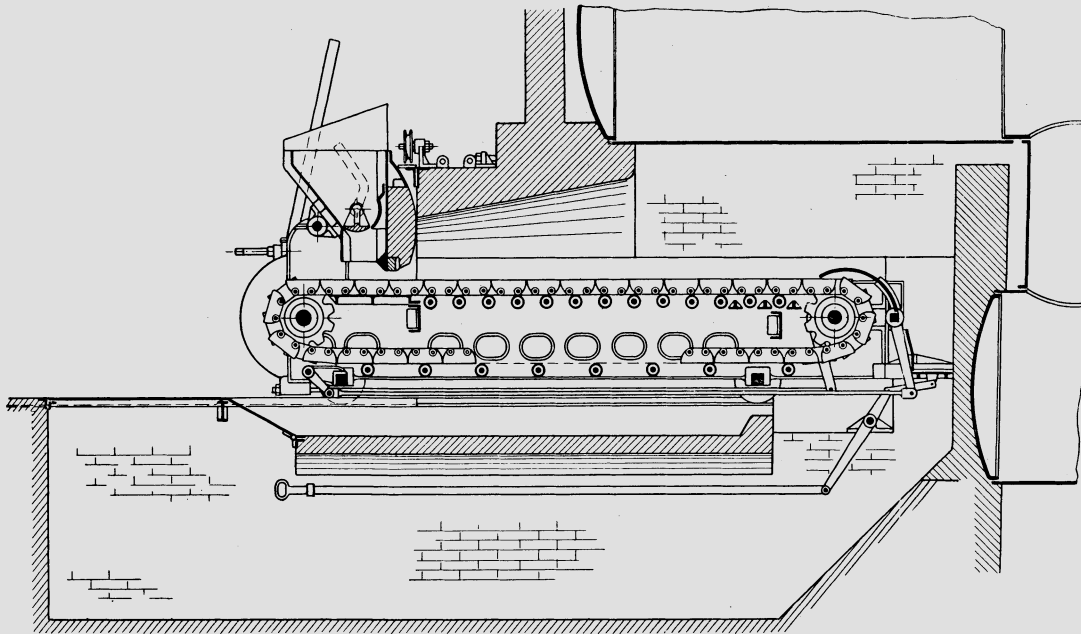


Fig. 289.
Kettenrost von Zutt.

mäßigen Gestalt des Entgasungsgewölbes verhielt sich bei den Versuchen VIII und IX die Schlackenbildung ziemlich ungünstig. An der mittleren Stützzunge des Gewölbes, sowie am seitlichen Mauerwerk setzte sich die Schlacke fest; der Vorschub und Abbrand des Brennstoffs mußte durch fleißige Nachhilfe seitens des Heizers geordnet werden. Die Ergebnisse der drei letzten Versuche wurden mit wesentlich geringerer Inanspruchnahme des Heizers erzielt. Beachtenswert ist die bei $25\frac{1}{2}$ kg Dampfleistung pro Stunde und qm Kesselheizfläche (710 WE Erzeugungswärme) noch erreichte Brennstoff-Ausnutzung von 75 %.

Der Wanderrost von H. Zutt in Mannheim, mit einigen Änderungen ausgeführt von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau Akt.-Ges. in Dessau-Berlin,²⁾ nach Fig. 289 und 292. Die Rostbewegung bewirkt wieder ein durch Exzenter betätigtes Schaltwerk und Schneckengetriebe. Der jedesmalige Ausschlag der Schaltklinke und die Vorschubgeschwindigkeit des

¹⁾ S. Jahresbericht 1904-05 dieses Vereins.

²⁾ Die Kettenroste dieser Firma wurden u. a. namentlich auch von den Oberschlesischen Kesselwerken B. Meyer, G. m. b. H., Gleiwitz, an ihren Wasserrohrkesseln angewandt.

Rostes ist durch Veränderung des Kulissenhebels, an dem die Exzenterstange angreift, regelbar. Die Übertragung vom Schaltrad auf die Schnecke erfolgt mittels Kegelräder. Zum Regulieren der Schichthöhe dient die Verstellbarkeit des Fülltrichters um eine wagrecht gelagerte Drehaxe (s. Fig. 291 und 292). Die eigenartig gestaltete Trichterrückwand bildet zugleich den vorderen Abschluß der Feuerung. Die an einem Zeigerwerk bequem erkennliche Schichthöhe ist durch die jeweilige Höhenlage der nach dem Feuerraum zu gelegenen unteren Kante des Trichters gegeben, welche als besondere Abstreichleiste ausgebildet ist, indem sie sich aus kurzen gußeisernen Stücken zusammensetzt, deren jedes unter der Einwirkung der

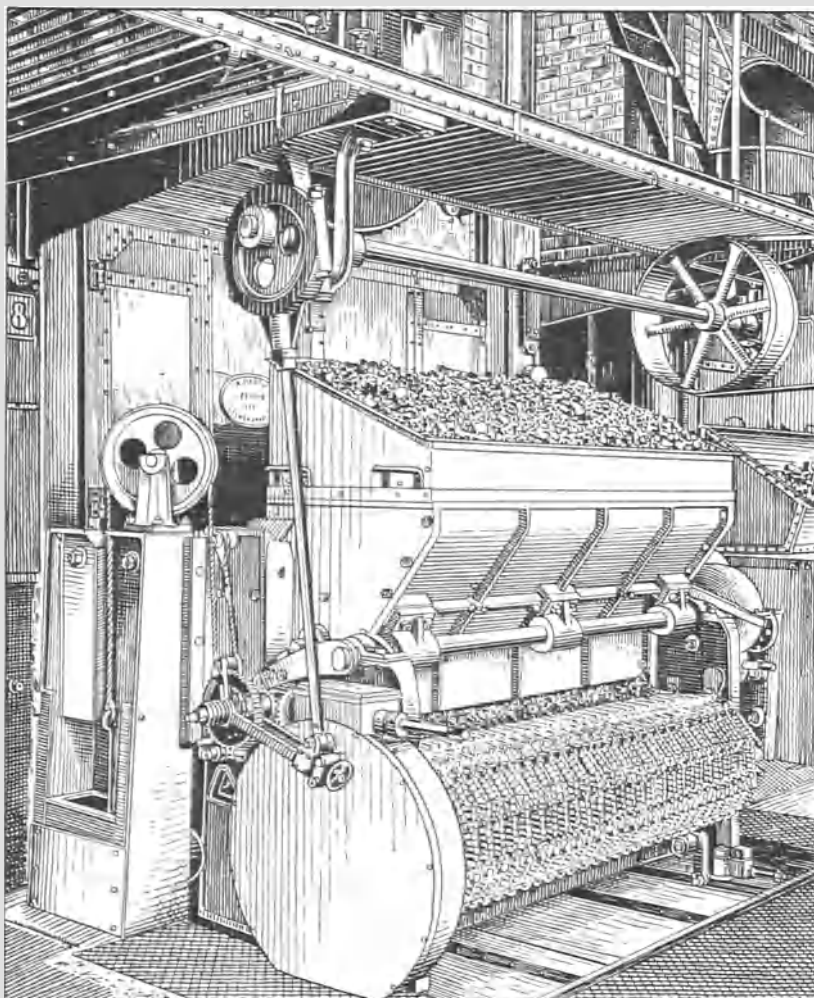


Fig. 290.
Kettenrost von Zutt.

Ein Drehschieber ermöglicht, das Nachrutschen des Brennstoffes aus dem Trichter abzustellen. Das Gewicht des letzteren ist durch ein seitliches Gegengewicht teilweise ausgeglichen, so daß sich das Einstellen der Schichthöhe und vollständige Umlegen des Trichters mittels Schneckengetriebes und Handkurbel leicht bewerkstelligen läßt (Fig. 292) und der Feuerraum bequem zugänglich ist.

Der Schlackenabstreicher (Schlackenstauer) ist um eine vom Heizerstande aus drehbare Achse angeordnet und übergreift die überstehenden Spitzen der umkehrenden Stäbe. Er legt sich mit seiner vorderen Kante nicht unmittelbar auf die Rostbahn, sondern wird in geringer

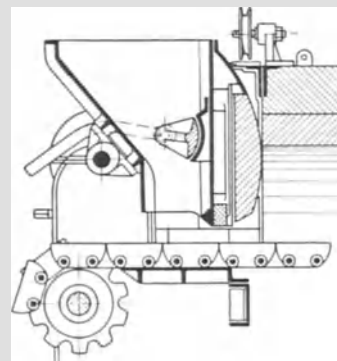


Fig. 291.

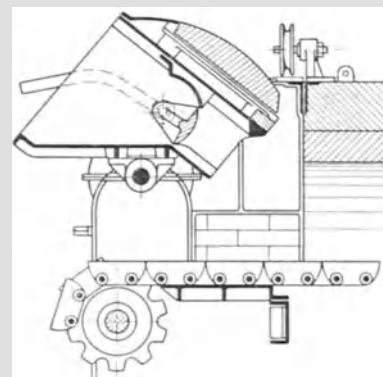


Fig. 292.

strahlenden Wärme sich frei dehnen kann. Abstreichleiste, sowie Trichterrückwand sind gegen den Feuerraum noch durch Schamottesteine geschützt.

Höhe über derselben durch einen Anschlag schwebend gehalten. Nötigenfalls kann der aus Stahlguß hergestellte Abstreicher mit Dampf gekühlt werden, um seine Haltbarkeit zu erhöhen. Der Raum hinter dem Rost ist nach dem Aschefall durch eine von außen mittels Hebel drehbare Klappe verschlossen. Zwischen den hinteren Stützwälzen ist die Luftzuströmung zum Rost etwas behindert.

Die schwebende Lagerung des Abstreichers soll gegen Hängenbleiben desselben in der Kette und gegen Steigerung des Kraftbedarfs erhöhte Gewähr bieten. Die gewählte Anordnung des Trichters hat den Vorzug der leichten Zugänglichkeit des Feuerraumes, jedoch ist einem dichten Abschluß zwischen Trichter und Feuerung, ebenso wie bei der Anwendung eines dazwischen liegenden senkrechten Stellschiebers der vorhin besprochenen Bauart namentlich bei Verheizung nur mäßig gasreicher Brennstoffe entsprechende Sorgfalt und Aufmerksamkeit zuzuwenden, um dem Zutritt überschüssiger Luft möglichst vorzubeugen.

Zahlentafel 22 enthält Versuchsergebnisse, welche an Wasserrohrkesseln mit Wanderrostfeuerung Bauart Zutt-BAMAG gewonnen wurden. Die Versuche Nr. I und II entstammen der Elektrizitätszentrale A. Borsig in Tegel bei Berlin, Nr. III wurde vom Dampfkessel-Revisionsverein der Provinz Ostpreußen, Königsberg, IV und V vom Oberschlesischen Überwachungsverein, Kattowitz, jeweils an einem von den Oberschlesischen Kesselwerken B. Meyer, G. m. b. H., Gleiwitz, gebauten Wasserrohrkessel ausgeführt. Bemerkenswert sind namentlich die beiden letzten Versuche, die mit Verwendung einer ober-schlesischen Staubkohle noch 72 vH Ausnutzung bei 21 und 24¹/₂ kg Dampferzeugung in der Stunde auf 1 qm Heizfläche aufweisen. Die stündliche Dampfleistung der Kesseleinheit belief sich auf rund 9500 und 11000 kg. Der Kessel wurde für 14 Atm. Spannung gebaut, mußte aber mit 8 bis 9 Atm. betrieben werden, da er den Dampf in die gemeinsame Leitung einer bestehenden Anlage abgab. Wie bei den letzten Versuchen der Zahlentafel, so dürfte auch hier der Restverlust einen gewissen Betrag für unverbrannte Gase in sich schließen, obwohl die Feuerung fast rauchlos gearbeitet hatte. Auch die Summe der angegebenen Kohlensäure- und Sauerstoffgehalte in den Abgasen weisen auf nicht ganz vollkommene Verbrennung hin. Am Ende des ersten Zuges scheint namentlich nach den Ermittlungen an der betreffenden Meßstelle beim Versuch mit der stärkeren Belastung die Verbrennung noch nicht beendet gewesen zu sein (vgl. auch S. 279).

Die Anordnung von L. & C. Steinmüller in Gummersbach, ist durch Fig. 293 und 294 veranschaulicht. Unterschiede gegenüber den bereits besprochenen Kettenrosten beziehen sich im wesentlichen auf die Einstellung der Schichthöhe und die Abnahme der Rückstände. Der hinter dem Trichter durch Drehen eines Handrades in senkrechter Richtung verstellbare Schieber zur Regulierung der Schichthöhe wird nur bei Rostbreiten bis zu 1400 mm einteilig ausgeführt. Bei breiteren Rosten besteht er aus zwei mit Feuertüren für Handbeschickung versehenen Hälften, deren gegenseitige Lage durch Drehen einer senkrechten Spindel so verändert werden kann, daß die anfängliche Schicht an den Seiten eine andere Höhe erhält als in der Mitte. Durch diese Regelbarkeit der Brennstoffschicht soll verschieden raschem Abbrand, soweit er von der Einwirkung des seitlichen Mauerwerks und des als Wärmespeicher über den vorderen Rostteil gespannten Gewölbes, sowie endlich von der nicht an allen Stellen der Rostfläche gleich lebhaften Luftzuströmung beeinflusst wird, Rechnung getragen werden.¹⁾

¹⁾ Beim Kettenrost der Green Engineering Co. (S. 253) sollen gleichmäßige Erhitzung und Abbrand der Schicht über die ganze Rostbreite dadurch erreicht werden, daß der Wärmespeicher über dem vorderen Rostteil nicht bogenförmig als gesprengtes Gewölbe, sondern ganz gerade ausgebildet ist. An quer zum Feuerraum gelagerten U-Trägern sind eiserne Schienen befestigt, und an den letzteren die feuerfesten Formsteine aufgehängt, aus welchen der Wärmespeicher sich zusammensetzt.

Die hintere Abstreichvorrichtung besteht aus dem auf der Rostbahn aufliegenden Schlackenbrecher und davon abhängiger Gleitplatte. Der erstere wird durch ein außen gelegenes Hebelgestänge beständig auf dem Rostende hin- und hergeschoben. Dadurch soll angeblich fortwährendes Lockern, sicheres und selbsttätiges Abführen der Rückstände und erhöhte Haltbarkeit der Abstreicher erreicht werden. Die lose gelagerte Gleitplatte reicht mit ihrem

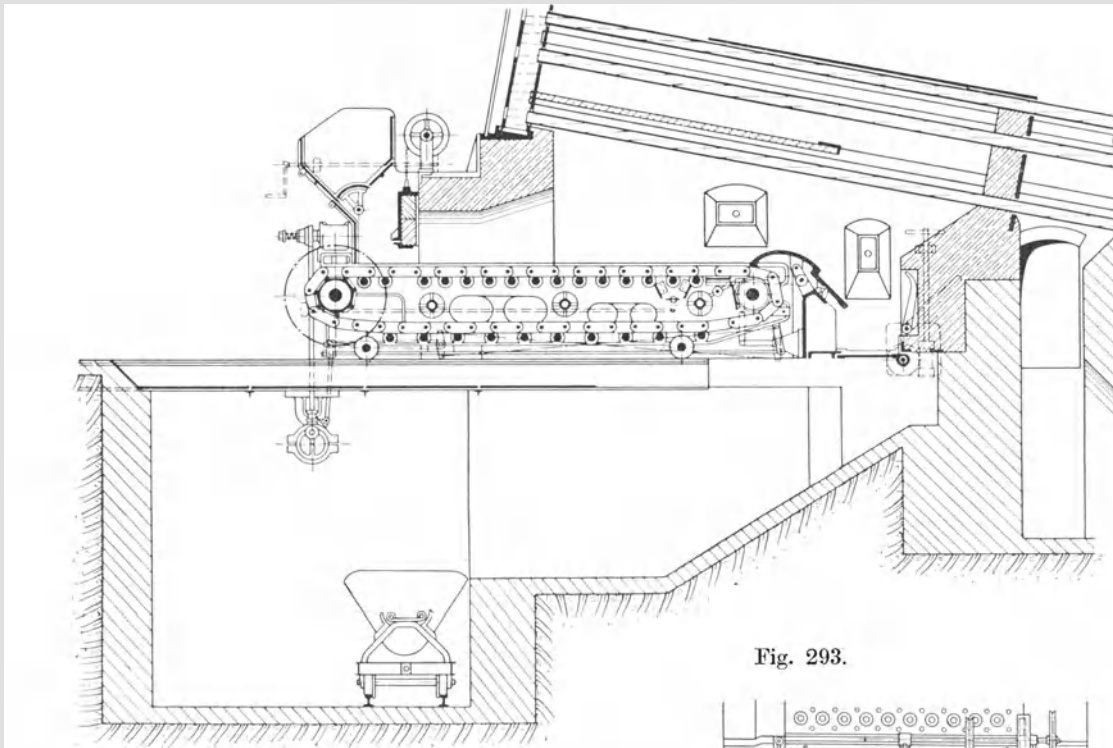


Fig. 293.

oberen Ende unter den Brecher und befindet sich in Abhängigkeit von demselben dauernd in Bewegung. Nach dem Aschefall zu ist der Rückstandesammelraum durch Klappen abgeschlossen, die von außen mit Schneckengetriebe zu bedienen sind. Außerdem sind Brecharme vorgesehen zum Auflockern etwa zusammengebackter und festgesetzter Schlacken, die ein Stauen in der Durchlaßöffnung bewirken würden.

Das Schaltwerk für den Antrieb des Rostes ist mit einer sich selbsttätig lösenden Alarmkupplung ausgestattet, welche die Rostwanderung unterbricht und zugleich durch ein hervorgerufenen Geräusch auf die Störung aufmerksam macht, sobald der Bewegungswiderstand infolge irgend einer Unregelmäßigkeit eine gewisse Grenze überschreitet.

Der Kraftbedarf eines einfachen Kettenrostes wird je nach dessen Größe von der Fabrik auf $\frac{1}{2}$ —1 PS angegeben, wobei die Antriebswelle 30—40 Umdrehungen in der Minute macht.

Bemerkenswert ist, daß der Berechnung der Steinmüller-Kessel früher 15—18 kg Dampfleistung in der Stunde auf 1 qm Kesselheizfläche zugrunde gelegt worden ist, neuerdings dagegen eine solche von 20—25 kg bei 70 bis 75 vH Brennstoffausnutzung garantiert wird.

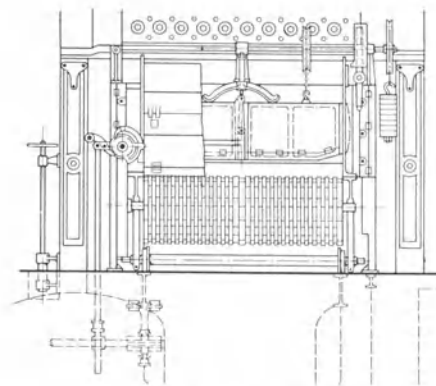


Fig. 294.

Steinmüller-Kettenrost.

Zahlentafel 22.

Bauart des Kessels	Wasserrohrkessel									
	Wanderrost Zutt-BAMAG									
Heizfläche, Kessel (wasserberührte) qm	201,5	201,5	184	451,4						
„ Überhitzer „	—	—	—	75						
Rostfläche „	4,2	4,2	3,9	11,388						
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:48,0	1:48,0	1:47,2	1:39,7						
Versuch Nr.	I	II	III	IV	V					
Datum des Versuchs	30. III. 06	3. IV. 06	18. XI. 05	27. III. 07	10. IV. 07					
Dauer „ „	8 st 10 min	8 st 6 min	7 st 55 min	8 st	12 st					
Brennstoff:	Engl. Smalls „Nearfield“	Engl. Smalls „Nearfield“	Engl. Steam-smalls „Newcastle“	Oberschles. Staubkohle „Königsgrube“						
verheizt im ganzen kg	3786	4488	2760	10329	18130					
„ in der Stunde „	463,4	554,1	348,6	1290	1510,8					
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	110	132	89,4	113,3	132,7					
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „	2,30	2,75	1,89	2,86	3,35					
Rückstände: im ganzen	—	—	—	1034	2155					
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes vH	12,6	13,8	12,8	10,2	11,89					
Verbrenliches (Kohlenstoff) in denselben „	—	—	—	14,47	11,06					
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	27380	31195	19055	76137	132080					
verdampft in der Stunde „	3353	3851	2407	9517	11006					
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	16,6	19,2	13,1	21,08	24,38					
Temperatur °C	41,5	43,5	60	81,8	77,4					
Dampf: Überdruck kg/qcm	9,1	9,7	11,6	8,0	8,4					
Temperatur hinter dem Überhitzer °C	213,5	222	259	274,3	286,5					
Erzeugungswärme im Kessel WE	619,7	618,6	604,2	577,9	582,8					
„ im Überhitzer „	20,3	23,2	39,8	53,0	56,5					
„ zusammen „	640,0	641,8	644,0	630,9	639,3					
Heizgase am Ende des ersten Zuges:										
CO ₂ -Gehalt vH	—	—	—	15,2	13,9					
CO ₂ +O-Gehalt „	—	—	—	17,1	15,2					
Temperatur vor dem Überhitzer °C	—	—	—	615	655					
„ nach „ „ „	—	—	—	455	519					
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH	10,0	9,3	9,3	11,8	12,8					
CO ₂ +O-Gehalt „	—	—	—	18,1	18,0					
Luftüberschuß „	—	—	—	40	39					
Temperatur °C	277	300	258	links 271 rechts 287	links 276 rechts 319					
Verbrennungsluft „	—	—	—	13,7	12,4					
Zugstärke: am Ende des ersten Zuges mmWS	—	—	—	3,4	6,2					
am Kesselende „	12,0	17,0	5,5	16,5	22					
Verdampfung:										
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	7,23	6,95	6,90	7,38	7,29					
b) ber. auf Dampf v. 100° C aus Wasser v. 0° C (637 WE) „	7,26	7,00	6,98	7,31	7,32					
c) ber. auf die dem Lieferungsvertrag zugrunde gelegten Betriebsverhältnisse (621,5 WE), d. h. Dampf von 14 kg/qcm und 260° C Überhitzung aus Wasser von 80° C „	—	—	—	7,50	7,50					
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung:										
a) im Kessel	4480	72,8	4299	69,9	4169	71,0	4265	66,0	4249	65,4
b) im Überhitzer	147	2,4	161	2,6	275	4,7	391	6,1	412	6,4
zusammen	4627	75,2	4460	72,5	4444	75,7	4656	72,1	4661	71,8
Verloren:										
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	1027	16,7	1205	19,6	974	16,6	977	15,1	983	15,1
b) in den Rückständen	496	8,1	485	7,9	452	7,7	117	1,8	106	1,6
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest							709	11,0	745	11,5
Summe = Heizwert des Brennstoffs	6150		6150		5870		6459		6495	

Diese Steigerung ist zwar weniger auf die Anwendung des Kettenrostes zurückzuführen, vielmehr auf Verbesserungen am Kessel selbst, welche auf günstige Anordnung der Heizflächen und Erzeugung eines guten Wassenumlaufs abzielten. Da in der gewöhnlichen Pflanzrostunterfeuerung ein schwacher Punkt nicht zu verkennen ist,¹⁾ so liegt nunmehr die Möglichkeit nahe, mit Verwendung reichlich bemessener Kettenroste und entsprechender Steigerung der Wärmeerzeugung bei Verfügung über geeignete Brennstoffe jene Dampfleistungsziffern nicht unwesentlich zu überschreiten. Tatsächlich sind auch in neuerer Zeit Fälle mit 30 kg Dampferzeugung und mehr pro Stunde und qm Heizfläche an Wasserröhrenkesseln mit Kettenrostfeuerungen dieser oder verwandter Bauart durch Versuche nachgewiesen worden.²⁾

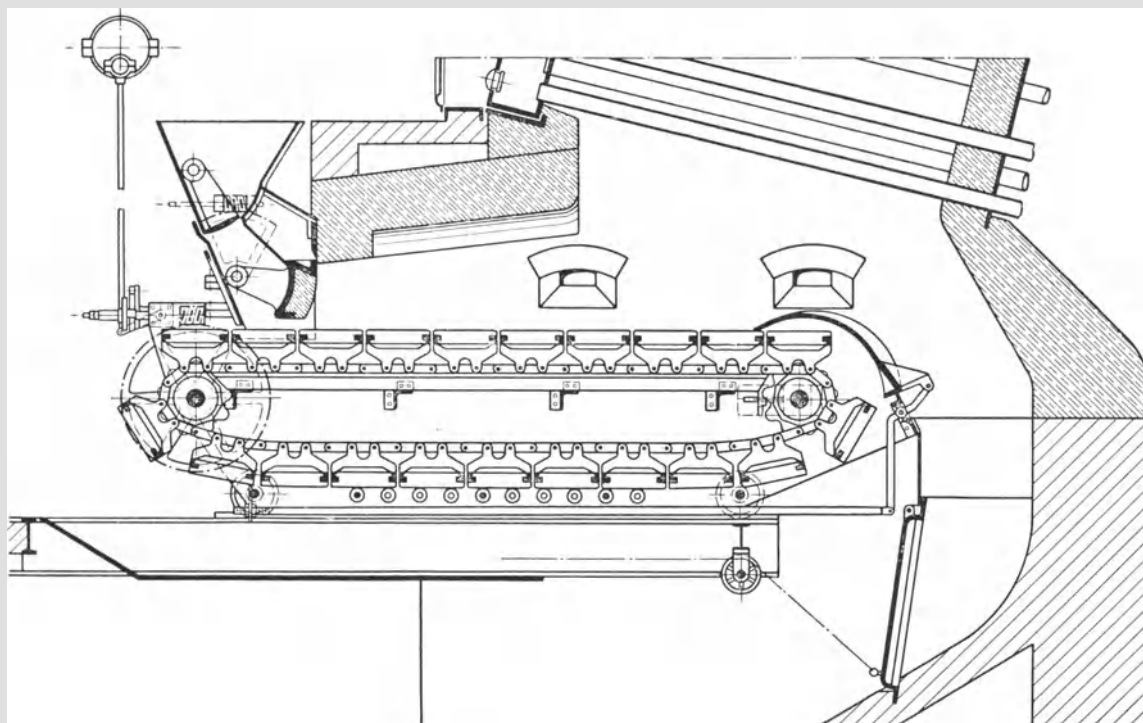


Fig. 295.
Wanderrost von Petry Dereux.

Der Wanderrost von Petry Dereux in Düren, Fig. 295, besteht nicht aus einem geschlossenen Band von Kettengliedern, sondern aus einzelnen Rostsegmenten, welche durch Gelenkketten getragen und fortbewegt werden. Der Antrieb geschieht mittelst Exzenter, Schnecke und Schneckenrad. Die Rostsegmente setzen sich zusammen aus zwei als Rostträger dienenden Querstäben, auf welche die einzelnen Roststäbe aufgeschoben sind. Durch die sich beim Rundgang des Rostes vorn bildenden Öffnungen kann die Verbrennungsluft ungestört und dicht unterhalb des Rostes in ganzer Breite eintreten. Die beweglichen Teile sind durch die erhöhte Lage der Roststäbe der strahlenden Hitze entrückt und dem Verschleiß weniger ausgesetzt. Der Wanderrost gestattet die Verwendung jeder Roststabform und

¹⁾ Dies trifft auch bei selbsttätiger Beschickung mit den Wurfeinrichtungen zu, da es im Falle der Verwendung gasreicher Brennstoffe schwierig ist, vollkommene Verbrennung herbeizuführen, und da ferner diese Unvollkommenheit der Verbrennung, sowie insbesondere ungünstige Verschlackung infolge der hohen Temperatur im Feuerraum die Steigerungsfähigkeit der Wärmeerzeugung beschränken.

²⁾ S. auch S. 250, Versuchsergebnisse von Dürr-Kesseln. An Kesseln der Oberschlesischen Kesselwerke sind öfters Dampfleistungen von 30–35 kg festgestellt worden. — Für so große Beanspruchung erscheint die senkrechte Gasführung vorteilhafter als die wagerechte.

läßt sich daher an die verschiedenen Brennstoffarten leicht anpassen. Das Auswechseln der Roststäbe kann während des Betriebes erfolgen. Zur Einstellung der Schichthöhe dient ein drehbarer Schieber. Bei der Bewegung in öffnendem Sinn tritt der Schieber in einen allseits geschlossenen Raum, der sich an den Füllschacht anschließt. Durch diese Anordnung wird einem unerwünschten

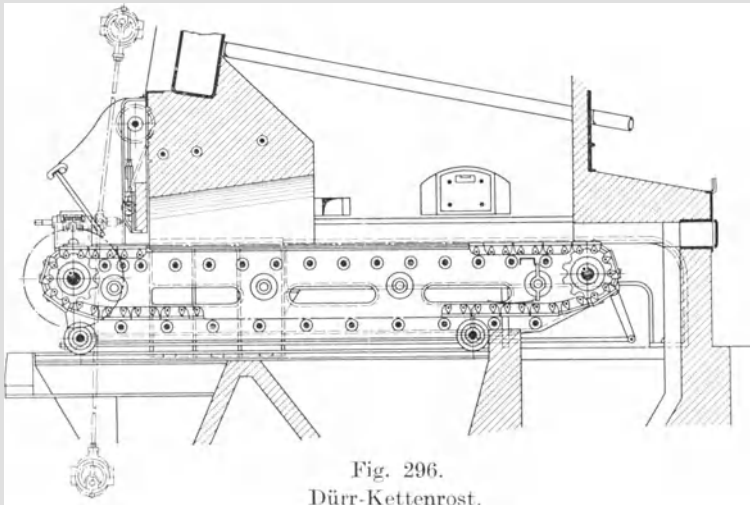


Fig. 296.
Dürr-Kettenrost.

Luftzutritt in den Feuerraum am Einstellschieber vorgebeugt. Das hintere Ende des Rostes ist durch einen beweglichen Schlackenabstreifer begrenzt, der vom Heizerstand aus bedient werden kann.

Die Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik vorm. Dürr & Co. in Ratingen bei Düsseldorf, läßt neuerdings bei ihrem Kettenrost, Fig. 296, den Schlackenabstreifer gänzlich fort, um einem raschen Verschleiß desselben sicher zu entgehen; dagegen wird eine ge-

mauerte, das Rostende kurz überragende Feuerbrücke angeordnet, durch welche übermäßige Luftzuströmung am hinteren Teil des Rostes ferngehalten werden soll. Auch sind zu gleichem Zweck zwischen dem oberen und unteren Kettenband außerhalb des Feuerraums Abschlußwände eingesetzt.

Die Verschiedenheit der Abbrenngeschwindigkeit in der Mitte und an den Seiten der Rostfläche findet auch bei der Bauart „Dürr“ Berücksichtigung, jedoch ist der Unterschied zwischen seitlicher und mittlerer Anfangsschichthöhe nicht während des Betriebs regelbar. Die Schiebetür, die den Feuerraum vorn abschließt, besteht nämlich aus mehreren Teilen, von denen die seitlichen kürzer sind als die mittleren; dementsprechend ergibt sich die Schichthöhe an den Seiten etwas höher. Die Bewegung des Einstellschiebers wird mittels Handkurbel bewerkstelligt.

Die Zahlentafel 23 enthält Versuchsergebnisse, die an zwei auf der Nürnberger Ausstellung 1906 aufgestellten Dürr-Kesseln von 180,5 qm Heizfläche mit Kettenrostfeuerungen seitens des Bayerischen Revisionsvereins ermittelt wurden.¹⁾ Die Rostfläche betrug je 7,02 qm. Die Heizgase bestrichen nach ihrem Verlassen der Wasserrohre je einen Überhitzer von 92 qm Heizfläche und sodann einen über diesen angeordneten gemeinsamen Speisewasservorwärmer (Economiser) von 253 qm Heizfläche. Der erste Versuch mit westfälischer Nußkohle ergab bei 30,5 kg Dampfleistung auf 1 qm Kesselheizfläche und Stunde eine Gesamtausnutzung von 76,0 vH des Kohlenheizwertes. Davon entfielen 70,1 vH auf die Erzeugung und Überhitzung des Dampfes; 5,9 vH dienten zur Vorwärmung des Wassers mittels der Abgase. Diese Zahlen sind auch unter Berücksichtigung der Anreihung großer Überhitzer und Vorwärmerheizflächen hinter der Heizfläche der Kessel recht beachtenswert. Die Brenngeschwindigkeit betrug nicht mehr als rund 91 kg in der Stunde auf 1 qm Rostfläche.

Beim zweiten Versuch kamen sächsische Braunkohlenbriketts zur Verwendung. In Kessel und Überhitzer wurden bei 25,4 kg stündlicher Dampfleistung auf 1 qm Kesselheiz-

¹⁾ S. Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1907, S. 25 und 26. Die untersuchte Anlage war noch mit Schlackenabstreifer ausgestattet. Die Schieber zur Einstellung der Schichthöhe waren gerade, letztere über die ganze Rostbreite also die gleiche.

Zahlentafel 23.

Bauart des Kessels	Wasserrohrkessel „Dürr“					
	Kettenrost „Dürr“					
Heizfläche, Kessel (wasserberührte) qm	je 180,5		296,3			
„ Economiser „	253		—			
„ Überhitzer „	je 92		90			
Rostfläche „	je 7,02		7,05			
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1 : 25,7		1 : 42			
Versuch Nr.	I		II			
Datum des Versuchs	3. VIII. 06		4. VIII. 06			
Dauer „ „	7 st		7 st 8 min			
Kessel Nr.	I u. II		I u. II			
Brennstoff:	Ruhrkohle, Nuß III Zeche Zollverein	Sächs. Patentbriketts Zechau-Kriebitzsch	Oberschlesische Staubkohle			
verheizt im ganzen kg	8931	12928	8855			
„ in der Stunde „	1276	1813	885,5			
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	90,9	129,1	125,6			
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „	3,53	5,03	9,84			
Rückstände: im ganzen „	207	1000	510			
in Hundertteilen des verheizten Brennstoffes . . . vH	2,3	7,75	5,76			
Verbrennliches (Kohlenstoff) in denselben	54,25	58,92	—			
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	77173	65427	60112			
verdampft in der Stunde „	11025	9176	6011			
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	30,5	25,4	20,3			
Temperatur vor dem Economiser °C	37	32	50			
„ hinter „ „ „	90	87	—			
Dampf: Überdruck kg/qcm	11,6	10,7	8,7			
Temperatur hinter dem Überhitzer °C	285	293	345			
Erzeugungswärme im Economiser WE	53	55	—			
„ im Kessel „	574	576	611			
„ im Überhitzer „	53	58	87			
zusammen	680	689	698			
Heizgase am Kesselende: CO ₂ -Gehalt vH	10,9	—	13,4			
CO ₂ + O-Gehalt „	18,7	—	—			
Luftüberschuß „	70	—	—			
Temperatur °C	353	—	300			
Verbrennungsluft „	35	29	—			
Zugstärke: im Feuerraum mmWS	3,5	2,5	—			
vor dem Überhitzer „	4,5	3,0	14			
hinter dem Economiser „	14	16,5	—			
Heizgase hinter dem Economiser:						
CO ₂ -Gehalt vH	9,6	9,1	—			
CO ₂ + O-Gehalt „	19,3	18,8	—			
Luftüberschuß „	100	110	—			
Temperatur °C	225	253	—			
Verdampfung:						
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	8,64	5,06	6,79			
b) ber. auf Dampf v. 100° C aus Wasser v. 0° C (637 WE) „	9,28	5,52	7,44			
Wärmebilanz	ohne Economiser	mit Economiser	ohne Economiser	mit Economiser	WE	vH
	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar:						
a) im Economiser	—	—	458	5,9	—	—
b) im Kessel	4959	63,7	4959	63,7	2915	56,9
c) im Überhitzer	458	5,9	458	5,9	293	5,7
zusammen	5417	69,6	5875	75,5	3208	62,6
Verloren:						
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein ab- ziehender Wärme	1463	18,8	1005	12,9	1078	21,0
b) in den Rückständen	101	1,3	101	1,3	369	7,2
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest	809	10,3	809	10,3	470	9,2
Summe = Heizwert des Brennstoffs	7790		7790		5125	5125
					5998	

1) Temperatur der Verbrennungsluft angenommen zu 25° C.

fläche 63,2 vH des Heizwertes nutzbar gemacht; einschließlich der Vorwärmerleistung ergab sich eine Gesamtwärmeausnutzung von 68,6 vH. Das Zurückbleiben dieses Ergebnisses hinter demjenigen des ersten Versuches war hauptsächlich eine Folge des hohen Verlustes von 7,2 vH durch Unverbranntes in den Rückständen. Der Bayerische Revisionsverein schreibt hierzu:

„Abgesehen von diesem Mangel, der in erster Linie dadurch verursacht wurde, daß der Kettenrost nicht für Braunkohlenbriketts, sondern für Ruhrkohlen gebaut war, ging die Verbrennung auf dem Kettenrost gut vor sich, d. h. mit mäßigem Luftüberschuß, vollkommener Verbrennung und sehr geringer Rauchentwicklung.“

Durch eine den Briketts angepaßte Gestaltung des Kettenrostes hätte der Rückstandsverlust wohl verringert und die Ausnutzung beim zweiten Versuch noch um einige vH verbessert werden können.

Immerhin bestätigen diese Ergebnisse eine gewisse Abhängigkeit der Wirkungsweise einer einmal bestehenden Kettenrostanlage vom Brennstoff. Dieser Einfluß ist nicht ganz belanglos, da schon die vorkommenden Schwankungen in der Marktlage der verschiedenen Brennstoffe manchmal einen Wechsel in dieser Hinsicht geboten erscheinen lassen, zumal dann, wenn die Entwicklung der Feuerungstechnik selbst die Nachfrage nach gewissen Brennstoffarten oder -sortierungen steigert und von anderen

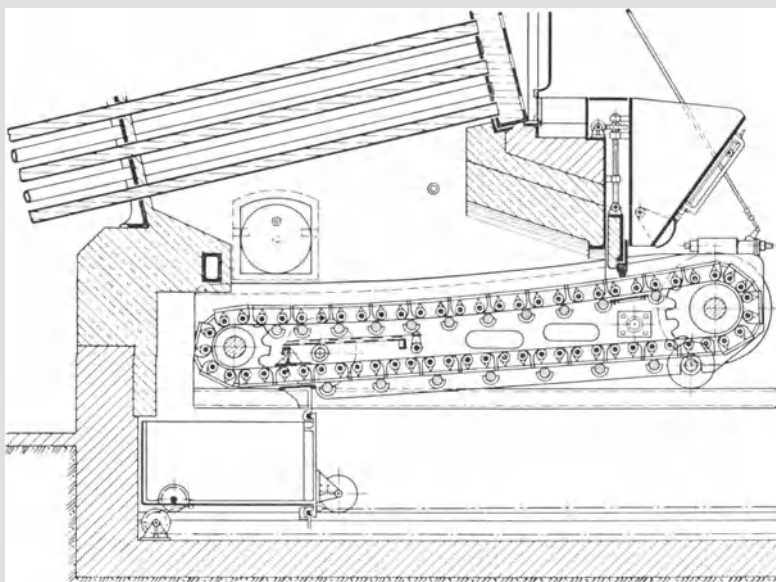


Fig. 297.
Büttner-Kettenrost.

ablenkt. Der Kraftbedarf für den Antrieb des Doppelrostes wird zu 1 PS angegeben.

Der Kettenrost von der Rheinischen Dampfkessel- und Maschinenfabrik Büttner in Ürdingen a. Rh., Fig. 297, wird ebenfalls ohne Schlackenabstreicher ausgeführt. Die Rückstände werden vom Rost unmittelbar in den unter ihm befindlichen Aschewagen abgegeben, welcher so angeordnet ist, daß seine vordere Wand gleichzeitig für den Luftabschluß am Rostende dient. Zur Regelung des Luftzutritts zum hinteren Rostteil ist unter den betreffenden Stützwälzen des oberen Kettenbandes ein stellbarer Luftzulaßschieber angeordnet. Außerdem sucht die Einrichtung übermäßiger Lufteinströmung dadurch entgegenzuwirken, daß die etwas vorgezogene Feuerbrücke ein leichtes Anstauen der Schicht bzw. der Rückstände nach hinten zu bezweckt. Diese Vormauerung wird gehalten durch einen luftgekühlten Hohlträger mit feuerfester Verkleidung, welche letztere der leichten Ausbesserung halber aus Formsteinen besteht. Gleichzeitig ist die Möglichkeit gegeben, durch diesen Hohlträger, im Falle die Verbrennung unvollkommen sein sollte, Oberluft oder auch zur Lockerhaltung der Schlacken Dampf zuzuführen. Eine Beeinflussung der Schlackenbildung durch leichte Dampfzufuhr oder Wasserkühlung unter dem Rost mag (wie übrigens auch bei den anderen Kettenrost-Bauarten) oft recht erwünscht erscheinen, dagegen dürfte mit Rück-

sicht auf die stetig fortschreitende Entgasung die Oberluftzufuhr durch den Hohlträger selbst bei Verbrennung sehr gasreicher Kohlen entbehrlich sein, zumal am Anschluß des Rostwagens an das seitliche Mauerwerk des Feuerraums und auch am hinteren Rostende leicht übermäßige Lufteströmung stattfindet.

Als hauptsächliche Abweichung von den bisher besprochenen Bauarten ist die geneigte Lage der Rostfläche zu nennen. Dadurch, daß letztere nach dem Fülltrichter hin gehoben ist, soll eine schnellere Entgasung der zugeführten frischen Kohle und damit auch eine Steigerung der erreichbaren Rostbeanspruchung bezweckt werden. Die Gründe für eine bedeutsame Wirkung in dieser Hinsicht sind jedoch nicht recht einzusehen. Jedenfalls wird ein noch größerer Einfluß auf die Beschleunigung der Entgasung ausgeübt werden können durch entsprechende Anordnung des Gewölbes über dem vorderen Rostteil.

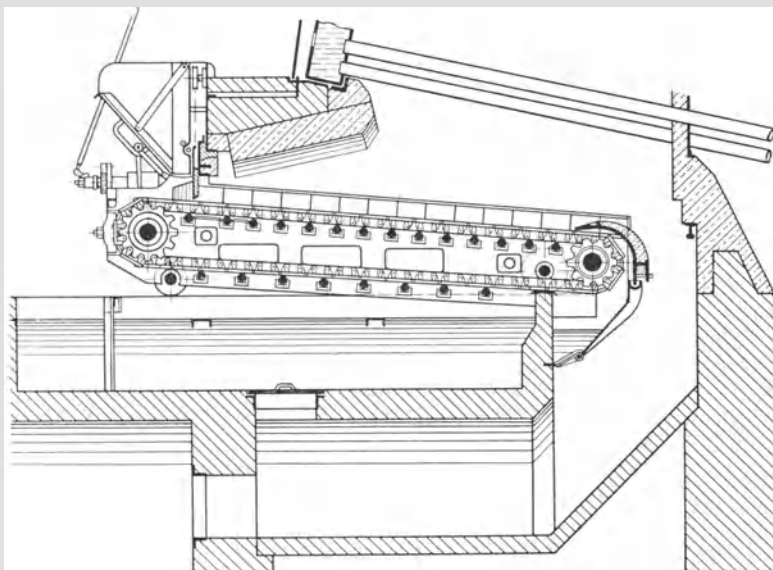


Fig. 298.
Kettenrost der Maschinenfabrik Buckau.

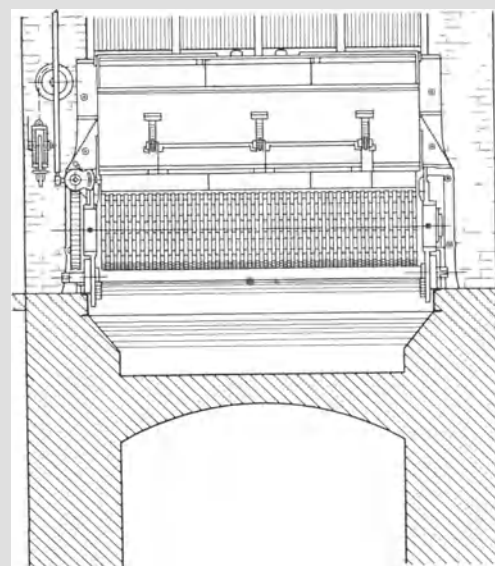


Fig. 299.

Der von der Maschinenfabrik Buckau A.-G. in Magdeburg-Buckau gebaute Kettenrost, Fig. 298 und 299, ist ebenfalls nach hinten zu geneigt gelagert. Die Stützwalzen drehen sich bei größeren Ausführungen in Kugellagern, bei kleineren um gewöhnliche Zapfen. Der Einstellschieber für die Schichthöhe wird durch eine seitlich der Feuerung angebrachte Klemmvorrichtung in jeder Lage festgehalten. Die Rückstände werden durch einen Abstreicher abgenommen und gelangen über diesen hinweg in den Aschefall. Der Luftzutritt zum hinteren Rostteil ist durch einen Stellschieber regelbar. Wesentliche Besonderheiten weist im übrigen die Einrichtung nach den vorangegangenen Besprechungen nicht auf.¹⁾

¹⁾ Die in England und Amerika gebräuchlichen Kettenroste, meist ohne Schlackenabstreicher, weichen von den in Deutschland nachgebildeten hauptsächlich durch konstruktive Verschiedenheiten (der Bewegungsübertragung, der Rostelemente usw.) ab, welche indessen im Betrieb weniger die Wirkungsweise der Anlage in bezug auf die Rauchentwicklung und Brennstoffausnutzung als die Instandhaltung und die Betriebssicherheit beeinflussen. Bei einigen Bauarten besteht die Kette aus einzelnen Querrostkörpern. Ausführungen über die Stirling- und Bennis-Kettenroste finden sich in der Zeitschrift des Bayrischen Revisionsvereins 1907, S. 89. Über die Anordnungen von Green, von Playford und von Coxe s. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, S. 1907. In Amerika haben neben den Green-, Stirling- und Babcock & Wilcox-Kettenrosten namentlich diejenigen von Aultman & Taylor in Mansfield und von Mc. Kenzie in Chicago mit Erfolg Eingang gefunden. Während dort die Kettenrostbahnen scheinbar bis zu den größten Breiten einteilig und mit Antrieb der Kettentrommel an beiden Enden ausgeführt werden, kann man bei uns mehr das

Die Wanderrost-Feuerung vom Röhrenwerk Herrnhütte A. Hering, G. m. b. H. in Nürnberg, Fig. 302, ist nicht nur für die Kesselbauarten mit Unterfeuerung bestimmt, vielmehr ganz besonders auch für Flammrohrkessel. Die kurze und eigenartige Form der Kettenglieder bzw. der Roststäbe soll den Einbau in Flammrohre bis zu 750 mm Durchmesser herunter zulassen. Der Rost ist am Ende mit einem

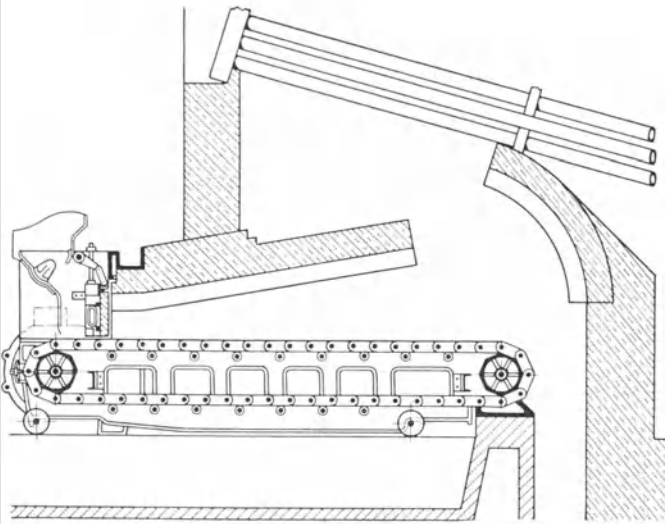


Fig. 300.
Bennis-Kettenrost

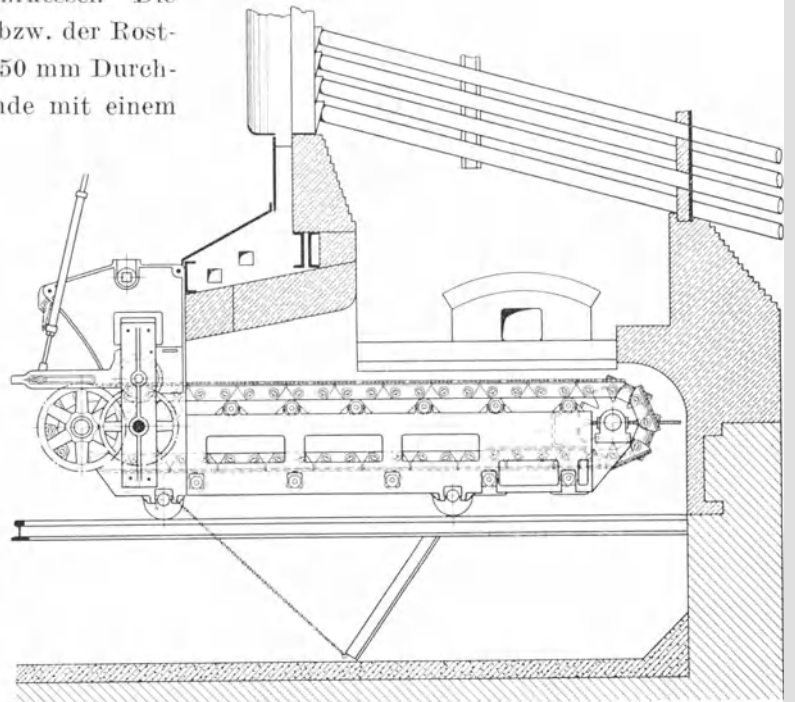


Fig. 301.
Green-Kettenrost.

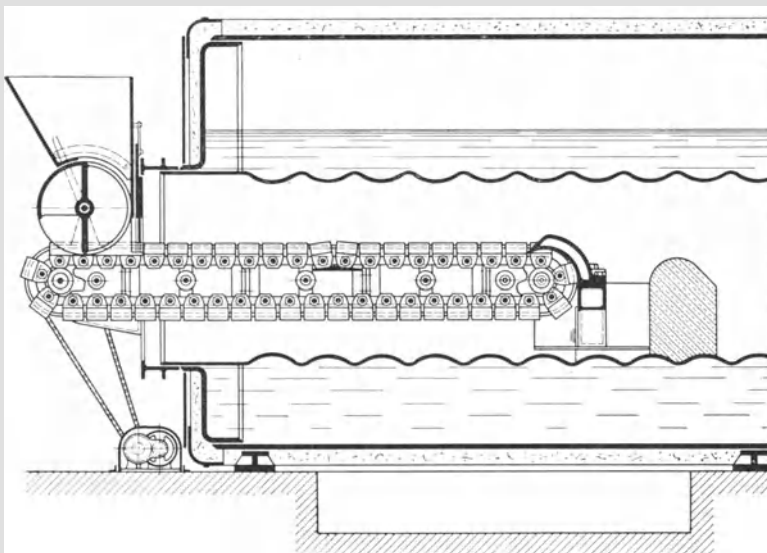


Fig. 302.
Kettenrost von Hering.

Schlackenabstreicher ausgestattet. Die Rostglieder sind schwingend angeordnet, um ein Lockern der Brennstoffschicht und möglichst gleichmäßige Verteilung auf dem Rost zu bewirken. Hierdurch mag die Brauchbarkeit für backende Brennstoffe weniger beschränkt sein. Bei Verwendung des Wanderrostes im Flammrohrkessel ist indessen zu berücksichtigen, daß sich die Eigenschaft bestimmter Kohlen, bei ihrer Entgasung zu backen, in der Innenfeue-

Bestreben wahrnehmen, große Kessel mit zwei getrennt arbeitenden Kettenrosten auszustatten und den Antrieb der vorderen Trommel nur an einer Seite zu bewerkstelligen. Gebräuchliche Ausführungen des Bennis- und des Green-Kettenrostes sind in Fig. 300 bzw. 301 veranschaulicht. Weiteres über amerikanische Kettenroste mit Versuchsergebnissen enthält die Veröffentlichung von D. T. Randall und H. W. Weeks „The smokeless combustion of Coal in boiler plants“, Verlag Government printing office, Washington 1909. S. 12 u. ff.

rung in erhöhtem Maße geltend macht. Da in letzterer ein Entzündungsraum, wie er bei der Unterfeuerung durch das seitliche Mauerwerk und das vordere Gewölbe geschaffen ist, fehlt, werden hauptsächlich leicht entzündliche Brennstoffe in Betracht kommen. Um lockere Schlackenbildung zu erhalten, dürfte unter Umständen eine künstliche Kühlung des Rostes geboten sein. In weiten Flammrohren mag sich dies schon durch Einlegen eines Wasserbeckens in den Aschefall erreichen lassen. Wenn auch beim Innenplanrost geringere Temperatur im Feuerraum herrscht als in der gemauerten Unterfeuerung, so erscheint es wenigstens bei engen Flammrohren für die Kühllhaltung der Schlacke und des Rostes nicht vorteilhaft, daß das rückkehrende Kettentrumm sich in geringer Entfernung unter der Rostbahn befinden muß. Auch können die Stäbe nur mit wenig hohen Kühlf lächen ausgebildet werden. Für das Entfernen der Rückstände aus dem Aschefall gilt das auf S. 231 über die Sparfeuerung Düsseldorf Gesagte.

Die Konstruktion ist bis jetzt wenig ausgeführt. Versuchsergebnisse, die ein abschließendes Urteil gestatten, sind noch nicht bekannt geworden.

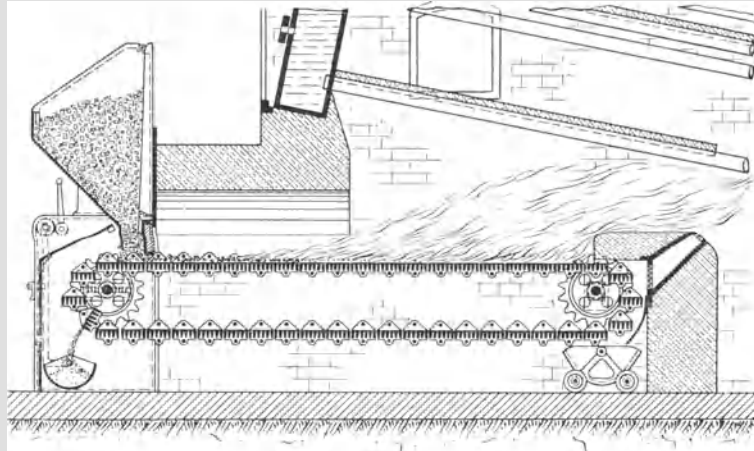


Fig. 303.
Wanderrost von Bousse.

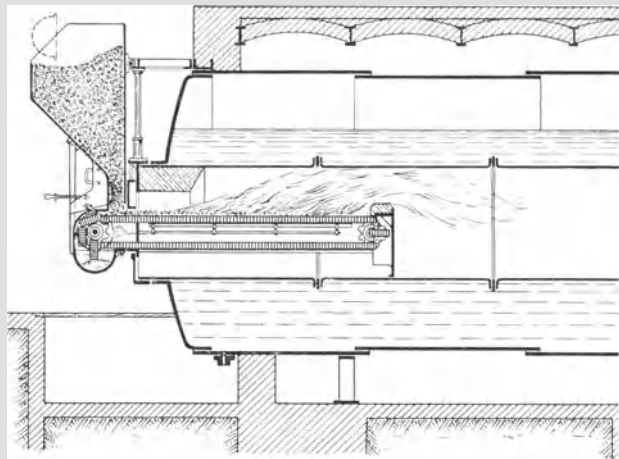


Fig. 304.
Kettenrost von Bousse.

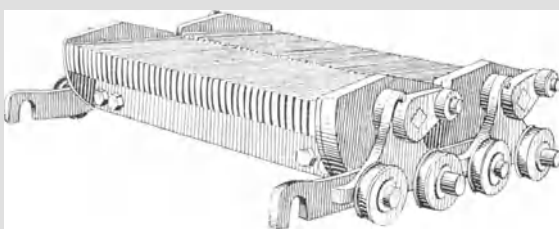


Fig. 305.

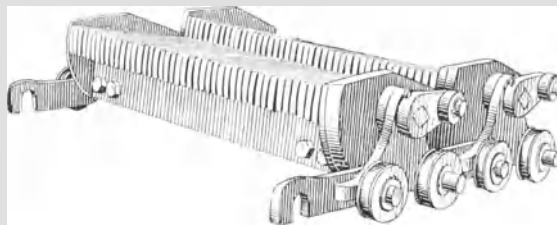


Fig. 306.

Dem Wanderrost von Emil Bousse in Berlin, Fig. 303—306, sind drei wesentliche Merkmale zu eigen, die ihn von den bisher besprochenen Anordnungen unterscheiden. Die Rückstände werden nicht am Ende des Rostes abgeworfen, sondern auf dem rückkehrenden Rostteil bis vor die Feuerung gebracht; gebotenenfalls können sie auch an beliebiger Stelle ent-

fernt werden. Ferner gestattet die Bauart ein ununterbrochenes Schüren und eine Vergrößerung der Rostfläche im Betrieb.

Der Rost ist nicht aus gelenkkettenartig miteinander verbundenen Roststäben zusammengesetzt. Er besteht aus einzelnen hintereinander gereihten Rostkörpern, die quer zur Feuerung sich erstrecken, seitlich in einer Gelenk- bzw. Rollenkette gelagert sind und so geführt werden, daß sie auch beim Umkehren der Bewegungsrichtung an dem hinteren Haspel ihre wagerechte Lagerung behalten. Auf diese Weise sollen die auf jedem Rostkörper abgesetzten Rückstände mit den etwa noch brennbaren Bestandteilen zum größten Teil nach vorn weiterbefördert werden und Gelegenheit haben, vollständig auszubrennen. Die hierbei entwickelte Wärme wird an die zur Rostbahn strömende Verbrennungsluft abgegeben. Am vorderen Rostende (oder sonst geeigneter Stelle, bei Lokomotiven z. B. schon früher, je nach der Anordnung des Aschekastens zwischen den Radsätzen) angelangt, werden die Rostkörper jeweils gekippt und die Rückstände abgeworfen. Die einzelnen Rostglieder sind um ihre wagerechte Querachse in gewissen Grenzen drehbar, s. Fig. 305 und 306. Hierdurch soll infolge der ebenfalls rostartig ausgebildeten Stirnflächen eine Vergrößerung der Rostfläche bis zu 25 vH ermöglicht sein (Fig. 306). Um ein Lockern der Schicht bzw. ein Schüren zu bewirken, kann auch eine rüttelnde Bewegung der Roste zeitweilig von Hand oder selbsttätig und ununterbrochen ausgeführt werden.

Die anfängliche Schichthöhe ist durch den senkrechten Schieber hinter dem Fülltrichter und die zu verfeuernde Brennstoffmenge mittels des Antriebs regelbar.

Seitlich und bis zu einem gewissen Grad auch hinten erscheint es etwas schwierig, überschüssige Luftzuströmung abzuhalten. Die mit dem Ausbrennen der Rückstände auf dem rückkehrenden Rostteil verbundene Wärmeentwicklung wird zwar für die Vorwärmung der Verbrennungsluft verwertet, sie ist aber nicht günstig für die Kühllhaltung des Rostes und für die Schlackenbildung auf der oberen Rostbahn. Zum mindesten wird sich infolgedessen bei vielen Kohlsorten eine künstliche Kühlung durch Wasser oder Dampf erforderlich machen.¹⁾

Die Anwendung der Bousse-Feuerung ist für alle Kesselbauarten und irgendwelche sonstigen Zwecke beim Gebrauch der verschiedensten Brennstoffe gedacht, da die Rostfläche in jeder beliebigen Ebene und Neigung geführt werden kann.²⁾ Sie scheint indessen noch wenig Aufnahme gefunden zu haben, auch sind erfolgreiche Betriebsergebnisse noch nicht bekannt geworden. Nach Angabe des Erbauers ist dieser Wanderrost als Vor- und Unterfeuerung, sowie als Innenplanrost am Flammrohrkessel ausgeführt worden.

Fig. 307 zeigt noch eine eigenartige, in ihrer Arbeitsweise den Kettenrosten ganz verwandte Einrichtung, den Wanderrost von der Maschinenfabrik Stefan Röck in Budapest³⁾. Die Rostbahn setzt sich aus einigen Längsreihen zusammen, welche ihrerseits durch lose hintereinander gelegte Rostelemente von ungefähr 200 mm Länge gebildet sind. Diese werden auf Gleitschienen derart geführt, daß sie in Höhe der Rostebene mit dem vom Trichter vorn aufgenommenen Brennstoff durch den Feuerraum wandern, um, an dessen Ende angekommen, durch eine Kippvorrichtung auf tiefer gelagerte Gleitschienen gesenkt und

¹⁾ S. auch S. 252.

²⁾ Als Treppenrostfeuerung s. S. 291.

³⁾ Zeitschrift der Dampfkessel-Untersuchungs- und Versicherungsgesellschaft, A.-G. in Wien 1907, S. 35 und 36. Vgl. auch D. R. P. Nr. 89332 von C. W. James und G. Watson in Leeds, sowie Nr. 10869 von G. Adam in Sebnitz. Bei der letzteren Anordnung liegen zu beiden Seiten des Rostes Schnecken, in welche die Roststäbe mit Ansätzen eingreifen. Am Ende des Rostes werden die Stäbe durch Federn auf zwei andere Schnecken gedrückt, welche sie wieder nach vorn bringen.

auf denselben durch eine Kurbelstange wieder nach vorn befördert zu werden. Nachdem die vorn angelangten Rostelemente mittels einer Hebelvorrichtung von der unteren auf die obere Schienenbahn gehoben worden sind, schiebt sie ein durch Kurbelgetriebe hin- und herbewegter Schlitten wieder in den Feuerraum. Durch dieses Einschieben der vorderen Rostelemente werden auch die übrigen auf der oberen Bahn weiterbewegt, und ähnlich verhält es sich mit der Rückbeförderung.

Im Vergleich zu den Kettenrosten dürfte in dieser Bauart keineswegs eine Vereinfachung, weniger noch eine Erhöhung der Betriebssicherheit zu erkennen sein. Dagegen ist die Auswechslung etwa beschädigter Rostteile leichter und selbst während des Betriebes bequem ausführbar.

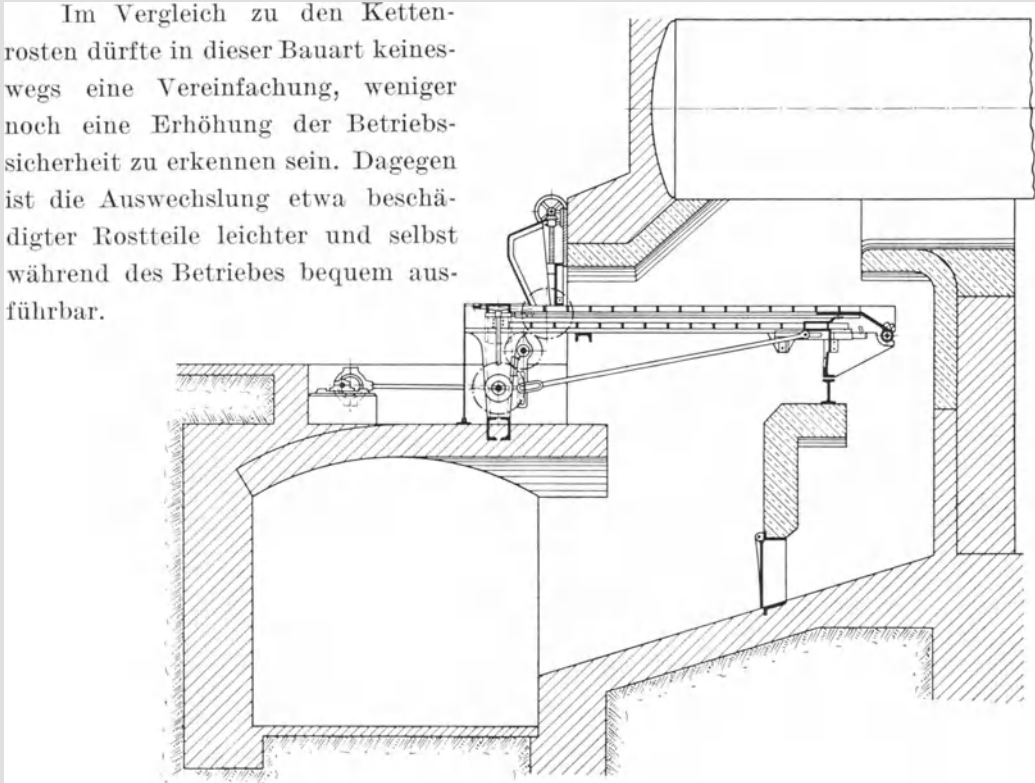


Fig. 307.
Wanderrost von Röck.

Die in den neueren Patentschriften niedergelegten mannigfaltigen Ausführungsformen der Einzelteile für Kettenrostfeuerungen beziehen sich hauptsächlich auf die Schlackenabnahme, Regelung der Luftzufuhr am hinteren Teil und am Ende des Rostes, sowie Regelung der Schichthöhe, verschiedenen Abbrand in der Mitte und an den Seiten berücksichtigend, auf Kühlung des rückkehrenden Rostteils durch ein Wasserbad, Auswechselbarkeit der Rostglieder u. a. m. Auch an den besprochenen Einrichtungen sind eine Reihe von Einzelheiten patentiert.

Außer den schon eingangs und bei Besprechung der einzelnen Bauarten hervorgehobenen Forderungen sind zur Erhöhung der Betriebssicherheit noch manche weitere Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Z. B. ist durch geeignete Ausbildung des seitlichen Mauerwerkanschlusses an den Rost dafür zu sorgen, daß an dieser Stelle möglichst wenig überschüssige Luft in den Feuerraum strömt, daß aber auch die Schlacke nicht festbrennt und kein rascher Verschleiß stattfindet. Dasselbe gilt für den hinteren Teil und das Ende des Rostes, sowie für den vorderen Schieber zur Einstellung der Schichthöhe. Für den letzteren ist wenigstens beim Gebrauch von Brennstoffen, die zum Rückbrennen neigen, besondere Kühlung vorzusehen. Dem Rückbrand kann indessen durch entsprechende Gestaltung und Bemessung

des Mauerwerks, dessen Wärmerückstrahlung auf die Brennstoffschicht einwirkt, bis zu einem gewissen Grade begegnet werden. Mit der Ausbildung der Gewölbe ist nicht allein auf richtig bewertete Wärmerückstrahlung zur Brennstoffschicht, sondern auch auf das Fernhalten ungünstiger Beeinflussung der Schlacke Bedacht zu nehmen. Stützzungen längs des Scheitels breiter Gewölbeanordnungen dürfen nicht zu lang bemessen werden; sie sollen zu Ende sein, bevor stärkere Schlackenausscheidung aus der Brennschicht beginnt. Die Schlackenabstreicher dürfen nur so hoch sein, daß die Rückstände noch möglichst selbsttätig darüber hinwegwandern und daß sich die Anstauung der Schlacken auf dem Rost nicht zu sehr nach vorn fortpflanzt. Alle Teile, die einem mehr oder weniger raschen Verschleiß unterliegen, müssen leicht ersetzbar sein; es ist wichtig, daß jeder einzelne Roststab ausgewechselt werden kann, ohne die Kette öffnen zu müssen. Nicht bei allen Bauarten ist dies möglich. Die Kettenglieder sollen ferner reichliche Kühlflächen besitzen. Ein gewisser Nachteil ist es, wenn die verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandteile, welche durch den Rost fallen, auf dem unteren rückkehrenden Trumm der Kette liegen bleiben, oder wenn die einzelnen Glieder so miteinander verbunden sind, daß sich die zwischen ihnen gebildeten und beim Überlauf über die hintere Kettentrommel sich öffnenden Querspalten mit Rückständen anfüllen können. Das Fortschaffen der Rückstände kann sehr beschwerlich werden, wenn dieselben nicht selbsttätig in tiefer liegende Wagen abrutschen, sondern vom Heizerstand aus entfernt werden müssen.

3. Vorrichtungen, durch welche der Brennstoff von unten zugeführt wird.

Der frische Brennstoff wird mittels Kolbenschieber oder Schnecken unter die Glutschicht geschoben. Entsprechend der ununterbrochenen Kohlenzufuhr ist der Verlauf der Entgasung und damit auch derjenige des Luftbedarfs gleichmäßig. Die langsam und stetig sich auscheidenden flüchtigen Bestandteile sind gezwungen, ihren Weg durch die glühende Brennschicht hindurch zu nehmen.¹⁾ Auf diese Weise wird eine sehr innige Mischung der — wenigstens teilweise — durch den Rost und gleichfalls durch die Schicht zugeführten Verbrennungsluft mit den brennbaren Gasen, sowie eine rechtzeitige Entzündung derselben stattfinden. Es ist somit die Erzielbarkeit vollkommener und rauchfreier²⁾ Verbrennung bei kleinstem Luftüberschuß möglich und es liegen in letzterer Hinsicht die Verhältnisse grundsätzlich zum Teil noch etwas günstiger als bei den unter 2 a und 2 b dieses Abschnitts behandelten Einrichtungen. Der Rost wandert bei den Unterschubfeuerungen nicht, sondern er ist fest gelagert³⁾ und es findet eine Bewegung des Brennstoffs in derselben Weise statt, wie es bei den Treppen- und Schrägrosten der Fall ist. Diese Bewegung wird jedoch nicht unmittelbar durch das Eigengewicht erzeugt, sondern der Brennschicht durch mechanisch bewirkten Nachschub der frischen Kohle erteilt. Immerhin erhält bei einigen Bauarten die Rostfläche in irgend einer Form eine mäßige Neigung, welche von der Zutrittsstelle des Brennstoffs zur eigentlichen Rostfläche ausgeht und den Zweck hat, mangelhafter Bedeckung auf den entlegenen Rostteilen tunlichst vorzubeugen.

Aus der Art der Beschickung geht hervor, daß mehr als bei der besprochenen Sparfeuerung Düsseldorf stark backende Brennstoffe die selbsttätige Erzielung ordnungsgemäßer Rostbedeckung erschweren werden, wie dies auch beim Schrägrost der Fall ist. Die Sortierung

¹⁾ S. auch S. 121, sowie S. 125.

²⁾ Vgl. S. 279, Fußbemerkung 1.

³⁾ Ein Ausnahme macht die auf S. 270 beschriebene Einrichtung, die hauptsächlich für breite Rostflächen zur Anwendung kommt. Bei ihr führen einzelne Roststäbe eine kurze stoßartige Bewegung aus.

der Kohle wird weder in bezug auf die Stückgröße (bis zu einer gewissen oberen Grenze), noch auf die Gleichmäßigkeit eine Beschränkung auferlegen. Dagegen beanspruchen die meisten Unterschubfeuerungen Brennstoffe, die nicht allzu aschereich sind, weil sowohl die Asche als auch die Schlacke auf dem Rost liegen bleiben und das Abschlacken nicht selbsttätig erfolgt. Die Rückstände müssen vielmehr in angemessenen Zeiträumen vom Heizer entfernt werden, bevor sie die Verbrennungsverhältnisse namentlich in bezug auf den Luftüberschuß und die erreichbare Brenngeschwindigkeit zu sehr beeinträchtigen.

In manchen Fällen wird Unterwindgebläse angewandt, teils um die Brenngeschwindigkeit zu erhöhen, teils aber auch um den Rost und die für die Kohlenzuführung dienenden Anschlußteile zu kühlen.

Eine von Duméry in Paris schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts gebaute Unterschubfeuerung ist von C. Bach in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1883, S. 86 und 87, dargestellt und beschrieben. Sie war zwar sehr sinnreich erdacht, erwies sich aber als unbrauchbar.

Eine andere, an derselben Stelle beschriebene von Holroyd Smith herrührende Vorrichtung: Helix-Furnace-Feeder, die 1881 in London ausgestellt war, ist auch in Deutschland eingeführt worden.¹⁾ Ihre Einrichtung zeigen die Fig. 308 bis 310. Sechs mit Querspalten versehene Roststäbe erhalten eine schwingende Bewegung. Nach der Feuerbrücke zu schließt sich ein um seine Mittellinie drehbarer Klapprost an, welcher die Entfernung der nach hinten geschobenen Asche und Schlacke in bequemer Weise ermöglicht. Die Roststäbe lassen drei kanalartige Räume zwischen sich, auf deren Grunde drei konische Schrauben liegen, welche sich kontinuierlich drehen. Das Brennmaterial wird nun denselben in einfacher Weise zugeführt, durch sie zwischen den Roststäben fortbewegt und infolge der Konizität gleichmäßig der Schraubenachse entlang nach oben herausgedrückt.

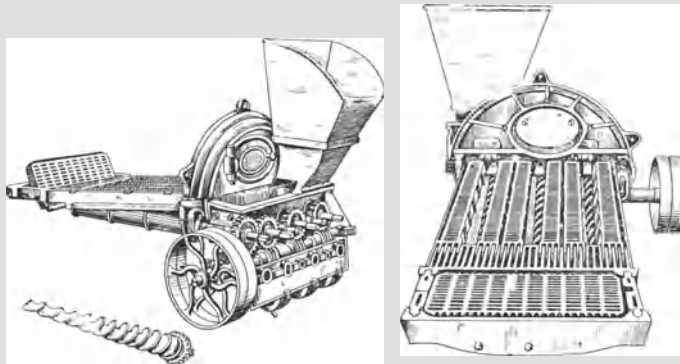


Fig. 308 bis 310.
Helix-Furnace-Feeder.

Die Rostbahnen bilden eine wagerechte Ebene. Zur Erzielung möglichst gleichmäßiger Verteilung des Brennstoffs muß mit hoher Schicht gearbeitet werden.

Wenn diese Ausführungsform nicht befriedigte, so mag der Grund dafür hauptsächlich in einem raschen Verschleiß des Rostes und übermäßiger Luftzuströmung am hinteren Rostteil zu suchen sein. Bei Verwendung leicht entzündlicher Kohlen konnte auch ein Zurückbrennen bis in die Schnecke stattfinden. In der von Lewicki untersuchten Anlage ergab sich ein Wirkungsgrad von 69 vH.

Eine andere Konstruktion zeigt das D. R. P. Nr. 68626, von E. Jones in Portland (V. St. A.). An Stelle der drei Schraubenkanäle erfolgt die Unterbeschiekung von einer einzigen Kohlenzufuhrmulde aus mittels eines durch Dampfdruck hin- und herbewegten Kolbens.

¹⁾ S. J. L. Lewicki, Bericht über rauchfreie Dampfkesselanlagen in Sachsen, Leipzig 1896 (die untersuchte Anlage ist später wieder außer Betrieb gekommen). Ferner C. Haage, Zeitschrift des Verbandes der Preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1883, S. 141.

Nach Glasenapp¹⁾ soll die Jones-Feuerung in den westlichen Staaten Nordamerikas für die dort vorhandenen geringwertigen Kohlen vielfach verwendet werden.

In verbesserter Ausführungsform ist diese Unterschubfeuerung in den Vereinigten Staaten als „Unterbeschickung Amerikas (The Underfeed Stoker Co. of America, Chicago)“

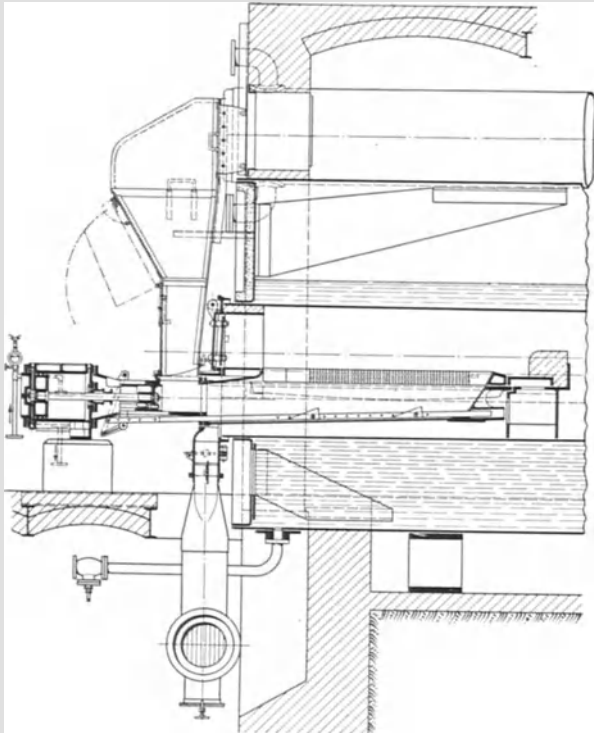


Fig. 311.

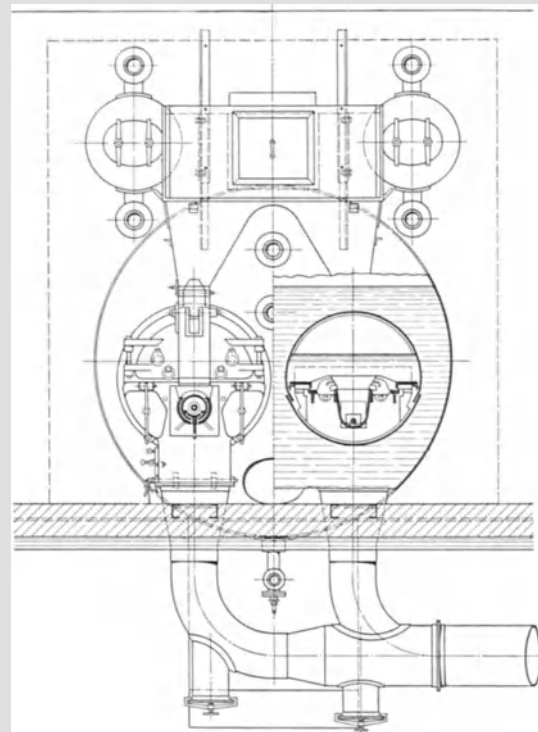


Fig. 312.

Unterschub-Feuerung der Guilleaume-Werke (Innenfeuerung).

bekannt. Sie wird ebenso in England von der Erith's Engineering Co., Ltd. in London, und in Deutschland von der Maschinen- und Dampfkesselfabrik Guilleaume-Werke, G. m. b. H. in Neustadt a. d. Haardt hergestellt. Fig. 311—315. Zum Antrieb dient ein be-

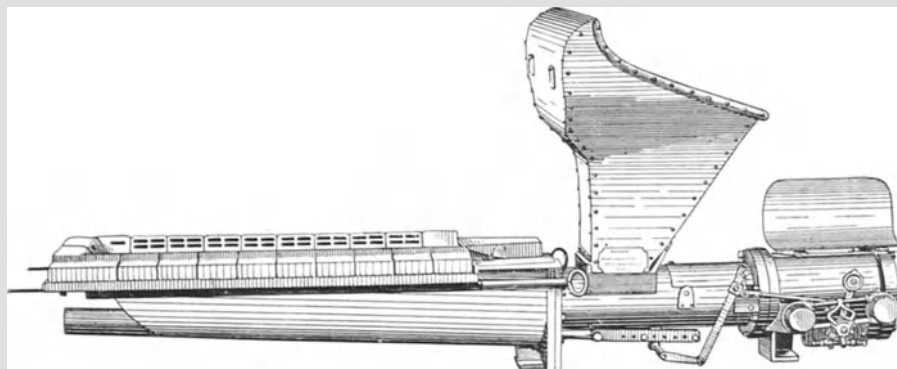


Fig. 313.

sonderer Dampfmotor für jede einzelne Rostanlage. Die Kohle gelangt aus dem Fülltrichter vor einen Förderkolben, der auf der Stange des Dampfkolbens sitzt und durch kurzen Rück-

¹⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, S. 1909. Ferner D. T. Randall und H. W. Weeks, „The smokeless combustion of coal in boiler plants“, S. 77 u. ff., Verlag Government printing office, Washington 1909.

und Vorstoß in regelbaren Zeiträumen die Kohle in die Mulde hineinschiebt. Nachdem die Mulde einmal mit Brennstoff angefüllt ist, muß dieser bei jedem Kolbenhub nach oben emporquellen. Um auf die ganze Rostlänge möglichst gleichmäßige Kohlenzufuhr zu erhalten, ist eine auf dem Boden der Mulde gleitende und mit keilförmigen Knaggen versehene Schubstange mit dem Förderkolben gekuppelt, so daß sie die Bewegungen des letzteren mitmacht.

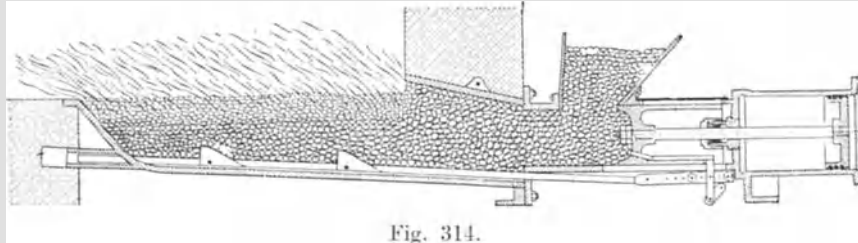


Fig. 314.

Die Knaggen sollen ebenso wie die stoßweise Bewegung des Kolbens gleichzeitig eine Lockerung der Brennstoffschicht bezwecken. In der gewissermaßen als Retorte wirkenden Mulde wird die Kohle langsam entgast, bevor sie zur weiteren Verbrennung die Oberfläche erreicht. Eigenartig ist die schmale Brennbahn. Die Verbrennungsluft wird nämlich nur durch die an den oberen Muldenrändern beiderseits befindlichen Düsen zugeführt. Die freie Rostfläche ist somit gering; die Beschränkung ihrer Verteilung auf die zwei schmalen Längsstreifen der Düsenkörper fordert eine sehr lebhaftere Verbrennung des bis zu dieser Stelle hochgetriebenen Brennstoffs. In dem unter dem Feuerherd gelegenen Raum muß dementsprechend ziemlich starke Pressung herrschen. Die hierzu erforderliche Druckluft wird von einem Schleudergebläse geliefert. Die zu beiden Seiten der Mulde anschließenden Feuerplatten haben keine Spalten für den Zutritt der Verbrennungsluft zum Feuerraum. Auf ihnen soll nur die von der Mitte aus übergeschobene Glut ausbrennen. Eine Kühlung wird durch die unten vorbeistreichende Druckluft bewirkt. Die Rückstände (Schlacke wie auch Asche) sammeln sich auf den Platten an und sind in gewissen Zeiträumen, beispielsweise alle 4—6 Stunden, durch seitlich vom Trichter angeordnete Türen nach vorn herauszuziehen.

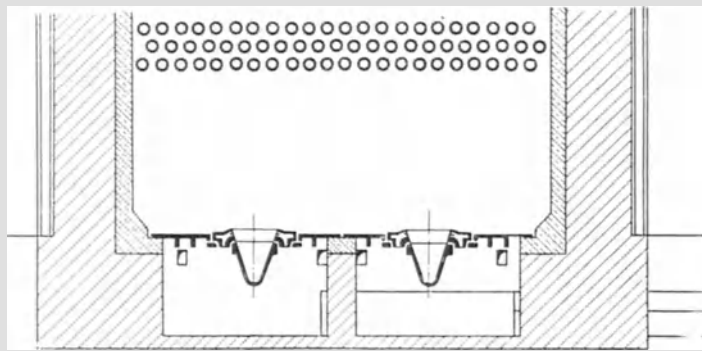


Fig. 315.

Unterschub-Feuerung der Guillaume-Werke (Außenfeuerung).

Um bei Flammrohrkesseln die ganze Mündung des Feuerraumes bequem zugänglich zu machen, kann im Bedarfsfalle der untere Teil des Fülltrichters aufgeklappt werden. Für Wasserrohrkessel bzw. Unterfeuerungen von erheblicher Breite werden zwei Apparate nebeneinander gereiht; die Zugänglichkeit des Feuerraumes durch die seitlichen Türen ist ohne Aufklappvorrichtung am Trichter gewahrt.

Die Regelung der zugeführten Brennstoffmenge geschieht einfach durch Änderung der Hubzahl des Dampfkolbens. Die Brenngeschwindigkeit ist, abgesehen von der Regulierung mit dem Zugschieber, namentlich auch mit Hilfe des Gebläses veränderlich.

Die Regelung der zugeführten Brennstoffmenge geschieht einfach durch Änderung der Hubzahl des Dampfkolbens. Die Brenngeschwindigkeit ist, abgesehen von der Regulierung mit dem Zugschieber, namentlich auch mit Hilfe des Gebläses veränderlich.

Als Brennstoff kommen sowohl stückreiche Kohlen wie auch Gries- und Staubkohlen mit nicht zu wenig flüchtigen Bestandteilen in Betracht.

Für den mechanischen Betrieb der Feuerung macht sich — namentlich im Falle erheblicher Belastung — ein größerer Aufwand an Kraft erforderlich als bei den bisher besprochenen Einrichtungen. Nach den in Zahlentafel 24 enthaltenen Ergebnissen zweier vom Rheinischen Dampfkessel-Überwachungsverein Düsseldorf durchgeführten Versuche an einem Guilleaume-Wasserröhrenkessel mit 150 qm Heizfläche ermittelte sich der Dampfverbrauch für den Beschickungsapparat zu 3 vH der verdampften Wassermenge. Dazu kommt der Kraftverbrauch vom Gebläse, der bei rund 17 bzw. 14 kg Dampfleistung in der Stunde auf 1 qm Heizfläche und 60 bzw. 56 mm WS erzeugter Pressung zu 5,9 bzw. 5,64 PS angegeben ist. Der Gesamtaufwand wird damit mindestens 5 vH des erzeugten Dampfes betragen haben. Diese Selbstverbrauchsziffer kann sich natürlich ändern in Abhängigkeit vom Brennstoff, von der Beanspruchung, von der Größe der Kesseleinheit und der Feuerung im Verhältnis zur letzteren.

Auf Grund einer neuerdings getroffenen Verbesserung der sinnreichen Steuerung soll sich der Verbrauch des Dampfmotors für die Kohlenbeschickung (ohne Gebläse) nach Angabe der Erbauer auf 0,8 bis 1 vH des im Kessel erzeugten Dampfes verringert haben.

Eine Bemerkung zu den Ergebnissen jener Versuche sagt, es könne mit Sicherheit angenommen werden (zum Teil waren noch andere an den gleichen Schornstein angeschlossene Feuerungen im Betrieb), daß die Unterschubfeuerung „während der Untersuchungszeit vollkommen rauchfrei“ arbeitete. Der Kohlendioxidgehalt in den Abgasen betrug 9,5 vH.

Die lebhaftere Verbrennung, welche in der Gegend der Luftdüsen stattfindet, läßt die Haltbarkeit der Muldenränder gefährdet erscheinen. Dieselben sind indessen durch einzelne kurze leicht auswechselbare Düsenkörper gebildet.

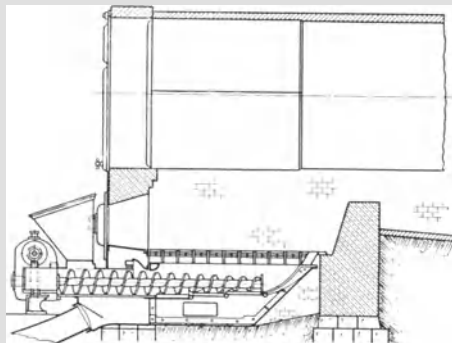


Fig. 316.

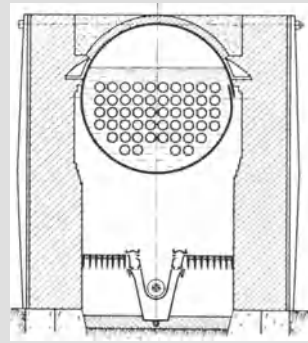


Fig. 317.

Amerikanische Unterbeschickung.

Eine ganz ähnliche Einrichtung erwähnt Glasenapp in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, S. 1909, als „Amerikanische Unterbeschickung“, Fig. 316 und 317.¹⁾ Sie unterscheidet sich von der soeben beschriebenen Anordnung hauptsächlich durch die Anwendung einer Schnecke für die Kohlenzufuhr an Stelle des Förderkolbens mit Schubstange. Die Brennstoffmulde ist von einem Kasten umschlossen. Preßluft wird nur in den zwischen diesen beiden gebildeten Hohlraum geblasen, welcher an den oberen Muldenrändern mit Austrittsöffnungen versehen ist. Die seitlichen Feuerplatten sind möglicher Kühlung halber an der Unterfläche mit einer größeren Anzahl hoher Rippen ausgestattet.

Bei richtig gewählter Steigung und Verjüngung der Schnecke mag gleichmäßige Brenn-

¹⁾ S. auch The Engineering Magazine 1902. S. 732. American Stokers, Underfeed-System der American Stoker Co., N. Y.

stoffzufuhr sicherer erreicht werden als mittels der Kolbenförderung. Dagegen dürften bei Verwendung sehr leichtentzündlicher Kohlen Störungen der Arbeitsweise der Schnecke infolge Rückbrennens eher zu befürchten sein.

Zahrentafel 24.

Bauart des Kessels	Wasserrohrkessel			
Bauart der Feuerung	Unterschubfeuerung der Guilleaume-Werke			
Heizfläche (wasserberührte) qm	149,75			
Rostfläche "	—			
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	—			
Versuch Nr.	I		II	
Datum des Versuchs	24. VIII. 04		25. VIII. 04	
Dauer " "	8 st		8 st 7 min	
Brennstoff:	Westfäl. Nuß IV „Fröhl. Morgensonne“ mit „Zollern“ gemischt		Westfäl. Nuß-Grus „Ewald“	
verheizt im ganzen kg	2450		2300	
" in der Stunde "	306,5		283,5	
" " " " " 1 qm Heizfläche "	2,05		1,89	
Speisewasser: verdampft im ganzen kg	20525		17372	
verdampft in der Stunde "	2566		2142	
" " " " " auf 1 qm Heizfläche "	17,15		14,3	
" " " " " 1 " " bez. auf 637 WE " "	17,3		14,4	
Temperatur °C	17,5		19,0	
Dampf: Überdruck kg/qcm	8,7		8,5	
Erzeugungswärme im Kessel WE	643,3		641,5	
Heizgase am Kesselende: Kohlensäuregehalt vH	11,3		9,5	
Luftüberschuß "	65		100	
Temperaturüberschuß °C	267		250	
Zugstärke: im Feuerraum mmWS	12		14	
am Kesselende "	16,5		15,5	
Luftpressung: unter dem Feuerherd "	60		56	
Verdampfung:				
a) 1 kg Brennstoff verdampfte Wasser kg	8,38		7,55	
b) ber. auf Dampf von 100° C aus Wasser von 0° C (637 WE) " "	8,46		7,61	
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	5400	74,1	4848	71,9
Verloren:				
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	1083	15,0	1147	17,0
b) in den Rückständen	} 792	10,9	} 745	11,1
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, unverbrannte Gase usw. als Rest				
Summe = Heizwert des Brennstoffs	7275		6740	

Dampfverbrauch von Förderapparat und Bläser 5 vH.

Die Underfeed Stoker Co., Ltd. in London führt die Unterbeschickung auf zweierlei Arten aus. Die eine ist für Kessel mit Innenfeuerung ausgebildet, während die andere bei Kesseln mit Unterfeuerung angewandt wird. Unterscheidende Merkmale beziehen sich auf Ausbildung und Antrieb der Vorrichtungen für die Kohlenzufuhr, sowie auch die Bauart des Rostes.

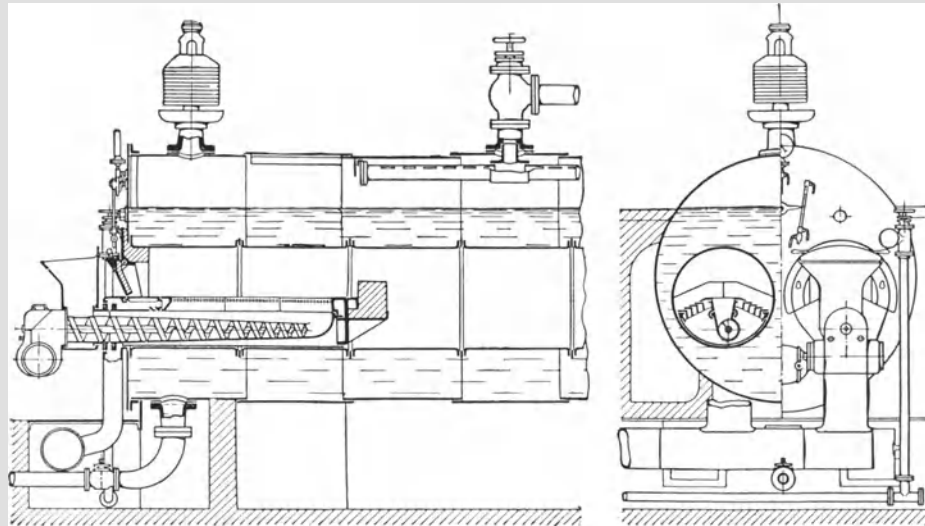


Fig. 318.

Fig. 319.

Unterschub-Feuerung der Underfeed Stoker Co. (Innenfeuerung).

Beide Konstruktionen werden unter Berücksichtigung der hiesigen Verhältnisse von Nyebøe & Nissen in Kopenhagen und Mannheim ausgeführt. Sie sind in Dänemark in größerer Zahl mit Erfolg im Gebrauch und haben auch in Deutschland Eingang gefunden.

In Schweden und Finnland hat die Firma Calvert & Co., Gothenburg, dieser Unterschubfeuerung zahlreiche Verbreitung verschafft.

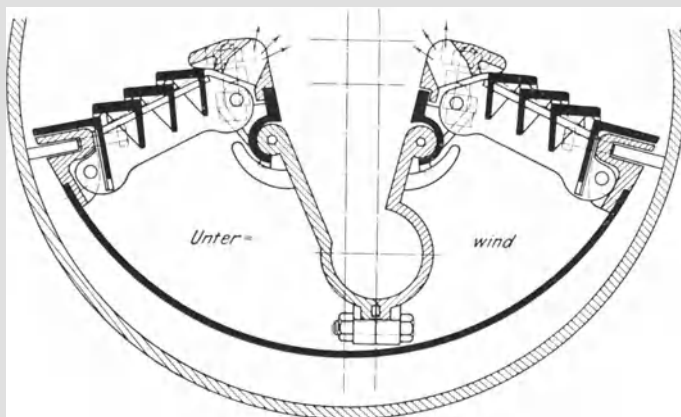
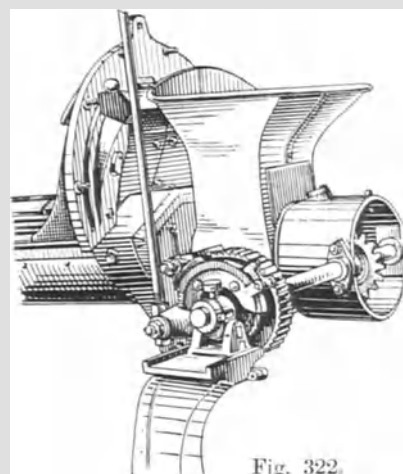
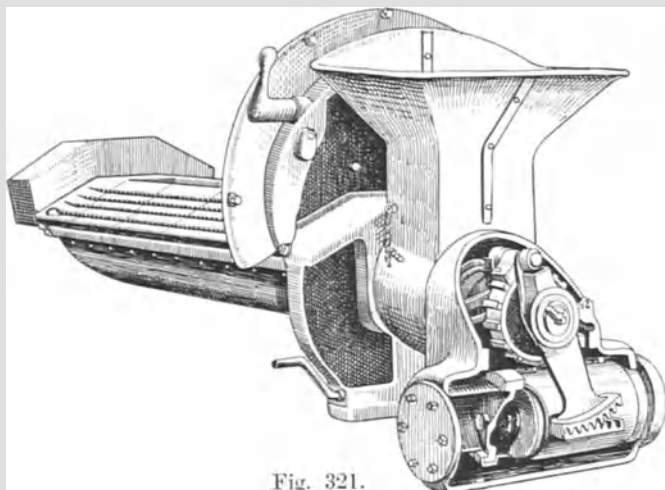


Fig. 320.

Die Bauart für Flammrohrkessel ist in Fig. 318—322 dargestellt. Der vom Trichter zufallende Brennstoff wird durch die in einem Rohrgehäuse arbeitende Schnecke unter dem Rost entlang befördert. Das Rohr ist in seiner ganzen Länge durch einen Kanal nach oben geöffnet, durch welchen die Kohle emporsteigen muß. Oben an der so

gebildeten Mulde oder Retorte schließt sich zu beiden Seiten mit leichter Neigung der Rost an. Er besteht aus dachziegelartig übereinandergreifenden Stäben von 7-förmigem Querschnitt. Der geschlossene Raum unter dem Feuerherd steht zwecks Erreichung genügender Brenngeschwindigkeit sowie zur Kühlung der Retorte und des Rostes mit einer Unterwindleitung in Verbindung, durch welche von einem Schleudergebläse mäßige und mittels Drosselklappe regelbare Pressung unter dem Rost erzeugt wird. Der Antrieb der Schnecke erfolgt entweder seitens eines Dampfmotors (Fig. 321), der seine hin- und hergehende Kolbenbewegung durch einen Hebel mit Zahnsegment und Schaltwerk in die drehende umsetzt,

oder von einer Transmission aus (Fig. 322). Eine zweiteilige Feuertür mit wagerechter Drehachse nach Art der bei Schiffskesseln üblichen Anordnung macht den Feuerraum für die Vornahme des Abschlackens und des Ausgleichens der Schicht von beiden Seiten am Trichter vorbei zugänglich. Durch Herunterklappen des Fülltrichters um 180° kann aber auch die ganze Türöffnung freigelegt werden. Der Motor ist zur Verhütung von Betriebsstörungen durch harte Fremdkörper, welche einen Bruch der Schnecke herbeiführen könnten, mit einem Sicherheitsventil versehen.



Die Entgasung der Kohle beginnt mit dem Aufsteigen in der Mulde allmählich, um sodann beim Heraustreten aus derselben in Verbrennung überzugehen. Dem erhöhten Luftbedarf für die vollkommene Verbrennung der mit der Entgasung frei werdenden brennbaren Bestandteile Rechnung tragend, sind an den oberen Rändern der Retorte die wirksamsten Luftzutrittsquerschnitte düsenförmig angeordnet. Die nachrückende Kohle schiebt den entgasten Brennstoff und mit ihm die Rückstände auf dem Rost nach den Seiten. Die durch die kleineren Fugen der Roste eingeblasene Luft vermag immerhin noch eine ziemlich lebhaftere Verbrennung dieser Glutschicht zu erzeugen. Die wirksame Rostfläche ist somit hier breiter und der Gesamtquerschnitt für die Luftzufuhr größer als bei den Einrichtungen der Bauart Jones. Infolgedessen genügt natürlich auch eine ganz wesentlich geringere Pressung unter dem Rost (bis zu 20 mm WS, gewöhnlich aber bedeutend weniger). Auch erscheint eine allseitige und innige Mischung in höherem Maße gewährleistet. Die freie Rostfläche verringert sich allerdings jeweilig mit zunehmender Ablagerung der Rückstände auf den Seiten, zumal auch die Asche nicht durch den Rost fällt, sondern auf demselben liegen bleibt. Die mit der Ausbildung der Düsenroste als Rippenkörper bezweckte Kühlung ist erforderlich um einem Festbrennen der Kohle und der Schlacke vorzubeugen.

Die Regelung der Kohlenzufuhr erfolgt in einfacher Weise durch Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schnecke mittels Hubzahl des Dampfkolbens oder bei Transmissionsantrieb mittels der Zähnezahlschaltung am Schaltrad. Entsprechend der Kohlenzufuhr in Abhängigkeit von wechselnder Beanspruchung ist die Brenngeschwindigkeit mit dem Zugschieber und der Drosselklappe in der Windleitung zu regulieren.

Bei Einzelanlagen wird im allgemeinen der Motorantrieb gewählt werden. Dagegen ist in größeren Kesselanlagen die Wellenübertragung vorzuziehen, weil der Dampfverbrauch der kleinen Motore höheren Kostenaufwand erheischt, als er sich ergibt, wenn die erforderliche Kraft einer größeren Betriebsmaschine abgenommen wird.

Von der Unterschub-Innenfeuerung von Nyeboe & Nissen liegen Ergebnisse einer Reihe vergleichender Versuche an einem Zweiflammrohrkessel mit verschiedenen Brennstoffsorten vor.¹⁾ Die ziffernmäßigen Ermittlungen sind in Zahlentafel 25 unter A (I—IX) zusammengestellt. Über die aufgetretene Rauchentwicklung geben die Rauchübersichten Tafel VIII Nr. 76 bis 84 Aufschluß.

Für die Beurteilung der Versuchsergebnisse sind zunächst diejenigen Eigenschaften der verwendeten Brennstoffe zu berücksichtigen, welche die Wirkungsweise der Unterschubfeuerung wesentlich beeinflussen:

Westhartley-Main Stückkohle, sehr gasreich, ca. 32 vH flüchtige Bestandteile ohne Wasser; günstiges Verhalten im Feuer, nicht backend, ca. 7 vH Reinasche.

Rhein-Elbe und Alma, westfälische Gasflamm-Förderkohle, ca. 28 vH flüchtige Bestandteile ohne Wasser; bei den Versuchen ziemlich stückhaltig, etwas backend, ca. 6 vH Reinasche.

New-Pelton-Main Förderkohle, ca. 25 vH flüchtige Bestandteile ohne Wasser; im Feuer backend, ca. 6 vH Reinasche.

Als Gruskohle hatte die Westhartley ca. 10 vH, die Rhein-Elbe und Alma — in diesem Falle ziemlich stark zum Backen neigend — ca. 14 vH Reinaschegehalt.

Die Versuche I—IV fanden bei rund 18 kg Dampfleistung in der Stunde auf 1 qm Kesselheizfläche und Überhitzung auf ca. 300° C statt; während der übrigen Versuche betrug die Leistung 20—23,5 kg bei ungefähr 720 WE Erzeugungswärme.

Mit Verwendung der gasreichen englischen Kohle Westhartley lagen für beide Belastungsstufen die Ausnutzungsverhältnisse am günstigsten. Bei sehr wenig Nachhilfe seitens des Heizers in bezug auf die Rostbedeckung ergab sich mit einem mäßigen Luftüberschuß vollkommene Verbrennung, und die Rauchentwicklung war nach den fortlaufenden Aufzeichnungen recht gering. Die stückreich anfallende Kohle wurde nicht mehr zerkleinert, als es auch für ordnungsgemäße Beschickung von Hand erforderlich gewesen wäre.

Die westfälische Förderkohle Rhein-Elbe und Alma, welche bei ordentlichem Stückgehalt nicht stark backt, ergab für die geringere Brenngeschwindigkeit eine gute Ausnutzung. Bei höherer Belastung mußte jedoch mit stärkerem Gebläsedruck gearbeitet werden, als bei der Westhartleykohle, da die westfälische Kohle etwas schwerer anbrannte. Zur Erreichung gleichmäßiger Rostbedeckung machte sich häufiger ein Nachhelfen mit der Krücke erforderlich, ohne daß sich der Luftüberschuß immer in gleicher Weise befriedigend hätte einschränken lassen.

Die Ausnutzung der englischen New-Peltonkohle blieb bei allen Versuchen zurück. Die backende Eigenschaft zeigte sich für die Ausnutzung nicht günstig. Um stärkeres Anwachsen des Luftüberschusses zu verhüten, mußte die Brennstoffschicht ziemlich oft gelockert und ausgeglichen werden. Als Folge hiervon war auch die Einschränkung der unvollkommenen Verbrennung und der Rauchbildung geringer, obwohl der Brennstoff weniger flüchtige Bestandteile besaß.

Ähnlich wie die New-Pelton verhielt sich in der Feuerung die ziemlich feucht angelieferte Gruskohle Rhein-Elbe und Alma. Mit dem höheren Luftüberschuß war jedoch der Abwärmeverlust auf 22,4 vH angewachsen und die Ausnutzung betrug 68,4 vH des Heizwertes.

Wesentlich günstiger gestalteten sich die Verhältnisse bei der Westhartleygruskohle. Bei diesem Brennstoff, dessen Verhalten im Feuer sich wenig unterschied von demjenigen der

¹⁾ S. auch Jahresbericht 1905 des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, S. 9—14.

Stückkohle gleicher Herkunft, wurden noch 72 vH des Heizwertes nutzbar gemacht. Wenn ungefähr halbstündlich ein $\frac{7}{16}$ “ Rundeisen durch die an der Feuerzarge befindlichen Schaulöcher eingeführt und demselben schlängelnde Bewegung auf der Schicht erteilt wurde, so konnte der Gebrauch der Krücke auf Zeiträume von zwei bis drei Stunden eingeschränkt werden.

Auch bei den unter B (X und XI) in Zahlentafel 25 angefügten Versuchen¹⁾ mit englischer Förder- und Gruskohle war ein Ausgleichen der Schicht nur selten notwendig. Die Ausnutzungsziffern waren etwas beeinträchtigt durch die hohe Temperatur, mit welcher die Heizgase den Kessel in der inzwischen mit Greenschem Economiser ausgerüsteten Anlage verließen. Beim Versuch mit Förderkohle traten außerdem noch gewisse Verluste durch Kohlenoxyd auf, wengleich kaum mehr Rauchbildung²⁾ stattfand als während des folgenden Versuches, bei dem die Abgasuntersuchungen dauernd vollkommene Verbrennung nachweisen ließen und auch der Restverlust einen kleineren Wert annahm. Mit der überwiegenden Zunahme des Abwärmeverlustes fiel jedoch die Ausnutzung der Grieskohle geringer aus. Die Dampfkosten stellten sich aber dennoch billiger infolge des günstigeren Wärmepreises des minderwertigen Brennstoffs. Bei einem Aschegehalt der Gruskohle von 15,5 vH wurde in Zeiträumen von 5 Stunden abgeschlackt.

Der Kraftverbrauch von Schnecke und Gebläse ermittelte sich durchschnittlich, in Hundertteilen der verheizten Kohlenmenge ausgedrückt, bei der Versuchsreihe A mit unmittelbarem Antrieb durch Motoren zu 3,5 vH, bei den Versuchen B mit Transmissionsantrieb zu 2,5 vH. Davon entfielen auf den Kraftbedarf für die Beschickung knapp 2,5 bzw. 1,5 vH, der Rest für die Erzeugung des Unterwindes.

In einer andern Anlage arbeitet die Unterschubfeuerung an 2 Zweiflammrohrkesseln mit im Oberzug eingebautem Speisewasservorwärmer bei stark wechselnder Beanspruchung (Brauerei mit Dampfkochung) seit 5 Jahren recht befriedigend. Zahlreiche, im Laufe der Zeit wiederholte Untersuchungen, bei denen verschiedene Brennstoffe, zumeist Förderkohlen englischer und westfälischer Herkunft mit ca. 20—30 vH flüchtigen Bestandteilen vorlagen, stellten Abwärmeverluste von 10—13 vH fest und ließen unter Verwendung der Anzeigen eines vorhandenen Wassermessers auf 74—78 vH Brennstoffausnutzung schließen. Durchschnittlich hat das in Pausen von mindestens $\frac{1}{2}$ Stunde mit einiger Vorsicht ausgeführte Durchstoßen der Schicht jeweils für kurze Zeit Rauchstärke $\frac{1}{2}$ —2 im Gefolge; im übrigen ist der Schornstein annähernd rauchfrei. Nennenswerte Störungen haben sich während der genannten Betriebsdauer nicht ergeben. Ausbesserungen beschränken sich auf den zeit weiligen Ersatz einzelner Rostplatten, vorwiegend derjenigen, welche sich an die Retorte anschließen. An den Seiten der Rostbahn, wo die Asche sich ablagert und weniger lebhaftere Verbrennung herrscht, ist der Verschleiß sehr geringfügig, und man kann wohl sagen, daß sich in vorliegendem Falle die Instandhaltungskosten für gewöhnliche Planroste ähnlich belaufen würden.

Die verschiedenen Versuchsergebnisse zeigen, daß Kohlen jeder, auch unregelmäßiger

¹⁾ S. auch Jahresbericht 1906 des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, S. 11—13, sowie über weitere Untersuchungsergebnisse 1908, S. 42 u. ff. 1909 S. 7, 24 u. ff.

²⁾ S. auch S. 7 Verbrennungsverhältnisse bei Koks. Die gelegentliche, allerdings nur über $2\frac{1}{2}$ Stunden sich erstreckende Untersuchung einer aus einem kleineren Einflammrohrkessel bestehenden Anlage, in der es üblich war, mit sehr hoher Brennschicht (fast bis zum Scheitel des Flammrohrs, unter Verwendung englischer Kohle, Westhartley Singles) zu arbeiten, ergab am Flammrohrende im Mittel aus 30 Stichproben bei schwachem Betrieb und natürlichem Schornsteinzug $\text{CO}_2 = 14,6$ vH, $\text{CO}_2 + 0 = 18,5$ vH; ferner aus 5 aufeinander folgenden Untersuchungen bei starkem Betrieb mit Unterwind $\text{CO}_2 = 17,3$ vH, $\text{CO}_2 + 0 = 18,2$ vH und $\text{CO}_2 + 0 + \text{CO} = 18,5$ vH. Der Schornstein blieb zwar dauernd rauchfrei, aber es entstand doch ein Wärmeverlust durch unverbrannt abziehende Gase. Bei vollkommener Verbrennung hätte die Summe von $\text{CO}_2 + 0$ ca. 19,2 bzw. 18,8 vH betragen müssen.

Sortierung, welche aber nicht besonders zum Backen neigen und mäßig hohen Aschegehalt haben, sich mit der vorliegenden Unterschubfeuerung durchaus rauchschwach und wirtschaftlich verfeuern lassen mit dem Vorteil, von der Geschicklichkeit des Heizers verhältnismäßig wenig abhängig zu sein. Vom Gesichtspunkt eines rauchfreien Betriebes der Kesselfeuerungen betrachtet, eignet sich die Einrichtung vornehmlich für Brennstoffe mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, für gasarme Brennstoffe dagegen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen weniger. Backende Kohlsorten machen ein Ausgleichen der Brennstoffschicht in $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ stündigen Zeiträumen notwendig, ohne ein gleich günstiges Ergebnis wie locker brennende Sorten erzielen zu lassen. Sehr rasch entzündliche Brennstoffe, wie z. B. gewisse schottische Steinkohlen, können infolge Rückbrennens ein Warmwerden der Schnecke und der Retorte bewirken. Die Anpassungsfähigkeit der Wärmeentwicklung in der Feuerung

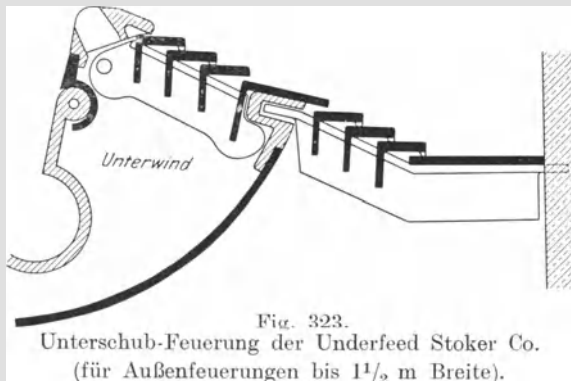


Fig. 323 zeigt eine verbreiterte Anordnung der Unterschubfeuerung von Nyeboe & Nissen, wie sie als Außenfeuerung bis $1\frac{1}{2}$ m Breite gebaut zu werden pflegt. Bemerkenswert ist die abnehmende Luftzufuhr nach den Seiten hin. Die Anwendung von Unterwind beschränkt sich auf die mittlere Rostfläche.

In ähnlicher Weise werden von Calvert & Co., Gothenburg, bei mäßig breiten Außenfeuerungen zu beiden Seiten des Unterwindkastens gewöhnliche, aus Flachstäben gebildete Planroststreifen an die dachförmige Rostfläche angereiht. Damit wird vollkommene Verbrennung bei guter Rostbedeckung gefördert, und die kleineren Ascheteilchen bleiben nicht im Feuerraum liegen. Die schwache Luftzufuhr zu dem Planrost erfolgt entweder durch den natürlichen Schornsteinzug, oder es können die seitlichen Aschefallräume mit dem Gebläsekasten in Verbindung stehen; dazwischen angeordnete Drosselklappen werden dann nur wenig geöffnet.

Dem Bedürfnis nach weiter ausgedehnten Rostflächen, namentlich für den Betrieb großer Wasserrohrkessel, wird durch die in Fig. 324—327 veranschaulichte Bauart Rechnung getragen. Die Kohlenzufuhr erfolgt nicht mittels Schnecke, sondern durch eine im Grunde der Mulde gelagerte Schiebepatte, welche mit dem Kolben eines Dampfzylinders gekuppelt ist und dessen wagerechte Hubbewegung in der Längsrichtung mitmacht. Verschiedenartige keilförmige Ansätze auf der Schiebepatte haben den Zweck, mit jedem Hingang die Kohle einwärts zu befördern und auf die ganze Länge der Mulde möglichst gleichmäßig emporzuschieben. Zu beiden Seiten der Mulde sind mit mäßiger Neigung quer zur Feuerung Roste angeordnet; an deren unteren Enden schließen sich wagerechte Kipprostplatten an. Einzelne Roststäbe führen zur sicheren Verteilung des Brennstoffs und gleichzeitigen Beförderung der Rückstände nach den Seiten eine kurze hin- und hergehende Bewegung senkrecht zur Längsachse des Kessels aus, wobei ihre Enden auf den Muldenrändern und auf den seitlichen Auflagern gleiten. Die Mulde ist von einem Kasten umschlossen, welcher zur Erzeugung eines mäßigen und

an stark wechselnde Betriebsverhältnisse ist gut; indessen wird durch hohen Rückständegehalt des Brennstoffs die Beanspruchungsfähigkeit etwas gemindert, weil die Asche mit auf dem Rost liegen bleibt. Das Entfernen der größtenteils seitlich angesammelten Rückstände vom Rost läßt sich nach Überschlagen der Glutschicht bei einiger Übung gleich einfach ausführen wie am gewöhnlichen Planrost. Von der Umlegbarkeit des Fülltrichters hierbei Gebrauch zu machen, ist nicht erforderlich.

durch Drosselschieber von vorn regelbaren Überdrucks mit einem Gebläse in Verbindung steht. Zur teilweisen Regulierung der Pressung unter dem hinteren Teil der Brennschicht befindet sich am Boden des Kastens noch ein Schieber, der von vorn verstellbar ist und eine entsprechende Öffnung nach dem Außenraum ermöglicht. Die Art der Luftzufuhr ist in den Fig. 324 und 325 durch Pfeile angedeutet. Die lebhafteste Verbrennung findet wieder der Mitte entlang statt, entsprechend der stärksten Luftzufuhr. Der Überdruck unter den Rosten, welche nur enge Spalten aufweisen, ist geschwächt durch die größeren wellenförmigen

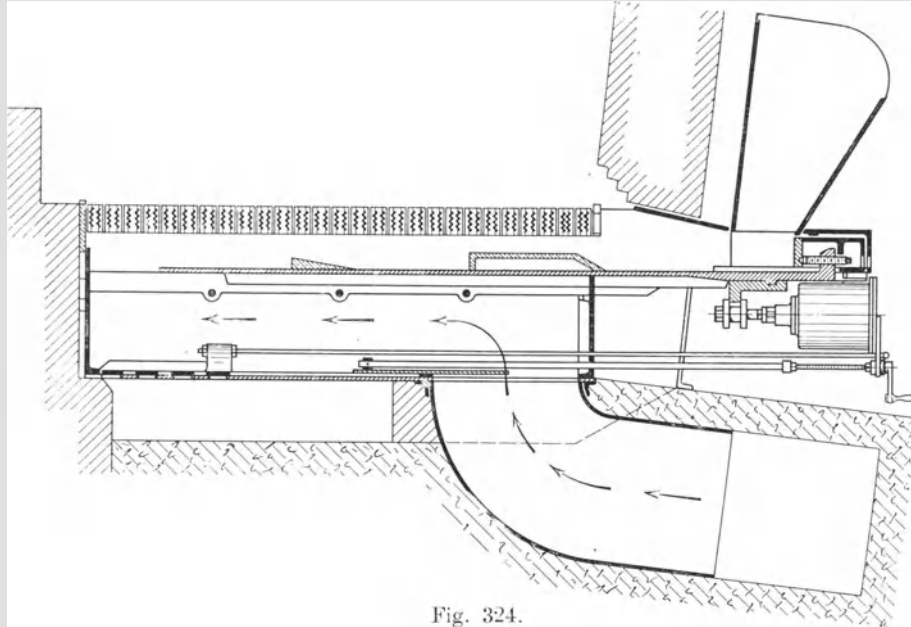


Fig. 324.

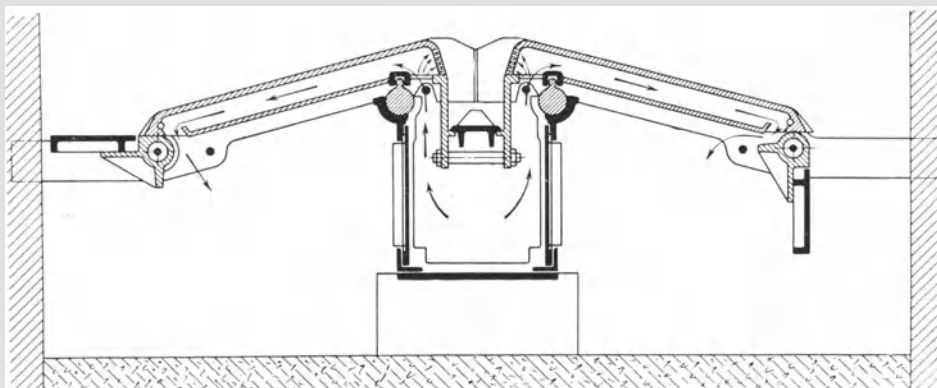


Fig. 325.

Unterschub-Feuerung der Underfeed Stoker Co. (für breite Unterfeuerungen).

Öffnungen am Austritt des Brennstoffs aus der Mulde und durch die Verbindung der Luftkanäle mit dem Außenraum am unteren Ende der Roststäbe. Die hier wieder austretende Luft hat nur dem Zweck der Rostkühlung zu dienen. Die gelochten Kipprostplatten weisen geringeren Querschnitt für die freie Luftzuströmung auf. Eine solche ist hier in erster Linie angebracht, um starker Erwärmung und einem Festkleben der Schlacke am seitlichen Mauerwerk vorzubeugen.

Die zuzuführende Kohlenmenge wird durch Änderung der Hubzahl des Dampfkolbens, die Brenngeschwindigkeit in gleicher Weise wie bei der vorstehenden Bauart geregelt.

Das Abschlacken gestaltet sich mit Hilfe der Kipproste einfach und bequem. Die bei

der Innenfeuerung angeführte Beschränkung hinsichtlich des Aschegehaltes der Kohle ist hier gering. Auch die Neigung eines Brennstoffs zum Backen kommt bei der hohen Temperatur im Verbrennungsraum der Unterfeuerungen weniger zur Geltung, zumal die Bewegung einzelner Roststäbe ein Lockern der Schicht in gewissem Maße selbsttätig bewirkt.

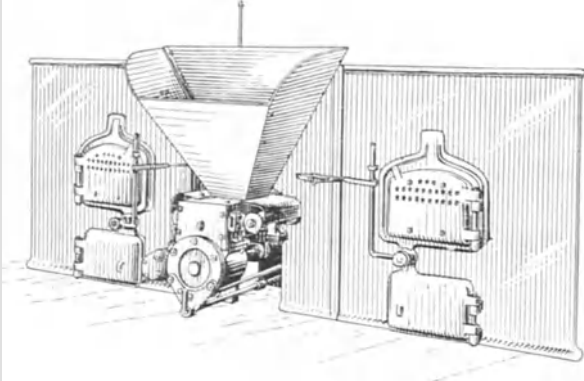


Fig. 326.

Die Einrichtung soll sich in Dänemark sowie in England und Amerika seit längerer Zeit gut bewähren. Neuerdings ist sie auch im südlichen Deutschland und in der Schweiz im Gebrauch.¹⁾

Fig. 328—331 zeigen in der ursprünglichen Gestalt eine in Deutschland entstandene und nach den D. R. P. Nr. 408 (vom Jahre 1877), 4745, 6396 von L. Schultz in Meißen, sowie D. R. P. Nr. 14234 von B. Röber in Dresden ausgeführte Bauart, die aber allmählich wieder von der Bildfläche verschwunden ist.²⁾ Die vordere Rosthälfte

bildet eine nach hinten ansteigende Mulde, in welcher die Stäbe dicht zusammenschließen, ohne Fugen zu bilden. Die hintere Rosthälfte fällt schwach gegen den vor der Feuerbrücke angeordneten Schlackenschieber ab.

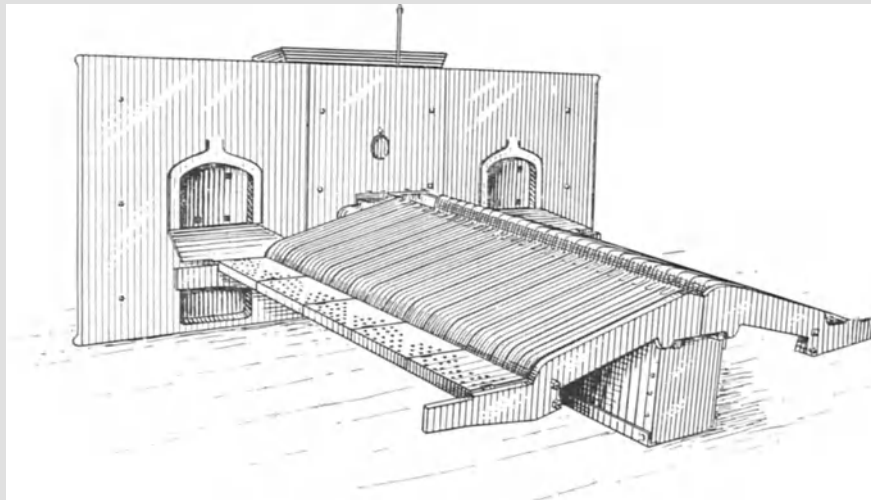


Fig. 327.

In dem Zusatzpatent Nr. 4745 ist eine hin- und hergehende Rostplatte angeordnet, welche die Verteilung des Brennstoffs befördern soll, während in dem Zusatzpatent Nr. 6396 die Schnecke ganz verlassen und durch einen hin- und hergehenden Schieber ersetzt ist. Diese

¹⁾ Weitere Konstruktionen, bei denen der Brennstoff gleichfalls mittels einer Schnecke oder eines Kolbens in der Mitte des Rostes von unten durch eine Röhre zugebracht wird, sind niedergelegt in den Patenten von L. Hopcraft in London, D.R.P. Nr. 52296, R. Williamson in Ashton (England) D.R.P. Nr. 64416, F. L. Oschatz in Meerane (Sa.), D. R. P. Nr. 80886, A. Gaiser in Oberndorf a. N., D. R. P. Nr. 82393 und 86240 u. a. m.

²⁾ C. Haage schreibt in den Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebes 1903 S. 645, daß die Schultz-Röber-Feuerung 15—20 Jahre früher in Sachsen eine recht gute Verbreitung gefunden hatte. Ihre Mängel haben jedoch dazu geführt, daß sie im Bereich des Sächsischen Dampfkessel-Überwachungsvereines nur noch an 17 Kesseln im Gebrauch sei und von mehreren derselben in der nächstfolgenden Zeit entfernt werden soll.

beiden Neuerungen haben jedoch wenig Anwendung gefunden. Bei späteren Ausführungen entsprechend dem Röberschen Patent Nr. 14234 wurde der Rost wie in der ersten Anordnung ausgeführt, aber als Ganzes beträchtlich nach hinten geneigt,¹⁾ um die Verteilung der Kohle zu befördern. Ferner wurde der Schlackenschieber fortgelassen und der Abschluß zwischen Rost und Feuerbrücke durch die hinten sich ablagernden Rückstände hergestellt.

Der Brennstoff wird durch die Schnecke zu einem kräftigen Hügel auf dem Rost aufgetrieben. In der Mulde, wo die frische Kohle am Fuße des Hügels nachrückt, findet die Entgasung statt, während nach hinten zu und an der Oberfläche der Schicht die weitere Verbrennung sich vollzieht. Die Bedingungen für eine rauchfreie Verbrennung würden hier nach durchaus günstig liegen.

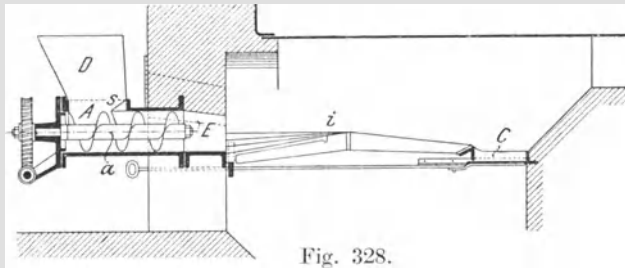


Fig. 328.

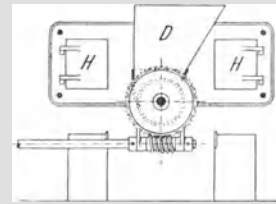


Fig. 329.

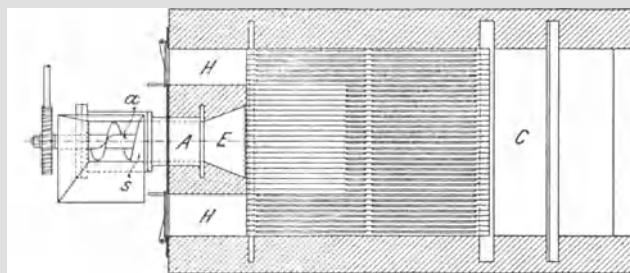


Fig. 330.

Feuerung von Schultz und von Röber.

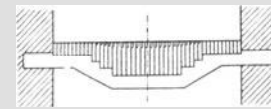


Fig. 331.

Die Art der Beschickung und Rostbedeckung hat aber verschiedene Nachteile. Selbst bei sehr hoher Brennstoffschicht in der Mitte²⁾ muß mangelhafte Bedeckung der Ecken großen Luftüberschuß verursachen. Ein Verteilen der namentlich vor der Mündung der Schnecke sich stauenden Schicht von den seitlich angeordneten Schüröffnungen aus gibt zu starker Rauchentwicklung Anlaß. Auch wenn rascher Wechsel in der Dampfentnahme stattfindet, kann der Heizer gezwungen sein, den Brennstoffberg auszubreiten, um bei gleichzeitiger Regulierung der Zugstärke die Wärmeentwicklung in hinreichendem Maße zu steigern. Ferner ist infolge der hohen Brennschicht die Feuerung gegen Schmieren der Schlacke empfindlich und bei Verheizung hochwertiger Kohlen kann sich ein erheblicher Roststabverbrauch einstellen. Nach C. Haage soll ein Gemisch von Steinkohle und Braunkohle am geeignetsten sein.³⁾

¹⁾ S. J. L. Lewicki, Rauchfreie Dampfkesselanlagen in Sachsen, Tafel XXI.

²⁾ Bei der für die Kohlenzufuhr von vorn getroffenen Anordnung ist derartig hohe Rostbedeckung erforderlich. Die Einrichtung ist daher für Innenfeuerungen nur im Falle sehr großer Flammrohrdurchmesser verwendbar und für solche wenig ausgeführt worden.

³⁾ Im übrigen sei auf frühere Veröffentlichungen verwiesen; J. L. Lewicki, Rauchfreie Dampfkesselanlagen in Sachsen, S. 178; C. Haage, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1883, S. 140. Ferner: dieselbe Zeitschrift 1879, S. 7. Wochenschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1879, S. 332; C. Bach, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1883, S. 181; Dingers Polytechn. Journal 1891, Band 280, S. 152; C. Haage, Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebes 1903, S. 645.

Die Unterschubfeuerung von Carl Wegener in Berlin,¹⁾ Fig. 332—336, stützt sich in ihrer Bauart, die in einer Reihe von Patentschriften aus den Jahren 1900—1901 niedergelegt ist, auf den bereits 1865 in Nordamerika versuchten und einige Jahre später in geringem Umfange auch in England ausgeführten „Maulwurfsrost“ von Frisbie.²⁾

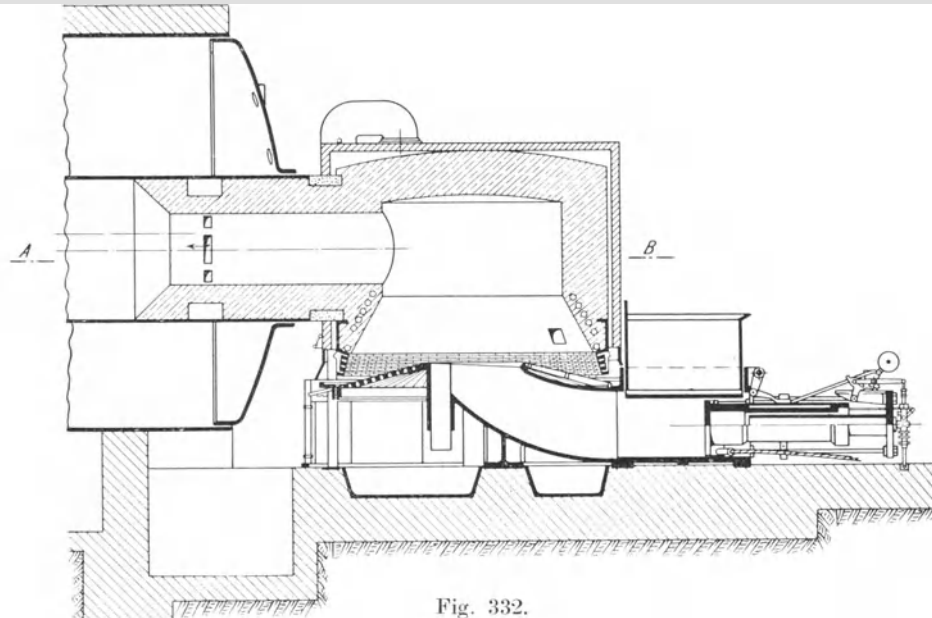


Fig. 332.

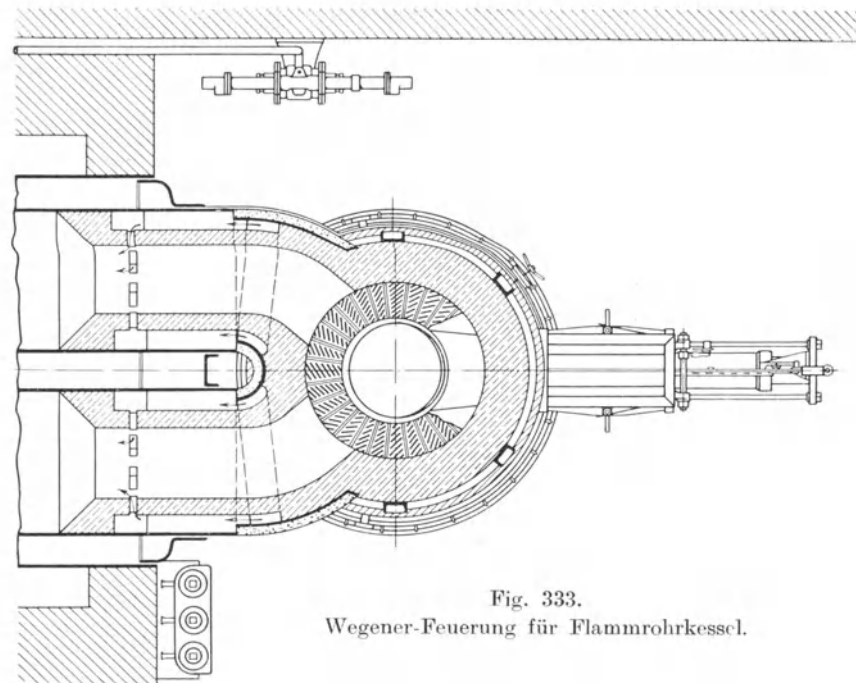


Fig. 333.

Wegener-Feuerung für Flammrohrkessel.

¹⁾ Für den Vertrieb usw. der Feuerung hat sich die Gesellschaft für absolut rauchlose, kohlen-sparende Feuerung in Breslau, gebildet.

²⁾ John H. Mehrrens, Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1907, S. 515. Eine zahlreiche Anwendung der Frisbie-Feuerung soll nicht stattgefunden haben, da der Betrieb nur mit ganz geeigneten und reinen Kohlen aufrecht erhalten werden konnte; außerdem soll die Bedienung des ringförmigen Rostes schwierig gewesen sein, weil die hügelige Brennstoffschicht sich nicht so erhalten ließ, wie es theoretisch gedacht war.

Für die fast ununterbrochene Kohlenzufuhr ist unter dem Rost ein Rohr angeordnet, das sich in schlankem Bogen nach oben wendet und in der Mitte der Feuerung auf die kegelförmig angelegte Rostfläche ausmündet. Vor der Feuerung befindet sich der Fülltrichter

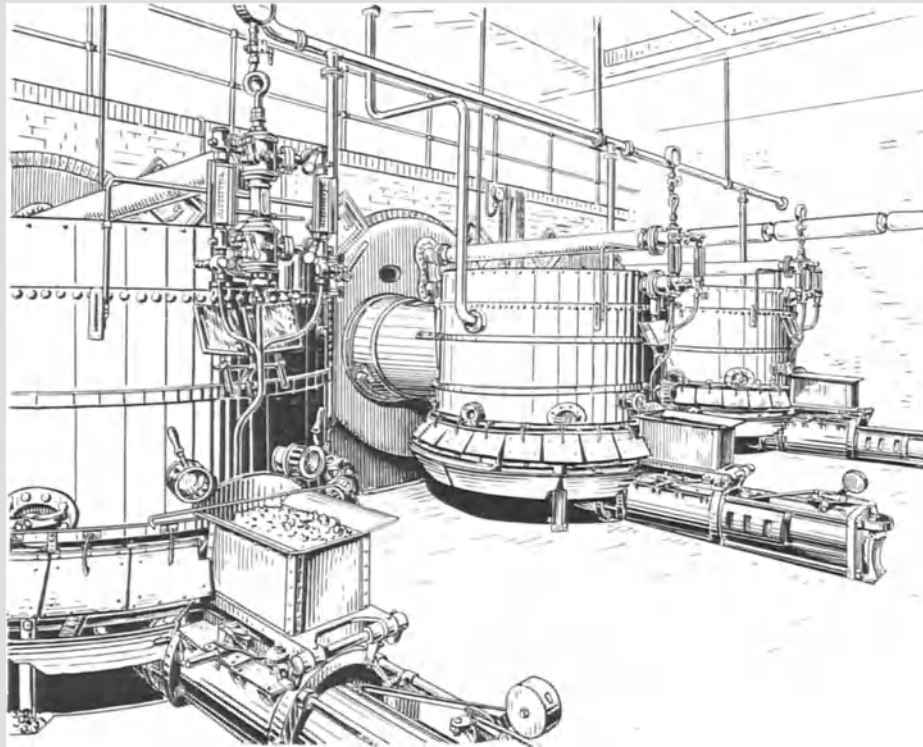


Fig. 334.
Wegener-Feuerung.

über dem Zuführungsrohr, dessen vorderen Abschluß der Vorschubapparat mit einem durch Druckwasser betriebenen Kolben bildet. Mit dem Rückgang des Kolbens öffnet sich ein zweiteiliger Schieber im Fuße des Trichters, und dieser entleert seinen Inhalt in das Zu-

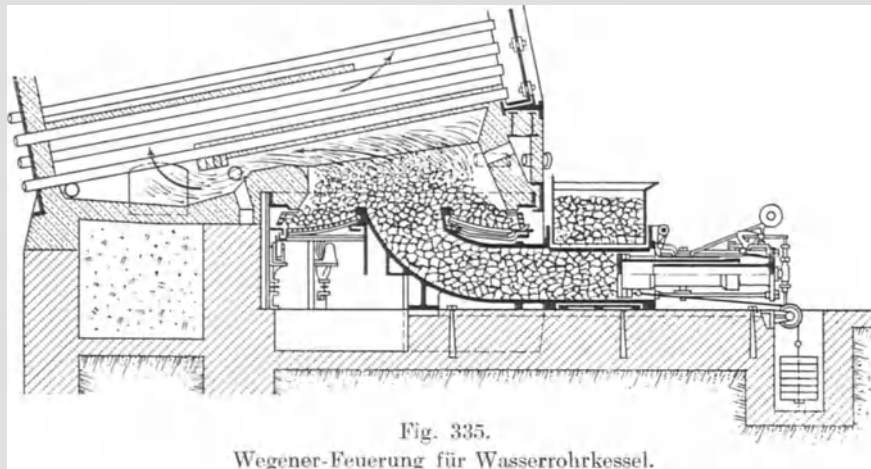


Fig. 335.
Wegener-Feuerung für Wasserrohrkessel.

führungsrohr. Nachdem der Schieber wieder selbsttätig abgeschlossen ist, beginnt der Hin-
gang des Druckkolbens, der den Brennstoff in dem Rohr langsam einwärts, bzw. auf den
Rost schiebt. Hierauf geht der Kolben zurück und der Vorgang wiederholt sich. Über der

Rohrmündung ist ein gußeiserner Kopf mit Schamottehaube angebracht, der die Aufgabe hat, den emporquellenden Brennstoff möglichst gleichmäßig nach allen Seiten des kegelförmig abfallenden Rostes auszubreiten und der gleichzeitig für die Zuführung eines Teiles der Verbrennungsluft dient. Ein weiterer Teil der Luft tritt von unten durch den Kegelrost, sowie seitlich am ganzen Umfang desselben in die Brennstoffschicht. Im eigentlichen Feuerraum ist die Verbrennung noch eine unvollkommene. Es wird deshalb mittels entsprechender Oberluftzufuhr durch Kanäle im Schamotttemauerwerk der noch fehlende Betrag an Sauerstoff gedeckt. Die Rückstände sammeln sich unten auf dem Rost an und sind an dessen Umfang zu entfernen. Erleichtert wird dies dadurch, daß der ganze Rost drehbar ist.

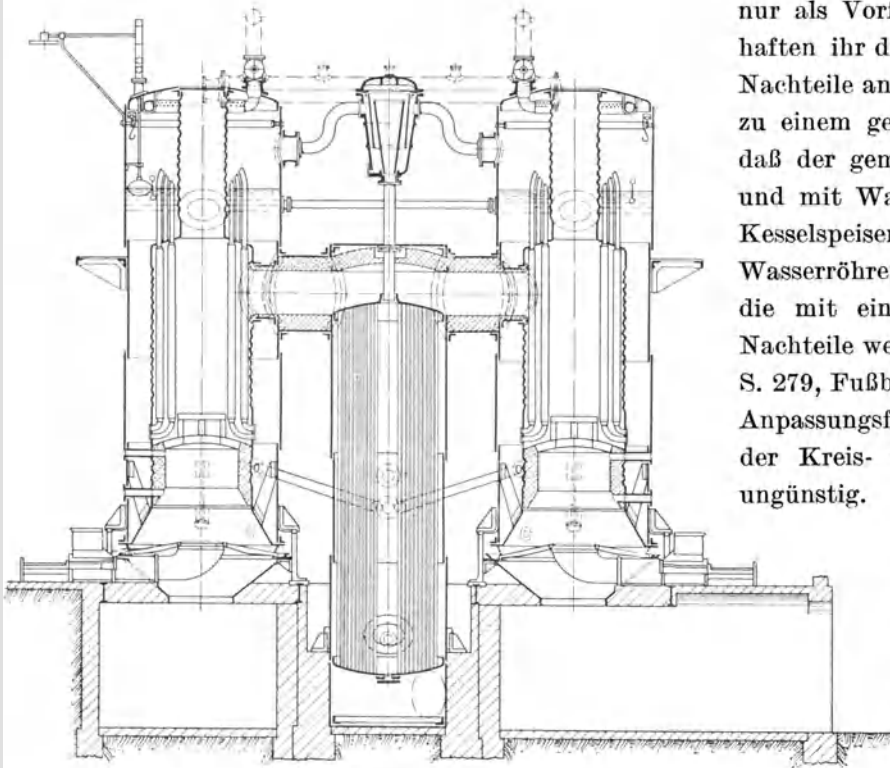


Fig. 336.

Wegener-Feuerung für stehende Feuerbüchsen-Röhrenkessel.

Für Flammrohrkessel ist die Anlage nur als Vorfeuerung möglich. Als solche hatten ihr die wiederholt ausgesprochenen Nachteile an, die sich auch dadurch nur bis zu einem gewissen Grade mildern lassen, daß der gemauerte Feuerraum gemantelt und mit Wasser gekühlt wird, das zum Kesselspeisen Verwendung finden kann. Am Wasserröhren- und Walzenkessel kommen die mit einer Vorfeuerung verbundenen Nachteile weniger zur Geltung (s. übrigens S. 279, Fußbemerkung 1), dagegen ist die Anpassungsfähigkeit der Feuerung infolge der Kreis- bzw. Kegelform des Rostes ungünstig.

Dem Brennstoffzufuhrrohr ist ein erheblicher Durchmesser gegeben. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Kohle wird die Beschickungsvorrichtung keine größere Beschränkung auferlegen, als solche im Hinblick auf die Erzielbarkeit guter Verhältnisse (insbe-

sondere gleichmäßiger Kohlenverteilung) auf dem Rost geboten ist. Einer Unsicherheit bezüglich vollständiger Rostbedeckung läßt sich in gewissem Maße entgegentreten, indem mit entsprechend hoher Schicht gearbeitet wird. Doch verlangt die Rücksicht auf die Art der Schlackenbildung, die Haltbarkeit des Rostes und die erreichbare Brenngeschwindigkeit, hierbei bestimmte Grenzen nicht zu überschreiten. Sollte bei stark backenden Brennstoffen von Hand nachgeholfen werden müssen, was übrigens bei der Anordnung des Rostes schwierig zu bewerkstelligen ist, so würden die Vorzüge der Feuerung in bezug auf den Verbrennungsvorgang gestört.

Die Brennstoffzufuhr ist durch die Vorschubgeschwindigkeit des Druckwasserkolbens regelbar. Je nach der Beanspruchung soll ein Vorschub ca. 4 bis 10 Minuten dauern. Die Anpassungsfähigkeit an wechselnden Dampfbedarf scheint nicht befriedigend zu sein. Hierbei spielt natürlich der große Wärmespeicher, mit dem die Feuerung ausgestattet ist,

eine wesentliche Rolle. An dieser Stelle mag eine von der Lagerbierbrauerei E. Haase in Breslau, über 'Betriebserfahrungen mit der Wegenerschen Steinkohlenfeuerung¹⁾ erhaltene Auskunft wiedergegeben sein.²⁾ Dieselbe lautet:

„Daß sich die Wegener-Feuerung als genügend betriebssicher bewährt hat und die Unterhaltungskosten denjenigen anderer mechanischer Feuerungen gleichkommen. Die Anpassungsfähigkeit an starken, momentan wechselnden Betrieb läßt bei der Wegener-Feuerung zu wünschen übrig. Die Feuerung kann Differenzen um 25 vH der Dampfenahme nicht folgen. Dies hängt mit den Schamottmassen der Ausmauerung zusammen, welche einen gewissen Wärmespeicher darstellen.

Die Kohle, welche in der Feuerung verbrannt werden kann, unterliegt keiner Auswahl. Es sind hier gleich gute Resultate mit Nuß I herunter bis ungesiebten Gries erzielt worden. Ebenso haben sich backende Kohlen verbrennen lassen. Die Schlackenbildung ist normal und hat bisher zu keiner Störung Veranlassung gegeben.“

Ob sich dieses Urteil auch auf die Dauer behaupten läßt, mag dahingestellt sein.

Die Zahlentafel 26 enthält Ergebnisse von zwei Versuchen, welche der Oberschlesische Überwachungsverein in Kattowitz an einem Kessel eigenartiger Konstruktion mit der Wegener-Feuerung durchgeführt hat.³⁾ Der untersuchte Kessel — ebenfalls Bauart Wegener, Fig. 336 — besteht aus zwei stehenden Feuerbüchskesseln, welche senkrechte Siederohre mit Einhängerohren besitzen und einem stehenden Heizrohrkessel. Die Unterschubfeuerung ist in den beiden Feuerbüchsen der Feuerbüchskessel untergebracht. Die Heizfläche beträgt 450,8 qm, die Rostfläche 10,18 qm. Die Versuche fanden bei offenem Mannloch, also ohne Dampfdruck im Kessel statt. Die für die Feuerung erforderliche Luftpressung wurde durch einen von einem 5 PS Motor angetriebenen Ventilator erzeugt.

Der zur Erzielung einer Rostbeanspruchung von 85 kg/st/qm schlesischer Kohle aufzuwendende Unterdruck von mehr als 50 mm WS am Kesselende und ca. 25 mm WS im Feuerraum ist auffallend groß. Er begründet sich hauptsächlich durch den großen Widerstand, den die Luft beim Durchdringen des Rostes und der ca. 500 mm hohen Brennstoffschicht zu überwinden hatte. Bei Erfordernis so starken Unterdruckes in den Heizzügen ist es auf die Dauer nicht leicht, einem erheblichen Nachsaugen von Nebenluft wirksam zu begegnen. Auch wird im praktischen Betrieb die fortwährend richtige Einstellung der Luftzufuhr erschwert; geringen Veränderungen der Zutrittsquerschnitte entsprechen Luftmengen, die in vH der Gasmenge um so mehr ins Gewicht fallen, je größer der im Verbrennungsraum herrschende Unterdruck ist im Verhältnis zu der durch ihn erzeugten Brenngeschwindigkeit bzw. Gasmenge. Bei den in der vorliegenden Feuerung sich abspielenden Verbrennungsvorgängen ist hiermit zwar nicht eine Gefahr starker Rauchbildung verbunden, aber es kann sich, namentlich im Falle ungenügender Überwachung, leicht entweder ein empfindsamer Verlust durch unverbrannte Gase oder eine Erhöhung des Luftüberschusses und des Abwärmeverlustes einstellen.

Beachtenswert erscheinen in Zahlentafel 26 die Ausnutzungsziffern. Im Vergleich zu

¹⁾ So genannt zum Unterschied von der Wegenerschen Kohlenstaubfeuerung, S. 299 u. ff.

²⁾ Die Wegener-Feuerung ist dort an drei Zweiflammrohrkesseln mit je 100 qm Heizfläche und 2,28 qm Rostfläche seit einigen Jahren in Gebrauch. Die Erfahrungen beziehen sich auf Verheizung von schlesischen Kohlen. Auf den Betrieb mit Brennstoffen, die mehr zum Backen und zu fließender Schlackenbildung neigen, sind sie nicht übertragbar; sie würden in diesem Falle wohl ungünstiger lauten.

³⁾ Die Ergebnisse sind dem Jahresbericht 1906/07 des Oberschlesischen Überwachungsvereins in Kattowitz entnommen.

Zahlentafel 26.

Bauart des Kessels	Stehender Feuerbüchse-Röhrenkessel Bauart Wegener			
Bauart der Feuerung	Unterschubfeuerung von Wegener			
Heizfläche qm	450,8			
Rostfläche „	10,18			
Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche	1:44,3			
Versuch Nr.	I		II	
Datum des Versuchs	22. X. 06		23. X. 06	
Dauer „ „	8 st		7 st 57 min	
Brennstoff:				
Heizwert nach kalorimetrischer Ermittlung WE	6595		6323	
Verheizt im ganzen kg	6720		7000	
„ in der Stunde „	840,0		880,5	
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche „	83,3		86,5	
„ „ „ „ „ 1 qm Heizfläche „	1,866		1,955	
Beschickungen (Anzahl der Hübe des Vorschubapparates) . pro st	10—11		10—11	
Gewicht pro 1 Beschickung kg	40		40	
Herdrückstände:				
im ganzen „	733		752	
in Hundertteilen des Brennstoffes vH	10,91		10,70	
Verbrenliches in den Herdrückständen „	20,5		28,2	
Heizwert von 1 kg Herdrückstände WE	1660		2284	
Heizgase:				
a) Feuerraum:				
Temperatur der Heizgase °C	1225		1236	
Zugstärke mmWS	24,1		25,6	
b) im II. Zuge: (Übergangsstutzen)				
Zusammensetzung der Gase { Kohlendioxid vH	16,4		16,2	
{ Kohlendioxid + Sauerstoff „	18,3		18,3	
{ Stickstoff „	81,7		81,7	
Vielfaches der theoretischen Luftmenge	1,096		1,112	
Temperatur der Heizgase °C	562,4		566,6	
Zugstärke mmWS	25,5		27,4	
c) am Kesselende:				
Zusammensetzung der Gase { Kohlendioxid vH	14,7		15,5	
{ Kohlendioxid + Sauerstoff „	18,3		18,3	
{ Stickstoff „	81,7		81,7	
Vielfaches der theoretischen Luftmenge	1,198		1,148	
Temperatur der Heizgase °C	126,5		127,7	
Temperatur der einziehenden Luft „	22,3		16,4	
Zugstärke mmWS	50,7		52,0	
Speisewasser:				
Temperatur des Speisewassers °C	18,0		22,3	
verdampft im ganzen kg	59100		62708	
„ in der Stunde „	7387,5		7887,8	
„ „ „ „ auf 1 qm Heizfläche „	16,4		17,5	
„ „ „ „ „ 1 „ „ bezogen auf Wasser von 0°C und Dampf von 100°C (637 WE) „	15,9		16,9	
Dampf:				
Temperatur °C	99,1		99,2	
Gesamtwärme bei 0°C Speisewassertemperatur WE	636,7		636,7	
Erzeugungswärme im Kessel „	618,7		614,4	
Rauchbildung:				
Mittlere Rauchstärke nach dem Photometer-Maßstabe	108		110	
„ „ an der Schornsteinmündung beobachtet	fast gänzlich rauchlos			
Verdampfung:				
1 kg Kohle hat aus Wasser von 18,0 bzw. 22,3°C Dampf von 99,1 bzw. 99,2°C erzeugt kg	8,795		8,958	
1 kg Kohle hat aus Wasser von 0°C Dampf von 100°C (637 WE Erzeugungswärme) erzeugt „	8,541		8,640	
Wärmebilanz				
	WE	vH	WE	vH
Von der in 1 kg Kohle enthaltenen Wärmemenge sind zur Dampf- bildung nutzbar gemacht	5441	82,50	5504	87,05
Verloren sind:				
a) durch Verbrenliches in den Herdrückständen	181	2,75	244	3,86
b) durch freie Wärme in den abziehenden Gasen	316	4,78	310	4,90
c) durch Strahlung, Leitung, unverbrannte Gase (Rest)	657	9,97	265	4,19

Ergebnissen, wie sie sonst im Kesselbetrieb gewöhnlich festgestellt werden, weist in der Wärmebilanz insbesondere der Abwärmeverlust einen sehr geringen Betrag auf. Es ist dies außer dem kleinen Luftüberschuß bei der Verbrennung namentlich der niedrigen Temperatur zu verdanken, mit welcher die Gase den Kessel verließen. Der Bericht sagt hierzu:

„Die Abgangstemperaturen von 126,5 bzw. 127,7° C konnten bei den Versuchen deshalb so gering sein, weil nur der atmosphärische Luftdruck im Kessel bzw. eine Dampftemperatur von 100° C herrschte. Im praktischen Betriebe dagegen müßten die Abgase mindestens ca. 200° C besitzen, um noch dampferzeugend zu wirken, wodurch eine Steigerung der Abgasverluste von ungefähr 3% eintreten würde, wenn der Kohlensäuregehalt der Gase der gleiche bleibt, ferner würden beim Arbeiten mit einem Dampfdruck von 9 Atm. die Heizgastemperaturen im Kessel eine Verschiebung erfahren, wodurch auch die Ausnutzung eine niedrigere werden dürfte.“

Diese Ausführungen betreffen die Gesamtanlage von Kessel und Feuerung. Eine Abgangstemperatur der Gase von 200° C ist auch noch sehr niedrig und würde in vorliegendem Falle der Kesselbauart gutzuschreiben sein. Nimmt man für die Beurteilung der Feuerung allein eine Temperatur der Abgase von 250° C an, was noch nicht hoch ist, so würde sich bei gleich günstiger Verbrennung der Abwärmeverlust auf ca. 10 vH erhöht und — die übrigen Verluste als unverändert vorausgesetzt — die Ausnutzung zu ca. 77 bzw. 82 vH des Kohlenheizwertes ergeben haben. Noch nicht berücksichtigt ist hierbei der Kraftverbrauch für den künstlichen Zug und die Beschickungsvorrichtung, worüber zahlenmäßige Angaben nicht vorliegen. Die geringere Ausnutzung beim ersten Versuch wird zur Hauptsache damit erklärt, daß ein gewisser Verlust durch unverbrannte Gase vorhanden und die Anlage noch nicht ganz in Beharrung gewesen sein dürfte.

Wie bereits für die allgemeine Ausführungsform erwähnt, kommt im eigentlichen Feuerraum noch nicht vollkommene Verbrennung zustande. Dieselbe wird erst bewirkt beim Hindurchtreten der Gase durch die Öffnungen des Schamottegewölbes nach Mischung mit der durch Kanäle oder Düsen eingeführten Oberluft. Der Bericht enthält hierzu folgende Angaben: „Die Zusammensetzung der Gase im Feuerraum unterhalb des Chamottegewölbes, d. h. bevor eine nochmalige Zufuhr von Luft stattgefunden hatte, war folgende:

Kohlensäure (CO ₂)	12,3 vH
Sauerstoff (O)	0,0 „
Äthylen (C ₂ H ₄)	0,0 „
Kohlenoxyd (CO)	7,9 „
Wasserstoff (H ₂)	2,7 „
Methan (CH ₄)	2,7 „
Stickstoff (N) als Differenz	74,4 „

Summe 100,0 vH.

Hieraus geht deutlich hervor, daß die Gase beim Verlassen des Verbrennungsraumes eine bedeutende Menge brennbarer Substanzen (Kohlenoxyd, Wasserstoff und Methan) enthielten, welche erst durch weiteres Hinzutreten von Luft vollständig verbrannten.¹⁾

¹⁾ Man hat demnach hier beim Beschieken mit so hoher Schicht nicht mehr eine reine „direkte Feuerung“, sondern einen teilweisen „Generator“, eine teilweise Gasfeuerung. Die in der Schicht aufsteigende Kohlensäure wird reduziert und bemächtigt sich der sonst den Rauch bildenden Kohlenstoffteilchen. Für die richtige Bemessung der Oberluftzufuhr, welche sich in diesem Falle nicht zur Verhütung von Rauch als vielmehr zur vollkommenen Verbrennung der brennbaren Gase notwendig macht, kann nicht mehr die Rauchbeobachtung als Maßgabe dienen, sondern die Untersuchung der Gase oder wenigstens die Beobachtung der Flamme durch ein geübtes Auge.

Ferner ist zu den Ergebnissen der Versuche angeführt:

„Von besonderer Wichtigkeit für die Feuerung ist, daß die Kohle im Feuer nicht backt und nur wenig Rückstände von lockerer, nicht fließender Beschaffenheit hinterläßt, da mit hohen Schütthöhen gearbeitet wird und ein Bearbeiten der ganzen Kohlschicht schwer durchzuführen ist. Die Aufgabe des Brennstoffes erfolgte durch die Vorschubvorrichtung fast kontinuierlich, weshalb eine allmähliche und gleichmäßige Vergasung des von unten in die Kohlschicht eingeführten Brennstoffs stattfinden konnte. Hierauf ist in erster Linie die fast vollkommene Rauchlosigkeit zurückzuführen.

Rauch entstieg während des ganzen Versuchs dem 5 m hohen Schornstein in kaum sichtbarer Stärke; nur beim Lockern der Kohlschicht zeigte sich fürs Auge ein schwacher hellgrauer Rauch.“

Der Bericht schließt: „Die mit diesem Feuerungs- und Kesselsystem erzielten Resultate müssen in bezug auf den ökonomischen Effekt und die Rauchverbrennung als recht günstige bezeichnet werden. Besonders aber ist die fast vollkommene Rauchfreiheit, mit der die Feuerung arbeitet, hervorzuheben.“

Aus der S. 277 erwähnten Kesselanlage liegen noch eine größere Anzahl veröffentlichter Versuchsergebnisse vor. Dieselben sind indessen mit so vielen Unklarheiten und Unstimmigkeiten behaftet, daß sie für eine Wiedergabe an dieser Stelle nicht geeignet erscheinen.¹⁾ Immerhin muß wohl anerkannt werden, daß die Feuerung bei sehr geringem Luftüberschuß rauchfrei arbeitet. In bezug auf den Rauch wird eine Wegenersche Kohlenfeuerung allerdings immer weitgehendste Ansprüche befriedigen können; wenig vorteilhaft verhält sie sich gegenüber einer Reihe praktischer Forderungen und hinsichtlich der Erfüllung der betriebstechnischen Ansprüche.

Die Feuerung läßt sich zwar mit sehr geringem Luftüberschuß und entsprechend hoher Brennstoffausnutzung betreiben, welche auch nach Abzug des Aufwandes für die Betriebsweise der Feuerung die erzielbaren Dampfkosten noch günstig erscheinen läßt. Besonders

¹⁾ Die angeblichen Ausnutzungsziffern jener Versuche liegen fast durchweg über 80 vH (zwischen 79 und 89 vH) des Kohlenheizwertes, der für die Mehrzahl der Versuche scheinbar etwas willkürlich angenommen wurde. Vollständige Wärmebilanzen fehlen, wenigstens sind sämtliche Wärmeverluste unter einem gemeinsamen Betrag zusammengefaßt. Nimmt man mit Hilfe der in den betr. Zahlentafeln enthaltenen Beobachtungswerte eine näherungsweise Zergliederung der Verluste vor, so ergibt sich für das Restglied der Wärmebilanz (Verlust durch Leitung und Strahlung, unverbrannte Gase usw.) bei den meisten Versuchen ein unnatürlich kleiner Wert, sofern überhaupt noch ein Betrag für ihn verbleibt; teilweise fällt er sogar negativ aus.

Der Wegener-Feuerung ist von mancher Seite das Wort geredet worden, vielfach in ganz unsachlicher Weise, indem nur ihre vorteilhaften Eigenschaften in bunten Farben geschildert, ihre Schattenseiten aber verschwiegen wurden. Die letzteren stehen vorläufig einer verbreiteten Anwendung noch im Wege. Solche Unsachlichkeiten im Urteil konnten nur dazu beitragen, eine weitere Entwicklung der vielleicht hinreichend verbesserungsfähigen Konstruktion in bedauerlicher Weise zu behindern. S. auch die nicht grundlosen Widerlegungen in der Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1907, S. 342 u. f., 459 u. f., 533 u. f. von C. Cario, sowie S. 524 u. f. von John H. Mertens, ferner Jahresbericht des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg 1906, S. 9. Sollte die Beseitigung der an der jetzigen Ausführungsform noch haftenden Mängel gelingen, dann könnte allerdings die Wegener-Feuerung das allgemeine Interesse in hohem Maße beanspruchen. Im Bereiche der Flammrohrkessel wird sie indessen aus den Übelständen der Vorfeuerung schwerlich herauskommen.

Beim Wasserrohrkessel ist es wichtig, daß die vollkommene Verbrennung schon im eigentlichen Feuerraum, d. h. zwischen dem Rost und den ihm zunächstliegenden Heizflächen, möglichst vollständig beendet ist. Selbst wenn durch die nachträgliche Luftzufuhr vollkommene Verbrennung auf dem späteren Wege der Gase noch erzielbar ist, so kann doch die Gefahr bestehen, daß infolge der Verschiebung der Verbrennungszone der Wasserdampfstrom in den unteren Rohrlagen gestört wird. Dieser Möglichkeit gebührt von verschiedenen Gesichtspunkten aus ernstliche Beachtung. S. auch S. 310, Fußbemerkung 2.

zu berücksichtigen sind aber neben der räumlichen Ausdehnung der Anlage die hohen Anschaffungskosten, bzw. die Verzinsung, sowie ein der Lebensdauer entsprechender Betrag für Amortisation, Instandhaltung und etwaige Betriebsstörungen. Dieser Betrag dürfte unter Betriebsverhältnissen, wie sie zumeist vorherrschen, bei der heutigen Ausführungsform der Feuerung erheblich in die Wagschale fallen. Im übrigen darf die mangelnde Anpassungsfähigkeit an rasch und stark wechselnden Dampfbedarf, sowie das nachteilige Verhalten von Kohlsorten, die im Feuer backen oder ungünstige Schlackenbildung aufweisen, nicht übersehen werden.

Die Unterbeschiekungsfeuerung „Ignis“, Fig. 337 und 338, nach D. R. P. Nr. 122 925 ausgeführt von der „Ignis“-Industriegesellschaft m. b. H. in Berlin, ist ebenfalls nur als Unterfeuerung oder als Vorfeuerung anwendbar. Unter dem trichterförmigen Feuerungsrumpf ist um eine wagerechte Achse drehbar ein prismatischer Kohlenkasten angeordnet, dessen Boden gewissermaßen als Stempel ausgestaltet ist. In der herausgedrehten Stellung des Kastens wird der Stempel gesenkt und bildet den Boden desselben,

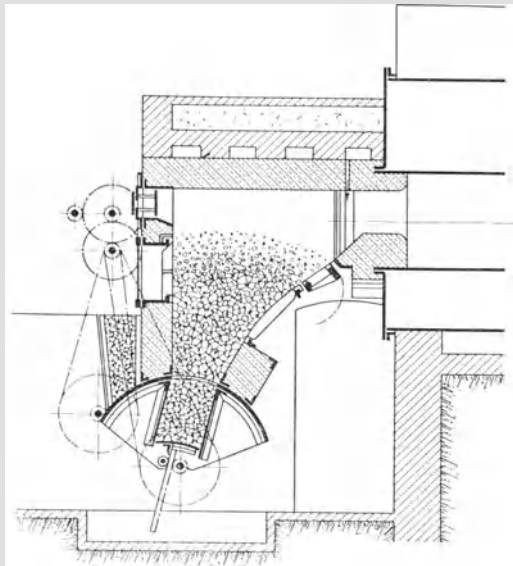


Fig. 337.

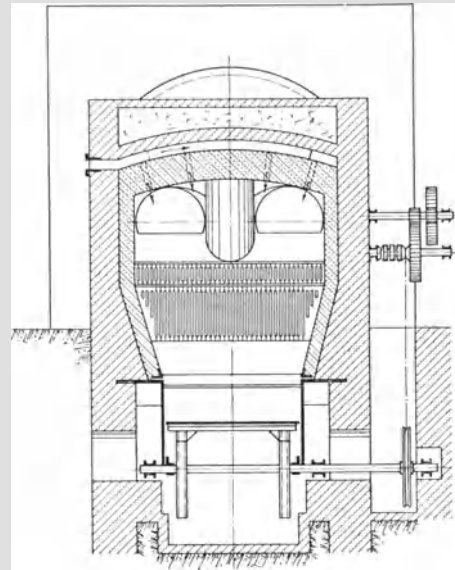


Fig. 338.

Ignis-Feuerung.

so daß die Kohle aus dem vor der Feuerung befindlichen Schütttrichter nachstürzen kann. Nachdem die Mündung des Kastens unter den Feuerungsrumpf zurückgedreht ist, wird die Kohle durch langsames Heben des Stempels in die Feuerung emporgeschoben. Das Heben und Senken des Stempels erfolgt durch Kurbelgetriebe vom Heizerstande aus von Hand oder selbsttätig, ebenso das Aus- und Einselnen des Kohlenkastens. Dieser trägt vorn und hinten Ansätze in der Form eines Zylindermantels, die je nach der Stellung des Kastens den unteren Verschluss des Schütttrichters oder des Feuerungsrumpfs bilden. Die Verbrennungsluft wurde ursprünglich nur durch die senkrecht bzw. steil gelegten Roste, später aber auch zum Teil als Oberluft durch Kanäle im Mauerwerk der Vorfeuerung zugeführt. Diese Maßnahme erwies sich als notwendig zwar nicht zur Verhütung von Rauch, aber zur vollkommenen Verbrennung der Gase (s. S. 279 Fußbemerkung 1).

Angeblich sollte das Verschlacken der Roste durch die aufwärtsschiebende Bewegung der Kohle verhindert und die „oben in der Glutschicht sich ansammelnde Schlacke“ durch die Schlackentüren nach vorn herausgezogen werden. Um die Schlacke, die sich an der

Feuerbrücke sowie auf dem oberen Teil des schrägen Rostes ansetzt, nach hinten abstoßen zu können, ist derselbe zum Kippen eingerichtet.

In bezug auf rauchfreie Verbrennung würde die Ignis-Feuerung volle Beachtung verdienen; betriebstechnisch ist sie aber mit bedeutend größeren Mängeln behaftet als die vorstehend besprochene Wegener-Feuerung. Sie weist die Übelstände der Vorfeuerung in vollem Maße auf, so daß ihre Brauchbarkeit für hochwertige Steinkohlen fast ausgeschlossen erscheint. Aber auch für Brennstoffe mit geringerem Heizwert bleibt die keilförmige hohe Schichtung in dem nach unten vollständig verschlossenen Feuerungsrumpf sehr ungünstig. Dem Zutritt der Verbrennungsluft ist bei backender oder in ihrer Beschaffenheit fein ausfallender Kohle ein großer Widerstand geboten; ein Auflockern des Haufens von außen ist kaum durchführbar. Die Schlacke wird sich nicht an der Oberfläche ablagern, sondern in der Glut unter Mitwirkung der im Mauerwerk aufgespeicherten Wärme schmelzen und in die Brennstoffschicht zurückfließen; auch die nicht fließenden Bestandteile der Rückstände finden keinen Ausweg und verbleiben in der Schicht.

Die Einrichtung hatte denn auch im Betrieb zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis geführt und eine weitere Anwendung nicht erfahren.

Aus den vorstehenden Erörterungen geht hervor, daß in den Unterschubfeuerungen die Verhältnisse für eine rauchfreie und wirtschaftliche Verbrennung grundsätzlich durchaus günstig liegen. Dagegen bietet die technische Aufgabe, betriebssichere und dauerhafte Einrichtungen zu schaffen, unter Umständen beträchtliche Schwierigkeiten. Immerhin gibt es schon einige Konstruktionen, welchen auch in dieser Hinsicht eine unter gewissen Voraussetzungen recht befriedigende Lösung zuzusprechen ist und man darf wohl annehmen, daß der Eifer, der dem Bau mechanischer Feuerungen neuerdings gewidmet wird, eine weitere Vervollkommnung dieser Feuerungsart zu zeitigen vermag.

C. Verbrennung auf stark geneigten Rostbahnen.

Der Umstand, daß bei den unter Abschnitt IV besprochenen Treppen- und Schrägrostfeuerungen die selbsttätige, ununterbrochene Beschickung unter Verwendung des Brennstoff-Eigengewichts als Triebkraft außer von der Wahl bzw. Einstellung der Rostneigung ganz wesentlich abhängig ist von der Beschaffenheit und den Eigenschaften des Brennstoffs, sowie von der Bedienung, hat eine Reihe weiterer Konstruktionen entstehen lassen, welche durch mechanische Vermittelung der Brennstoffzufuhr Störungen im regelmäßigen Nachschub bei geringerer Abhängigkeit vom Brennstoff und Heizer zu erreichen suchen.

Von der Erwägung ausgehend, daß besonders auf dem unteren Rostteil starke oder ungünstige Verschlackung ein fortwährend gleichmäßiges Niederrutschen der Kohle vereitelt, weil diese an der festsitzenden Schlacke sich staut und unterhalb der letzteren einzelne Stellen periodisch leerbrennen, hat die Braunschweigische Maschinenbau-Anstalt in Braunschweig ihre Walzenrostfeuerung „Piontek“ D. R. P. Nr. 114909 nach Fig. 339 und 340, zur Ausführung gebracht. Der Schrägrost dient vorwiegend der allmählichen Entgasung des Brennstoffs, während dessen Verbrennung zum Teil auf dem unteren Ende des Schrägrostes hauptsächlich aber auf dem Walzenrost stattfindet. Dieser letztere ist aus schmiedeeisernen Ringen von roststabförmigem Querschnitt zusammengesetzt, welche in einigem Abstand auf dem Gestell der Trommel befestigt sind, so daß sich den Eigen-

schaften des Brennstoffs entsprechende Spaltweiten (im allgemeinen 8 bis 12 mm) bilden. Die Trommel ist derart gelagert, daß sie nach vorn durch den Aschefall herausgenommen werden kann. Als Innenfeuerung wird die Anlage nicht ausgeführt.

Durch ein mittels Transmission oder Motor angetriebenes Schaltwerk wird der Walzenrost dauernd langsam gedreht und die vom Schrägrost nachrutschende Kohle nach hinten befördert. Gleichzeitig wandert auch die sich absetzende Schlacke mit, um sich unter Mithilfe des Abstreichers hinter der Trommel abzulagern, von wo sie dann in gleicher Weise wie bei Schräg- und Tenbrink-Rosten entfernt werden kann.

Nach einem Bericht von C. Haage¹⁾ hat die Einrichtung an einem kombinierten Zweiflammrohrkessel und Heizrohr-Oberkessel mit 150 qm Heizfläche und 2,5 qm Rostfläche bei Versuchen mit westfälischer Nußkohle „Recklinghausen“, mit Förderkohle „Dahlbusch“ und mit Steinkohlenbriketts (Eierform) bei rauchfreiem Betrieb gute Verbrennungs- und Aus-

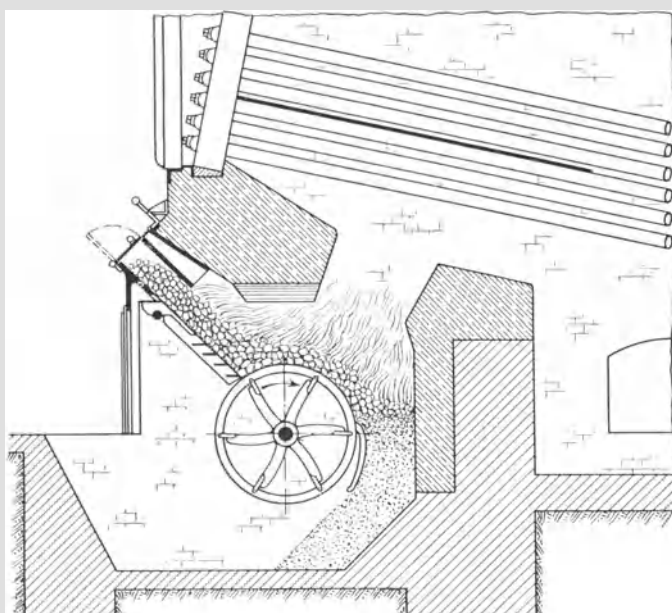


Fig. 339. Walzenrost-Feuerung „Piontek“.

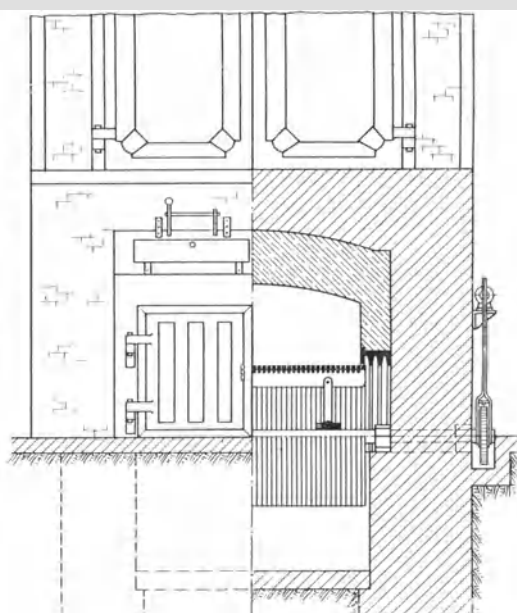


Fig. 340.

nutzungsverhältnisse geliefert. Die Rostbeanspruchung betrug 120 bis 130 kg in der Stunde auf 1 qm bei 17 bis 18 kg stündlicher Dampfleistung auf 1 qm Heizfläche. Es soll die Reinhaltung des Rostes keine Schwierigkeit geboten, vielmehr die Schlacke im hinteren Teil der Feuerung von der Trommel sich von selbst abgelöst haben und die Bedienung trotz der starken Beanspruchung für den Heizer leicht gewesen sein.

Das Festbrennen der Schlacke auf dem Walzenrost soll dadurch verhindert bzw. erschwert werden, daß die Bewegung der Brennstoffschicht kleiner bleibt als diejenige des Rostes, weil die vor der Rückwand der Feuerung lagernde Schlacke und Glut eine gewisse Stauung bewirke. Nicht ohne Einfluß mag auch der Umstand sein, daß jeder Rostteil während einer ungefähr $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden dauernden Walzendumdrehung nur über ein Drittel dieser Zeit benutzt und über zwei Drittel von der durchströmenden Verbrennungsluft gekühlt wird. Immerhin dürften Brennstoffe, deren Schlackenbildung besonders zum Fließen neigt, in der Feuerung

¹⁾ Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebs, 1902, S. 377 u. f.

nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten verwendbar sein. Namentlich wenn die Brennstoffschicht auf dem hinteren Teil zuweilen etwas hoch gerät, wird sich die Schlacke derart zwischen die Spalten festsetzen, daß sie von dem nur an der Oberfläche zugänglichen Walzenrost schwer entfernt werden kann.

Ebenso wie bei der Tenbrink-Feuerung ist streng darauf zu achten, daß weder zu wenig noch zu viel Rückstände von unten weggenommen werden. Im letzteren Falle wird nicht allein dem Festhalten der Schlacke auf der Trommel, sondern auch einem raschen Verbrennen des Abstreifers ganz erheblich Vorschub geleistet. Als wichtiges Bedürfnis erscheint es ferner, daß durch entsprechende Reguliervorrichtung für möglichste Anpassungsfähigkeit der Umfangsgeschwindigkeit der Rosttrommel an wechselnde Betriebsverhältnisse Sorge getragen wird,

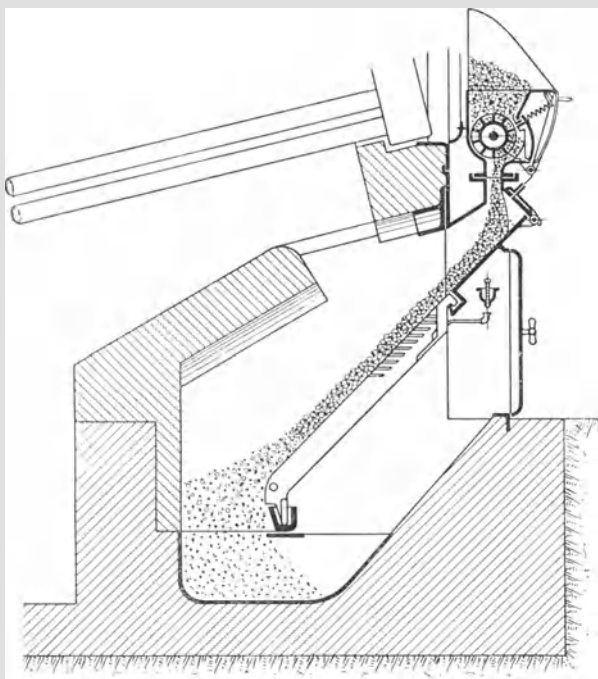


Fig. 341.
„Rieselrost“ von Büttner & Co.

ausgehend von dem Bestreben bei jeder erforderlichen Brenngeschwindigkeit bzw. Zugstärke eine passende Schichthöhe auf dem Walzenrost zu erhalten. Ist der Vorschub im Verhältnis zu der jeweils eingestellten Zugstärke zu gering, so ergibt sich infolge mangelhafter Rostbedeckung ein großer Luftüberschuß. Häuft sich dagegen bei schwacher Belastung und entsprechend schwachem Zug die Brennschicht zu sehr an, so wird lästige Schlackenbildung unterstützt und es können außerdem selbst bei rauchlosem Gang der Feuerung empfindsame Verluste durch unverbrannte Gase (Kohlenoxyd) entstehen.

Fig. 341 zeigt die Anordnung des „Rieselrosts“, mit dem die Firma Rheinische Röhrendampfkesselfabrik, A. Büttner & Co., G. m. b. H. in Ürdingen a. Rh., ihre zwei Wasserröhrenkessel auf der Düsseldorfer Ausstellung 1902 aus-

gerüstet hatte. Bei dieser Einrichtung wird die Gleichmäßigkeit des Brennstoffnachschubes unter Verwendung von Kraftantrieb durch besondere vor bzw. oberhalb des Rostes liegende Vorkehrungen zu fördern gesucht. Die Kohlenzufuhr vom Fülltrichter zum Rost ist durch eine dazwischen liegende Walze zu regeln, welche gleichzeitig zur Zerkleinerung größerer Kohlenstücke dient. Die Neigung des Rostes beträgt für Steinkohlen 40 bis 50°. Um die Roststäbe zu kühlen, das Festbrennen der Schlacke möglichst zu verhindern und die hierdurch bedingten Störungen in der wirtschaftlichen und rauchfreien Verbrennung fernzuhalten, wird jeder einzelne Stab durch eine vor dem Rost angebrachte Vorrichtung mit Wasser bespritzt.

Die Feuerbrücke ist mit einem stark vorgezogenen Gewölbe ausgestattet, um die Flammen- bzw. Gasabführung nach Art der Tenbrink-Feuerung zu erhalten. Die gewählte Anordnung des kurzen Gewölbes oberhalb des vorderen Rostteils läßt die eigentliche Verbrennungszone auf den ganzen Rost sich erstrecken und für die Vorentgasung verbleibt nur ein kurzes Stück der auf der Schürplatte nachrutschenden Schicht. Da bei wechselndem Betrieb die zulaufende Kohlenmenge nicht wie z. B. aus dem Trichter der Tenbrink- und ähnlichen

Feuerungen dem Abbrand auf dem Rost, d. h. der jeweils nach dem vorherrschenden Dampfbedarf eingestellten Zugstärke und daraus sich ergebenden Brenngeschwindigkeit entsprechend sich selbsttätig anpaßt,¹⁾ so ist einer verständigen und pünktlichen Regulierung der Speisewalze in Abhängigkeit von derjenigen der Zugstärke ganz besondere Sorgfalt zuzuwenden. Überstürzungen auf dem Rost mit den nachteiligen Folgen auf die Rauchentwicklung werden um so eher vorkommen, als der Brennstoff nicht in zwangweiser Führung in bestimmter Schichthöhe auf den Rost gelangt.

Eine dem Bedürfnis der besonderen Antriebskraft und dem hierfür fortlaufend erforderlichen Aufwand entsprechende Überlegenheit gegenüber dem einfachen Tenbrink-Rost scheint der Einrichtung nicht eigen zu sein. Förderkohlen, welche auf letzterem unter gewissen Umständen noch zur Verwendung kommen können, weisen auch auf dem Rieselrost hinsichtlich der Gleichmäßigkeit des Nachschubs und des Verlaufs der Entgasung ein weniger gutes Verhalten auf als sortierte Kohlen, so daß der Vorzug des Zerkleinerns mittels der Walze keine so sehr wichtige Rolle spielt.

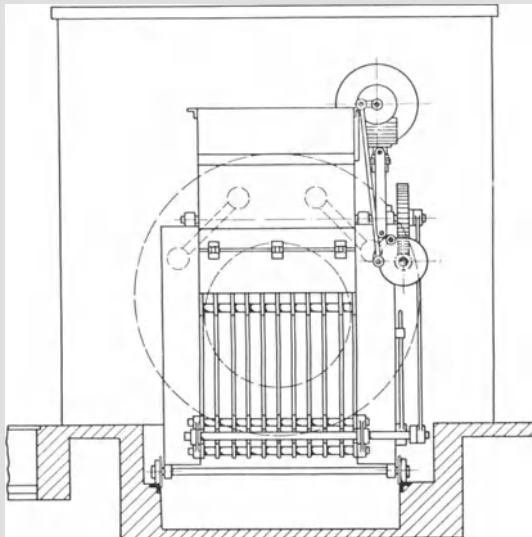


Fig. 342.

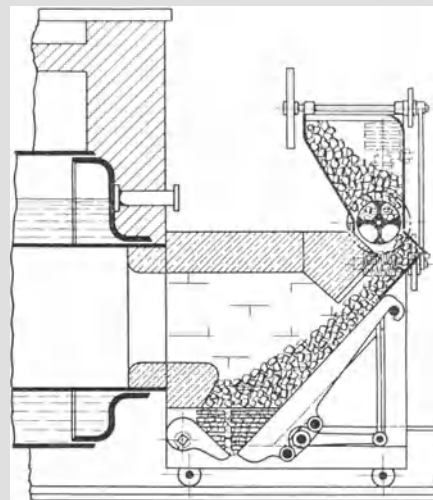


Fig. 343.

Einrichtung von Hofmann.

Eine weitere Einrichtung, von A. Hofmann in Altstetten-Zürich ist in Fig. 342 und 343 veranschaulicht. Die Zuführung des Brennstoffs bis vor den Schrägrost erfolgt ebenfalls durch eine zwischen Trichter und Rost gelagerte Walze mit Kraftantrieb. Außerdem wird der Nachschub auf dem Schrägrost selbst nicht allein durch das Brennstoffeigengewicht bewirkt; es tritt vielmehr noch eine fortwährende gegenseitige Verschiebung der eine Art Treppenrost bildenden Stäbe hinzu, welche durch den Doppelhebel am unteren Rostträger betätigt wird und bezwecken soll, daß zusammengebackene Kohlen, sowie Schlacken gelöst und nach unten gefördert werden. Der unten sich anstauenden Glut wird durch den hinteren kurzen Rost Luft zugeführt. Dieser Rost ist für die Entfernung der

¹⁾ Diese selbsttätige Anpassung des Nachschubs wird bei der Tenbrink-Feuerung allerdings gestört, sobald die Verschlackung des Rostes oder ein Zusammenbacken des entgasenden Brennstoffs hindernd einwirkt. Hierin sind ja — abgesehen von etwaiger Eigenschaft der Schlacke, zu schmieren — gerade die hauptsächlichsten Schattenseiten des Tenbrink-Rostes zu erblicken. Durch sachgemäße Behandlung des letzteren lassen sich indessen diese ungünstigen Einflüsse in den meisten Fällen abwenden; es ist zweifellos vielfach nur auf falsche Behandlung zurückzuführen, wenn die Tenbrink-Feuerung irgendwo in Mißkredit gekommen ist.

Schlacke in einzelnen Abteilungen oder in der ganzen Breite noch zum Umklappen eingerichtet.

Die Kohlenzufuhr soll an die Dampfentnahme ganz selbsttätig dadurch anpassungsfähig sein, daß die Umdrehungszahl der Speisewalze und die Bewegung der Roststäbe mittels eines durch die Dampfspannung im Kessel unmittelbar beeinflussten Reglers verändert werden. Dessen Wirkungsweise ist nämlich derart, daß sich die Schwankungen der Dampfspannung auf einen mit Gegengewicht ausgestatteten Dampfkolben übertragen, welcher durch seine Bewegungen ein Vorgelege auf die eine oder andere Drehrichtung einstellt (siehe Fig. 353). Dadurch wird mittels einer von dem Vorgelege angetriebenen Schraubenspindel der über kegelförmige Riemenscheiben geführte Antriebsriemen seitlich verschoben und das Übersetzungsverhältnis verändert.

Die Rückleitung der Flamme nach Art der Tenbrink-Feuerung ist bei dieser Anordnung nahezu verlassen.

Der Schweizerische Verein von Dampfkesselbesitzern hat im Jahre 1904 über Versuche berichtet, die er mit der sog. Doppelschrägstrostfeuerung von Hofmann — angebracht an einem Einflammrohrkessel mit rückkehrenden Heizröhren und Dampfsammler — durchgeführt hat. Die Ausnutzung stellte sich bei drei Versuchen von je acht Stunden Dauer zu 75,8, 77,5 und 78,1 vH fest. Die Beanspruchung war allerdings mit 11,6 bis 11,9 kg Dampf (von 637 WE) pro Stunde und qm Heizfläche für einen derartigen Kessel sehr mäßig. Das Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche betrug 1:72 bis 1:80, so daß sich die Brenngeschwindigkeit immerhin schon auf 130 bis 138 kg in der Stunde auf 1 qm Rostfläche belief. Über die Rauchentwicklung sagt der Bericht: „Die Rauchlosigkeit war jedoch keine vollständige, da nach dem Abschlacken von Hand zuviel frische Kohlen auf den Rost geschüttet werden mußten; infolgedessen entstanden in diesem Moment bedeutende Mengen unverbrannter Gase und starker Rauch für kurze Zeit. Hoffentlich werden sich diese Schwierigkeiten beim Abschlacken noch beheben lassen. Besonders hervorzuheben ist der hohe Gasgehalt, der bei allen vier Versuchen verwendeten Kohle;¹⁾ je größer derselbe ist, desto leichter bilden sich natürlich Rauch und Ruß.“

Beim Abschlacken soll der ganze Rost entleert und sodann wieder mit frischer Kohle aufgefüllt worden sein. Infolge der hierbei auftretenden starken Gasentwicklung mußte sich Luftmangel im Verbrennungsraum und starker Rauch einstellen, bis der Beharrungszustand wieder erreicht war.

Über die Rauchbeobachtung liegen folgende Angaben vor:

Rauchentwicklung	Min.	vH	Min.	vH	Min.	vH
Starker Rauch	9,7	2,7	13,0	3,6	6,0	1,7
Mittlerer „	15,0	4,2	14,5	4,0	12,0	3,3
Schwacher „	83,8	23,3	65,0	18,1	98,0	27,2
Kein „	251,5	69,8	267,5	74,3	244,0	67,8
	360,0		300,0		360,0	

Wäre das Abschlacken nicht in der angegebenen Art vorgenommen worden, so wäre auch die sich daran anschließende Rauchbildung bedeutend geringer ausgefallen. Die Schwierigkeit

¹⁾ Die Lothringische Kohle „La Houve“ hatte beim ersten Versuch ca. 41, beim zweiten und dritten Versuch sogar 55 und 58 vH flüchtige Bestandteile in der brennbaren Substanz. Das Verhältnis fester Kohlenstoff zu flüchtige Bestandteile in der Kohle war demnach fast 1:1 (vgl. S. 24). Die Heizwerte der verfeuerten Kohlen betragen 6265, 5897 und 5853 WE bei 8 bis 11,5 vH Asche- und 7 bis 8,5 vH Gesamtfeuchtigkeitsgehalt.

des geordneten Abschlackens bildet jedoch einen Übelstand, mit welchem eben die getroffene Anordnung behaftet ist. Dabei ist zu betonen, daß den Lothringischen Kohlen „La Houve“ usw. eine durchaus gutartige lockere Schlackenbildung eigen ist.

Das ungünstige Verhältnis von Rostfläche zu Heizfläche 1:72 bis 1:80 bedingt schon bei geringer Dampfleistung eine große Rostbeanspruchung. Diese muß im Verein mit der kräftigen Bedeckung des unteren Rostteils bei der getroffenen Anordnung naturgemäß zu einem übermäßigen Verschleiß der Roststäbe wie auch des Mauerwerks führen. Überhaupt haften der Anlage die allgemeinen Nachteile der Vorfeuerungen an.

Die Deutsche Feuerungs-Industrie, H. Untiedt in Schweinfurt baut eine Einrichtung, bei welcher in regelmäßiger Aufeinanderfolge eine bestimmte Brennstoffmenge auf den Schrägrost geschoben wird. In der aus Fig. 344 und 345 ersichtlichen Weise ist an der unteren Mündung des Trichters ein verstellbarer Schieber *s* und eine schwingende Klappe *k* angeordnet, an welcher der Stößer *S* gelenkig aufgehängt ist. Die Klappe erhält ihre schwingende Bewegung durch Kurbel- und Schubstangenübertragung von dem Vorgelege *v* aus. Bewegt sie sich nach unten, so kann eine gewisse durch die Schieberstellung bemessene Kohlenmenge vom Trichter auf die Schürplatte fallen. Bei der darauffolgenden Aufwärtsbewegung schleift der Stößer *S* lose über die Kohle hinweg, um zu erneutem Vorschub anzusetzen, sobald die Klappe ihre höchste Stellung erreicht hat. Bei zu groß werdendem Widerstand für den Stößer schaltet sich infolge des hierbei auftretenden Druckes eine Reibungskupplung aus, wobei zwei sich reibende Flächen ein knatterndes Geräusch erzeugen, um den Heizer auf die Stockung aufmerksam zu machen.

Die Einstellung des Schiebers *s*, d. h. der Öffnung im Boden des Trichters, für die jedesmalige Kohlenzufuhr erfolgt mittels des Handrades *h*. Zur Änderung der Hubzahl für den Vorschub dienen Stufenscheiben zum Antrieb des Vorgeleges.

Für den Kraftaufwand erscheint es ungünstig, daß das ganze Gewicht des Trichterinhalts auf der schwingenden Klappe ruht. Bei den größeren Rostbreiten kann sich aus diesem Grund ein recht belangreicher Übelstand herausbilden.

Bezüglich des Wertes der Anlage und der Sorgfalt, welche auf richtige Anpassung des Nachschubes an die jeweils verwendete Zugstärke bzw. vorherrschende Rostbeanspruchung zu richten ist, gilt das über den Büttner'schen Rieselrost Gesagte. Die Vorrichtung kann an bereits vorhandenen Schrägrostfeuerungen ohne sehr große Veränderungen angebracht werden, sie setzt aber voraus, daß keine großen Kohlenstücke zur Verwendung gelangen und kommt daher fast nur für Nußkohlen (Steinkohlen und Braunkohlen) in Betracht.

In der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, S.1908, berichtet Glasenapp

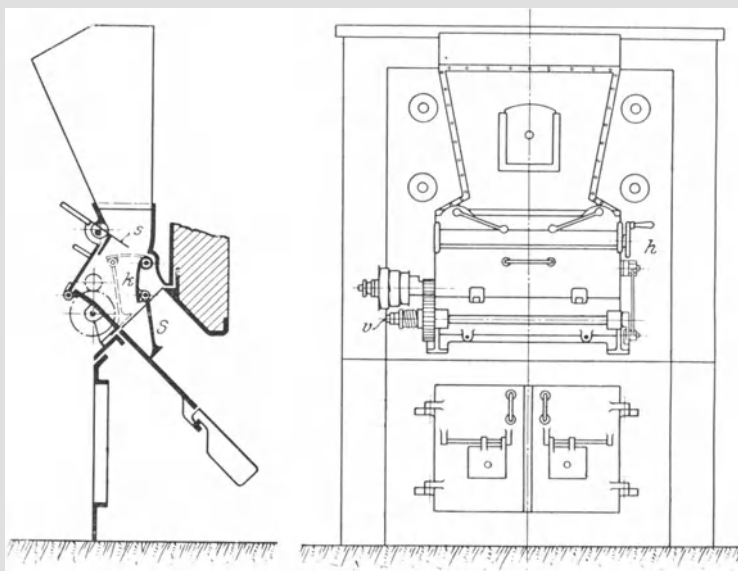


Fig. 344.

Fig. 345.

Einrichtung von Untiedt.

in einer Abhandlung „Kohle und Rauchverhütung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika“ über eine mechanisch betriebene Feuerung von Th. Murphy in Detroit, V. St. A., Fig. 346 und 347, mit zwei quer gelagerten Schüttel-Schrägrosten.¹⁾ Der Brennstoff wird aus seitlich über den letzteren angeordneten Kammern durch hin- und hergehende Schieber von deren Gleitplatte aus auf die Schrägroste geschoben. Zur sicheren Weiterbeförderung und zur Verteilung des Brennstoffs auf dem Rost führt jeder zweite Stab eine Schüttelbewegung um den an der oberen Auflage befindlichen Drehpunkt aus durch abwechselndes Heben und Senken mittels des an der unteren Auflage befindlichen Exzenters. Zur Herbeiführung möglichst gleichmäßiger Rostbedeckung soll nach D. R. P. Nr. 98724 die Bewegung der Stäbe unten und oben, sowie vorn und hinten verschieden gestaltet werden. Die übrigen Stäbe liegen fest. Am Ende der Schrägroste ist eine drehbare Daumenwelle gelagert, welche die niedergegangene Schlacke zerkleinern und samt der Asche in den Ascheraum befördern soll. Zwischen den Brennstoffkammern und dem über die Feuerung gespannten Gewölbe wird vorgewärmte Oberluft über den entgasenden Brennstoff hinweg zugeführt.

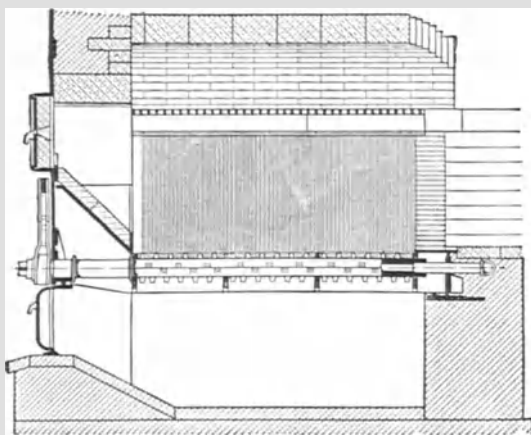


Fig. 346.

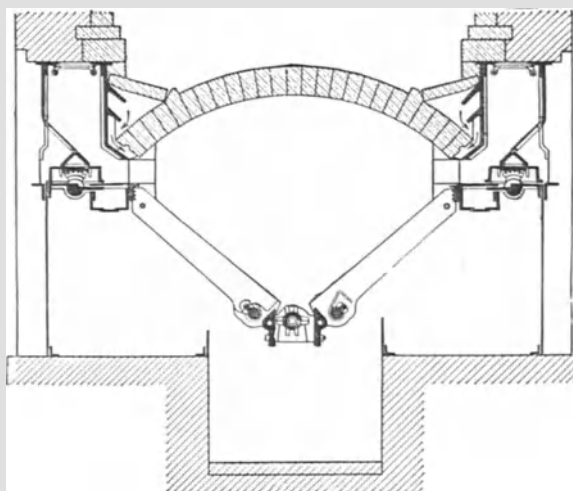


Fig. 347.

Murphy-Feuerung.

Die Einrichtung soll vielfach angewendet werden, auch angeblich in bezug auf Wirtschaftlichkeit und Rauchverhütung gute Ergebnisse liefern und als Vor- wie als Innenfeuerung vermöge der regelbaren Bewegungsvorrichtungen jeder Art Brennstoff angepaßt werden können. Diese Angaben erwecken indessen doch einigen Zweifel. Wie die immerhin einen beträchtlichen Raum beanspruchende Anlage in zweckmäßiger Weise als Innenfeuerung untergebracht werden soll, ist nicht recht verständlich. Auch dürfte sie gegenüber der Schlackenbildung mancher Kohlsorten²⁾ äußerst lästige Eigenschaften aufweisen. Über die Betriebssicherheit und Instandhaltungskosten ist in dem Berichte nichts gesagt. Nach D. R. P. Nr. 159755 ist der Ascheraum mit Seitenräumen ausgebildet, die zum Sammeln der am Kopf der Schrägroste durchfallenden Grieskohle dienen, und die Art der Luftzufuhr soll zugleich Kühlung der oberen Rostenden bezwecken.

Die Lokomotivfabrik Krauss & Co., A.-G. in München hatte auf der Nürnberger

¹⁾ S. auch Cassiers Magazine, Febr. 1907, S. 344, sowie insbesondere D. T. Randall und H. W. Weeks, „The smokeless combustion of coal in boiler plants“, S. 48 u. ff. „Side-Feed Stokers, Verlag Government printing office, Washington 1909.

²⁾ S. auch S. 151 über günstige Neigungswinkel für verschiedene Brennstoffe bei nicht bewegten Rosten.

Landesaussstellung 1906 eine selbstbeschickende Feuerung mit stark geneigtem Rost und Anwendung von Kraftbetrieb an einer Lokomotive (Fig. 348) vorgeführt.¹⁾ Der bei dieser Anordnung maßgebende Grundgedanke galt zwar nicht in erster Linie der Raucheinschränkung, vielmehr der Ermöglichung einmänniger Bedienung der Lokomotive bei Beförderung von Lokalbahnzügen und leichten Zügen auf Hauptbahnen.²⁾ Die Einrichtung besteht zur Hauptsache aus einem Fülltrichter, dem darunter befindlichen Abschlußschieber und einem Füllschieber vor dem Feuerraum. Die beiden Schieber sind zwangläufig miteinander verbunden. Mit der Rückwärtsbewegung des Abschlußschiebers fällt der Brennstoff zunächst auf die untere Gleitfläche desselben, von wo aus er durch den folgenden Vorschub vor den Füllschieber gelangt, um von diesem auf den schrägen Rost geschoben zu werden. Zur weiteren Verteilung ist der letztere als Schüttelrost ausgebildet. Zur Beobachtung des Feuers von dem seitlich der Feuerbüchse angeordneten Führerstände aus ist ein Schauloch angeordnet. Die Putzöffnung befindet sich ebenfalls an der Seite. Die Rückwand der Feuerbrücke ist mit Schamotte verkleidet. Ferner ist unterhalb der untersten Rohrreihe ein feuerfester Schirm eingesetzt; dadurch werden die Gase über dem Rost etwas zurückgehalten und ihr Weg bis zum Eintritt in die Rohre ist von längerer Dauer. Da der Feuereschirm noch die Mischung der Gase über dem Rost verbessert, so vermag dessen Anordnung der frühzeitigen Herbeiführung vollkommener Verbrennung förderlich zu sein. Auch wird dadurch bewirkt, daß die Gase nicht vom Rost aus hauptsächlich nur durch die unteren Rohrreihen abziehen.

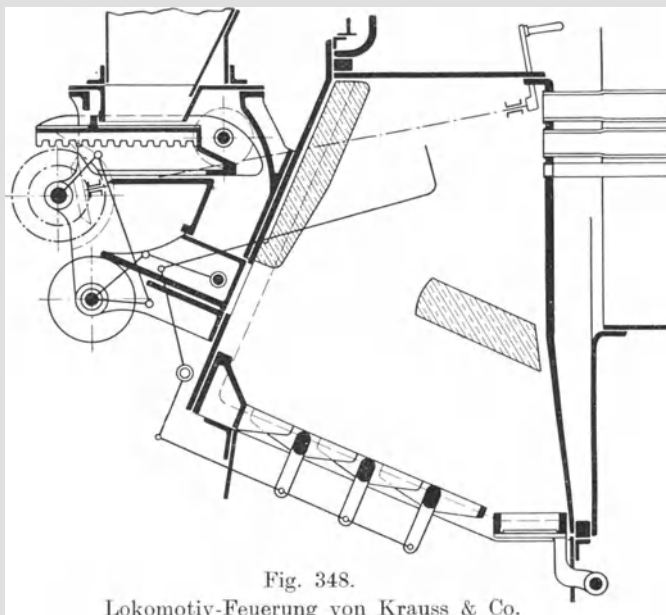


Fig. 348.
Lokomotiv-Feuerung von Krauss & Co.

Die Treppenrostfeuerung von W. R. Roney in Boston, V. St. A., Fig. 349 und 350,³⁾ ausgeführt von der Westinghouse, Church & Kerr Co., weist Roststufen mit T-förmigem Querschnitt auf, die in den Stegen und oft auch in den Stufenplatten Längsschlitze als Luftzutritts- und Schüröffnungen besitzen. Die einzelnen Treppenstufen sind ähnlich wie bei der auf S. 148 beschriebenen Anordnung auf Wangen drehbar gelagert, jedoch nicht künstlich gekühlt. In die unteren Enden der Stege greift eine Schüttelschiene ein mit Aussparungen von verschiedener Tiefe, so daß beim Hin- und Herbewegen dieser Schiene zum Auflockern und zur stärkeren Beförderung des Brennstoffs und der Rückstände nach unten die Roststufen verschieden stark gekippt werden.⁴⁾

¹⁾ Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1906, S. 196 und 197.

²⁾ S. auch S. 175.

³⁾ Glaserapp, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, S. 1908, sowie Cassier's Magazine, Febr. 1907, S. 344, und The Engineering Magazine, Aug. 1902, S. 717 u. ff.; ferner Köster, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1908, S. 947, und insbesondere D. T. Randall und H. W. Weeks, „The smokeless combustion of coal in boiler plants“, S. 34 u. ff. Front-Feed Stokers, Verlag Government printing office, Washington 1909.

⁴⁾ Wilkinson wendet nach Art der Sparfeuerung Düsseldorf Längsroste an, die sich paarweise in entgegengesetztem Sinne bewegen. Die Rostbahn ist kurz gestuft und weniger stark geneigt als bei der Roney-

Dies hat den Zweck auf dem oberen Teil des Rostes, der vorwiegend der Entgasung des Brennstoffs dient, eine verhältnismäßig geringe, dagegen nach unten, wo sich am meisten Asche und Schlacke bildet und anreichert, eine größere Bewegung der Stufen zu erhalten. Den unteren Abschluß bildet ein wagerechter Kipprost.

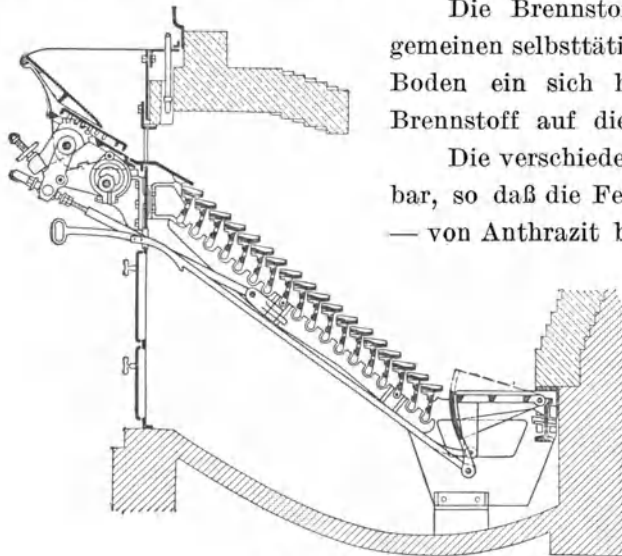


Fig. 349.

Roney-Feuerung.

Die Brennstoffzuführung zum Rost erfolgt im allgemeinen selbsttätig mittels eines Schütttrichters, an dessen Boden ein sich hin- und herbewegender Schieber den Brennstoff auf die anschließende Schwelplatte befördert.

Die verschiedenen Bewegungsvorrichtungen sind regelbar, so daß die Feuerung angeblich für jede Brennstoffart — von Anthrazit bis zur Braunkohle oder Sägespänen¹⁾ —

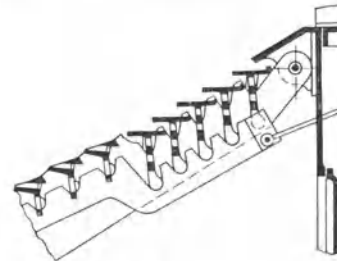


Fig. 350.

verwendbar sein soll. Nach Glasenapp soll in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Roney-Rost die am meisten gebräuchliche Feuerungsbauart für große Kesselanlagen sein (bzw. im Jahre 1902 gewesen sein).

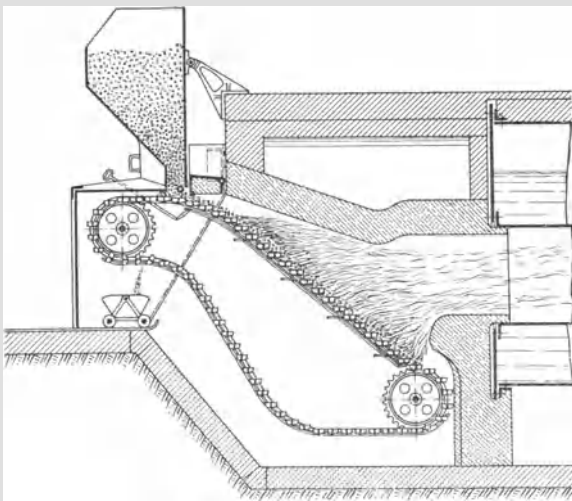


Fig. 351.

Wanderrost von Bousse.

Die Zweckmäßigkeit ihrer Verwendung dürfte jedoch für eine Reihe von Brennstoffen in Frage zu ziehen sein. Es ist nicht recht denkbar, daß der Rost beispielsweise gegen die Wärmeentwicklung hochwertiger Brennstoffe, zumal deren Schlackenbildung nicht selten große Schwierigkeiten bereitet, sich auch nur als einigermaßen befriedigend widerstandsfähig erweist, sofern der Gang der Feuerung derart geleitet wird, daß eine wirtschaftliche Verbrennung mit geringem Luftüberschuß sich ergibt. Auch ist anzunehmen, daß der mechanische Vorschub aus dem Schütttrichter, sowie namentlich das ununterbrochene Rütteln der Stufen leicht zu Überstürzungen des Brennstoffs auf dem

Rost, somit zu Ungleichmäßigkeit der Entgasung und daher zur Rauchentwicklung Anlaß gibt. Andererseits mag sich ferner auf dem unteren Rostteil wegen der größeren Schüttel-

Feuerung. Die Roststäbe sind hohl und mit Dampfdufen ausgestattet. Köster, Amerikanische Dampfkraftwerke, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1908, S. 947 und Fig. 13.

¹⁾ Vgl. indessen S. 151, günstige Neigungswinkel für verschiedene Brennstoffe bei nichtbewegten Rosten.

bewegungen zu starker Abbrand mit seinen wirtschaftlich nachteiligen Folgen auf den Luftüberschuß einstellen, womit stärkere Rauchentwicklung allerdings beseitigt wird.

Fig. 351 zeigt den auf S. 255 und 256 beschriebenen Wanderrost von Emil Bousse in Berlin in seiner Anwendung auf die Treppenrostfeuerung. Bei entsprechender Stellung der einzelnen Rostglieder kann er auch als Schrägrost ausgeführt werden. Im Falle einer Rostneigung, wie sie in der Figur gewählt ist, müßte wohl das Wandern des Rostes im unteren Teil der Feuerung rasch ein Anhäufen des Brennstoffs bewirken, namentlich wenn derselbe keine erhebliche Backfähigkeit besitzt.

Schließlich ist in Fig. 352 und 353 ihrer Eigenart halber noch die Feuerung mit Ketten-Doppelschrägrost von A. Hofmann in Altstetten-Zürich, D. R. P. Nr. 121614, dargestellt.

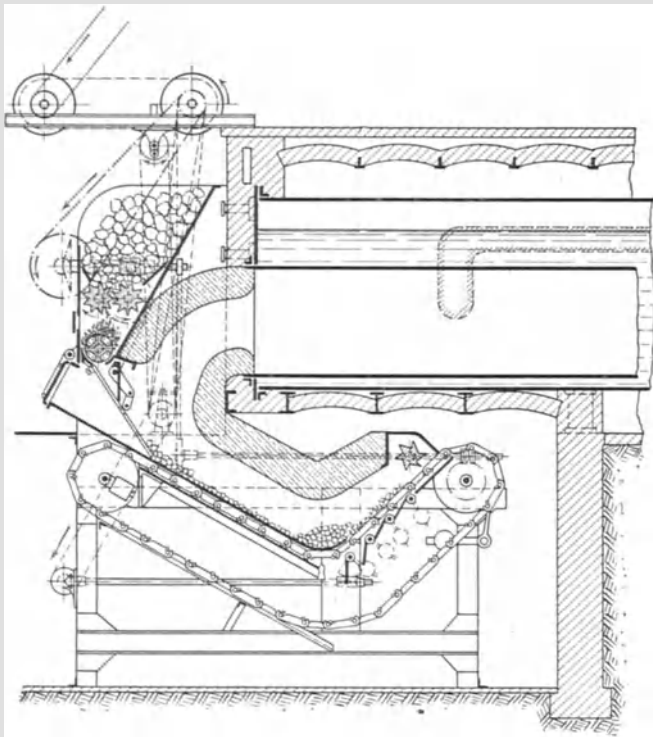


Fig. 352.

Ketten-Doppelschrägrost von Hofmann.

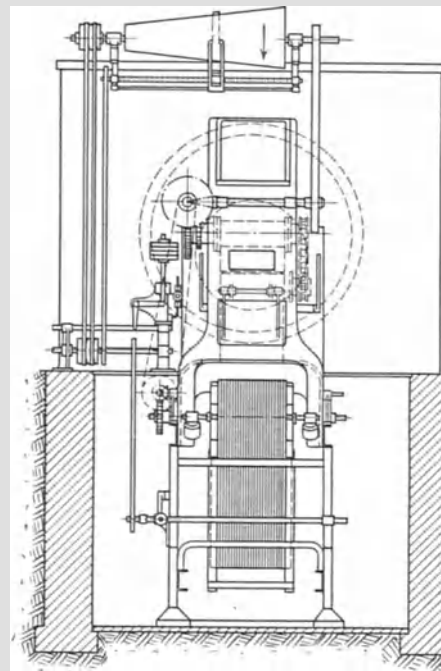


Fig. 353.

In ihr ist der Ursprung der auf S. 285 behandelten Einrichtung zu erblicken. Bei dieser Anordnung ist die Rückleitung der Flamme nach Art der Tenbrink-Feuerung in sehr ausgeprägtem Sinne verfolgt. Die Rostneigung ist verhältnismäßig gering, für die Beförderung der Kohle nach unten bzw. hinten dient ein Ketten-Wanderrost.

Um Förderkohlen verwendbar zu machen, ist oberhalb der Speisewalze (Meßzylinder) ein Brechwerk eingebaut. Von der Speisewalze aus wird zunächst der Brennstoff ohne Luftzufuhr auf der geneigten Ebene abwärts geführt und langsam entgast. Vom tiefsten Punkt an findet die eigentliche Verbrennung statt, wobei die entzündeten Kohlen in starker Steigung aufwärts gefördert und etwa noch nicht verbrannte Teile durch die Zahnwalze zurückgeschleudert werden. Die an den Roststäben klebenden Schlacken sollen sich bei den Biegungen des Kettenrostes lockern und mit Hilfe der über der inneren Fördertrommel angebrachten Kratzer loslösen. Die einzelnen Stäbe lassen sich durch Einbiegung der Kette während des Betriebes ersetzen.

Die selbsttätige Regelung der Feuerung auf die bereits S. 286 erörterte Weise, in un-

mittelbarer Abhängigkeit von der Dampfspannung im Kessel, erstreckt sich nicht allein auf die Geschwindigkeit der Brennstoffzufuhr, sondern auch auf die Zufuhr der Verbrennungsluft, derart, daß mit der Veränderung der Bewegungsgeschwindigkeit des Brennstoffs die unter dem aufsteigenden Teil des Rostes angeordneten Luftklappen sich öffnen oder schließen. Je nach der zu verbrennenden Kohlenmenge wird eine entsprechende Anzahl Klappen offen gehalten.

Wie schon die Walzenrostfeuerung S. 282 u. f. bis zu einem gewissen Grade eine Verbindung der Eigenheiten des Kettenrostes mit dem Schrägrost darstellt, so sieht man bei der ursprünglichen Hofmannschen Anlage eine Vereinigung der Grundsätze des Kettenrostes mit denjenigen des Tenbrink-Schrägrostes und der wiederholt behandelten Vorrichtungen für Veränderung der Rostgröße verfolgt.

Die Gesichtspunkte, welche dieser Konstruktion zugrunde liegen, sind durchaus gesunder Natur. Jedoch gestaltet sich die ganze Anlage recht kompliziert und führt zu gewichtigen betriebstechnischen Schwierigkeiten, welche einen Dauerbetrieb mit der Anlage von vornherein als unmöglich erscheinen lassen. Dieser Umstand, sowie die weiteren Nachteile — geringe Haltbarkeit der Roststäbe hohe Anschaffungs- und Instandhaltungskosten, sowie die Unmöglichkeit der Anbringung an Zweiflammrohrkesseln mit vorn und unten befindlichem Mannloch — veranlaßten denn auch den Erfinder, zu der auf S. 285 (Fig. 342 und 343) erwähnten Vereinfachung überzugehen.

Die Verbrennung ist zwar dort zur Hauptsache wieder auf den vorderen Rost gelegt, wenn schon die Bezeichnung „Doppelschrägrostfeuerung“ noch beibehalten wurde.

Eine große Verbreitung haben sämtliche in diesem Abschnitt (VC) zusammengefaßten Einrichtungen nicht gefunden.¹⁾ Der Grund mag hauptsächlich darin zu suchen sein, daß diejenigen Mißstände, welche den Schrägrostfeuerungen überhaupt anhaften und ihrer vorteilhaften Verwendbarkeit gewisse Beschränkungen auferlegen, durch die Anwendung der mechanisch betriebenen Hilfsmittel doch nicht hinreichend überwunden werden konnten. Es wird daher der einfache Schrägrost ohne Kraftbetrieb und umständliche Zutaten — neuerdings aber im gebotenen Fall mit besonderer Rostkühlung — vorgezogen, sofern die Sonderverhältnisse überhaupt für den Schrägrost sprechen und es nicht vorteilhafter erscheinen lassen, zur Anlage irgend einer Planrost- oder sonstigen Einrichtung für Hand- oder Kraftbetrieb zu schreiten.

Die Entscheidung, welcher der in Abschnitt V besprochenen selbsttätigen Beschickungsvorrichtungen der Vorzug zu geben ist, hängt von Fall zu Fall ganz von den vorherrschenden Sonderverhältnissen ab. Die verschiedenen Bauarten vermögen, sofern sie gut durchgebildet sind, recht befriedigende Ergebnisse hinsichtlich der Brennstoffausnutzung und unter Umständen auch gleichzeitig in bezug auf rauchfreien Betrieb herbeizuführen. Im Falle der Verwendung unpassender Brennstoffe oder bei unrichtiger Einstellung und Regulierung wird aber auch die Möglichkeit des Eintrittes recht wenig befriedigender Ausnutzung vorliegen. Sie können ferner unter ungünstigen Bedingungen ihrer guten Eigenschaften hinsichtlich der Rauchfreiheit verlustig gehen, ja sogar von unliebsamen und kostspieligen Störungen begleitet sein. Es bleibt daher als sehr wichtige Forderung bestehen, daß richtiger Einstellung und Regulierung der Apparate, sowie der Zugstärke in genügendem Maße Verständnis und Aufmerksamkeit entgegengebracht werden; je besser die Regulierung, um so geringer unter sonst gleichen

¹⁾ In den Vereinigten Staaten von Nordamerika sollen zwar die Roney-Feuerung und auch die Murphy-Feuerung zahlreich im Gebrauch sein.

Umständen das Erfordernis einer Nachhilfe in der Feuerung. Bei richtiger Behandlung nimmt die mechanische Betriebsweise dem Heizer die körperliche Anstrengung zum großen Teil ab; sie kann somit allgemein zu einer Hebung des Heizerstandes und zu einer Beseitigung derjenigen Schwierigkeiten beitragen, die sich daraus ergeben, daß der bessere Arbeiter zumeist weniger geneigt ist, körperlich schwere oder schmutzige Arbeit auszuüben.

Die meisten Einschränkungen für eine allgemeine Verwendbarkeit einer bestimmten Bauart der selbstbeschickenden Vorrichtungen bietet immer der Brennstoff, sei es nun infolge seiner Eigenschaften oder seiner Art: chemische Zusammensetzung, Verhalten im Feuer, Sortierung usw.

Die Wurff Feuerungen unterliegen in erster Linie in bezug auf selbsttätig gleichmäßiges Streuen des Brennstoffs über die Rostfläche dem Einfluß der Sortierung. Backende Sorten erfordern häufige Nachhilfe von Hand, was zu stärkerer Rauchbildung Anlaß geben kann. Bei Kohlen mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ist vollkommene Verbrennung lediglich durch das Aufgeben in kleinen Mengen nicht gewährleistet, da deren Entgasung plötzlich und sehr lebhaft eingeleitet wird. Je nach den vorkommenden Ungleichmäßigkeiten läßt sich mittels der Schichtstärke allein die Luftzufuhr dem „Bedarf über der Schicht“ nicht genügend anpassen. Es macht sich daher für eine wirtschaftliche und rauchfreie Verbrennung gasreicher Kohlen Zuführung von Oberluft notwendig und zwar in geringer Menge dauernd,¹⁾ nach jedem Lockern und Ausgleichen der Schicht vorübergehend in vermehrtem Maße. Für die Erzielung günstiger Verhältnisse mit gasreichen Kohlen in den Unterfeuerungen von Wasserröhrkesseln sind die Wurfeinrichtungen noch wenig geeignet. Im übrigen lassen sich gesiebte Nußkohlen gut, Gruskohlen, die nicht zu naß oder staubhaltig fallen und im Feuer nicht stark backen, noch zufriedenstellend verheizen. Förderkohle muß mehr oder weniger vorgebrochen werden und wird auch dann nur vorteilhaft in der Wurff Feuerung verarbeitet, wenn die Kohle nicht sehr grushaltig fällt; sehr harte Kohlen bieten Schwierigkeiten im Brechwerk, bei weichen ist erhebliche Grusbildung nachteilig. Großer Rückständegehalt oder schmierende Schlackenbildung ist insofern unerwünscht, als der Gang der Feuerung bei jedem Abschlacken, das wie bei der gewöhnlichen Planrostfeuerungen von Hand zu erfolgen hat, mehr oder weniger gestört wird.

Die Wanderrostfeuerungen und die Unterschubfeuerungen eignen sich vornehmlich für Kohlen, die reich an flüchtigen Bestandteilen sind. Selbst die gasreichsten der festen Brennstoffe lassen sich (nötigenfalls mit Zuführung von Oberluft) annähernd rauchfrei verbrennen, wenigstens soweit es sich um die Beschickung des Rostes handelt, da hierbei die frische Kohle nur langsam aus Räumen mit niedriger Temperatur in solche mit hoher Temperatur gelangt und daher allmählich entgast und entzündet wird. Stärkere Rauchbildung tritt nur nach etwa erforderlichem Bearbeiten der Brennschicht von Hand auf. Mäßig gashaltige und gasarme Brennstoffe bieten dagegen häufig mehr Schwierigkeit in ihrem Verhalten auf dem Rost sowie in bezug auf die Haltbarkeit einzelner Feuerungsteile; außerdem ist der Vorteil gegenüber dem einfachen von Hand beschickten Planrost bei solchen Brennstoffen infolge des geringen „Luftbedarfs über der Brennstoffschicht“ eher in Frage gestellt, da im Falle unregelmäßiger Rostbedeckung durch die selbsttätige Vorrichtung der Luftüberschuß, d. h. der Abwärmeverlust gern stark anwächst und andererseits auch schon mit periodischer Handbeschickung leicht vollkommene und ziemlich rauchfreie Verbrennung erreichbar ist. Stücke über Faustgröße sind, wie übrigens auch für ordnungsgemäße Handbeschickung, immer verwerflich, z. T. auch durch die Betriebsweise der Einrichtungen überhaupt

¹⁾ Auf alle Fälle läßt sich vollkommene Verbrennung bei der Beschickung mit Hilfe von geeigneter Oberluftzufuhr mit kleinerem Luftüberschuß herbeiführen, als wenn die Erzielung vollkommener Verbrennung durch die Stärke und Art der Rostbedeckung angestrebt wird.

ausgeschlossen. Die Einflüsse der Sortierung, des Backens und des Aschegehalts sind bei den einzelnen hierhergehörigen Beschickungsarten verschieden.

Für die Einrichtungen mit bewegten Rosten braucht die Kohle keineswegs gleichmäßig zu sein. Stark backende Kohle bedingt — namentlich bei Innenfeuerungen — öfter Nachhilfe von Hand mit ihren üblen Folgen für die Rauchentwicklung; besitzt aber der Brennstoff gar keine Backfähigkeit (wie z. B. anthrazitartige Kohlen), so leidet darunter der Vorschub auf dem Rost, und die etwa im Brennstoff enthaltenen kleinen Stückchen gelangen unter Mitwirkung der gegenseitigen Bewegung der Roststäbe in den Aschefall. Neigt die Schlacke stark zum Schmieren, so können sich große Schwierigkeiten bieten; dagegen ist ein reichlicher Gehalt an porösen oder lockeren Rückständen nicht störend, namentlich nicht bei Außenfeuerungen, wo für eine bequeme Abführung leicht Vorkehrung getroffen werden kann.

Auch für den Betrieb der Kettenroste ist es wichtig, daß die Kohle keine schmierende Schlacke absetzt, während die Größe des Rückständegehalts die Wirkungsweise der Feuerung nicht beeinträchtigt; bei Brennstoffen, die viel Schlacke hinterlassen, neigt letztere selten zum Schmieren.

Da die Kettenroste mit ihrer stetigen Einwärtsbewegung den auf der Rostbahn ruhenden Brennstoff durch den Feuerraum tragen und eine Nachhilfe von außen nicht immer zugänglich ist, so beansprucht die anzustrebende Erzielung eines gleichmäßigen Abbrandes bis zum Rostende die Verwendung von möglichst gleichmäßig sortierten Kohlen, die allerdings sehr kleinstückig, selbst grusig (Staubkohle) sein können. Gegen sonst backende Brennstoffe sind Kettenrostanlagen insofern nicht so sehr empfindlich, als sie ihres Raumbedarfs halber vorwiegend für Unterfeuerungen in Betracht kommen; infolge der Einwirkung der im Mauerwerk aufgespeicherten Wärme wird hier ein hartes krustenartiges Zusammenbacken an der Oberfläche des Brennstoffs, der bereits einen Teil seines Weges durch den Feuerraum zurückgelegt hat und größtenteils entgast ist, vermindert.

Die Unterschubfeuerungen eignen sich für unsortierte Brennstoffe mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ziemlich gleich gut wie für sortierte. Es können somit Förderkohlen, wie auch Gruskohlen ähnlicher Art noch gut verfeuert werden. Handelt es sich um Innenfeuerung, so lassen sich Kohlen, die stark backen, nicht gleich günstig verarbeiten; sie geben leicht zu Anhäufungen am Übergang zur eigentlichen Rostfläche und damit zu unregelmäßiger Ausbreitung des Brennstoffs über die entlegeneren Rostteile Anlaß. Es macht sich deshalb häufiger Nachhilfe erforderlich, wobei mehr Rauch auftritt. Hinsichtlich der Art der Schlackenbildung sind die Unterschub-Innenfeuerungen — wenigstens die zweckmäßig und gut durchgebildeten Konstruktionen — weniger empfindlich. Von größerem Einfluß ist die Menge der unverbrennlichen Bestandteile. Ein großer Rückständegehalt beeinträchtigt die erreichbare Brenngeschwindigkeit und die Einschränkung des Luftüberschusses. Bei der in Fig. 324—327 dargestellten Unterschub-Außenfeuerung liegen die Verhältnisse in bezug auf Art und Menge der Rückstände eher umgekehrt, also dem Kettenrost verwandt. Die Schlacke neigt leichter zum Schmieren und beeinträchtigt eher die Wirkungsweise der Feuerung und die Haltbarkeit der Roststäbe. Die höhere Temperatur in der Außenfeuerung verringert die Eigenschaft des Brennstoffs, zu backen, macht aber bei hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, im Unterschied zu der Innenfeuerung, Anwendung von Oberluft erforderlich.

Nicht alle brauchbaren Anordnungen für Unterschubfeuerungen gestatten eine genügende Anpassung der Dampfungwicklung an stark wechselnde Betriebsverhältnisse. Auch die Vorschubroste lassen in dieser Hinsicht zu wünschen übrig. Den Kettenrosten kann dies weniger nachgesagt werden, doch muß bei weitgehender Einschränkung der Dampfungnahme (z. B. bei Betriebstillstand über die Mittagspause) durch entsprechendes rechtzeitiges Regu-

lieren der Brennstoffzufuhr und der Zugstärke darauf Bedacht genommen werden, daß weder die Dampfspannung zu hoch steigt noch andererseits die Rostglieder warm werden. Die großen Abmessungen, die beim Kettenrost anwendbar sind, ermöglichen eine Steigerung der Rostflächen und Kesseleinheiten über sonst gängige Größen hinaus und gewähren im Verein mit der erreichbaren Brenngeschwindigkeit eine große Dampfleistung der Kesseleinheit. Die Wurf- feuerungen sind an stark wechselnde Beanspruchung leicht anpassungsfähig und lassen auch beträchtliche Brenngeschwindigkeit auf dem Rost erreichen.

In bezug auf die Kesselbauart kommen die Wanderroste vornehmlich für Außen- bzw. Unterfeuerungen, am meisten für große Wasserrohrkessel in Betracht. Die Unterschub- und die Wurfeinrichtungen sind sowohl an Innen- als auch an Außenfeuerungen im Gebrauch. Am Wasserrohrkessel ist indessen, wie bereits erwähnt, die Wurffeuerung für die Rauch- verhütung bei gasreichen Brennstoffen weniger geeignet; dagegen können gerade mit dieser Bau- art auch gasarme Brennstoffe von passender Sortierung verarbeitet werden,¹⁾ wenn andere Er- wägungen als die der Rauchverhütung zu mechanischer Betriebsweise der Feuerungen veranlassen.

Die mit Kraftbetrieb ausgerüsteten Treppen- und Schrägrostfeuerungen sind in Deutschland bislang nur versucht worden. Eine nennenswerte Aufnahme im Betrieb haben sie nicht zu verzeichnen. Die Gründe hierfür dürften hauptsächlich darin zu suchen sein, daß die am einfachen Treppen- oder Schrägrost auftretenden Einschränkungen oder Schwierigkeiten zum großen Teil doch bestehen bleiben, und daß man ferner, wenn einmal Kraftbetrieb angewendet wird, im allgemeinen wohl vorzieht, die Vorteile einer Planrost- oder ähnlichen Anordnung wahrzunehmen.

Gegenüber dem gewöhnlichen, von Hand beschickten Planrost, der am wenigsten Be- schränkungen irgendwelcher Art unterliegt, haben die selbsttätigen Beschickungsvorrichtungen — unter passenden Verhältnissen arbeitend — den nicht zu unterschätzenden Vorzug, daß sie die Erhaltung dauernd befriedigender Verbrennungsbedingungen bei geringerer Abhängigkeit vom Heizer möglich machen, und in mancher Hinsicht unter Umständen mehr erreichen lassen, als selbst bei guter Handbeschickung erzielbar ist. Für ausgedehnte Kesselbetriebe können sich zu einer etwa möglichen Steigerung der Kesseleinheiten und deren Dampfleistung, zu der geringeren Abhängigkeit vom Heizer in bezug auf die Wirkungsweise der Feuerungen und besonders auch auf die Aufrechterhaltung des Betriebs bei etwa eintretendem Heizerstreik in großen Kraft- anlagen²⁾ im Falle der Erstellung selbsttätiger Anlagen zum Befördern der Kohle zu den Kesseln und zum Abführen der Rückstände als weiterer Vorteil noch erhebliche Lohnersparnisse gesellen.

Hinsichtlich der Frage der Wirtschaftlichkeit fällt der Selbstverbrauch (Kraftbedarf) derjenigen Beschickungsvorrichtungen, die nicht einen erheblichen Aufwand für Gebläse er- heischen, nicht ins Gewicht, und zwar um so weniger, je größer die Kesseleinheit ist. Wohl aber muß im einzelnen Falle gründlich erwogen werden, ob mit der im Dauerbetrieb erreichbaren Ausnutzung der zur Verwendung gelangenden Kohle die Verbilligung der Brennstoffkosten für die Dampferzeugung (mit Berücksichtigung des Selbstverbrauchs der gesamten Anlage) zusammen mit den Lohnersparnissen einen Betrag erwarten läßt, der den Aufwand für Verzinsung und Abschreibung der Anschaffungskosten, sowie für die Instand-

¹⁾ Für Belgien, wo die Kohlenbergwerke (Bassin de Charleroi usw.) viel magere hochwertige Kohlen liefern, haben beispielsweise die anderen selbsttätigen Beschickungsarten einschließlich der Treppen- und Schrägrost- feuerungen untergeordnete Bedeutung. Damit begründet sich auch, daß auf der internationalen Ausstellung in Lüttich 1905 außer einer Kohlenstaubfeuerung keine besonderen Einrichtungen für selbsttätige Rostbeschickung oder überhaupt zur Herbeiführung möglichst rauchfreier Verbrennung vertreten waren.

²⁾ Sofern die Beschickungsvorrichtungen einer Anlage den Gebrauch ganz bestimmter Brennstoffe verlangen, kann indessen die Aufrechterhaltung des Betriebs auch dadurch gefährdet werden, daß ein für die Eigenheiten der betreffenden Bauart passender Brennstoff aus irgendwelchen Gründen nicht erhältlich ist und dafür ein solcher verwendet werden muß, der zu Betriebsstörungen führt, wie dies schon öfter zu beobachten war.

haltung überschreitet oder wenigstens deckt. Dabei darf die Lebensdauer der Feuerungseinrichtungen nicht allzu hoch angesetzt werden.

Diese allgemeinen Betrachtungen über die selbsttätigen Beschickungsvorrichtungen haben gezeigt, daß die vielerlei möglichen Bedingungen zu sehr von einander abweichen, als daß sich ihre Erfüllung an einer einzigen Bauart vereinigen ließe. Die eine oder andere selbsttätige Beschickungsmethode wird jeweils nur da am Platze sein, wo der Eigenart ihrer grundsätzlichen Arbeitsweise gebührend Rechnung getragen werden kann, und die Vorzüge ihrer Wirkungsweise hinreichend zur Geltung kommen. Die wichtigste Grundlage für ein förderliches Gedeihen des mechanischen Feuerungsbetriebs liegt daher in der fachkundigen richtigen Einschätzung der Betriebsverhältnisse und der Eigenschaften der zu verfeuernden Brennstoffe im einzelnen Fall, wobei naturgemäß ungetrübte Sachlichkeit im Urteil vorauszusetzen ist. Jede Feuerungsanlage muß den vorkommenden Wechseln in der Dampfentnahme folgen können. Aus wirtschaftlichen Erwägungen muß man sich ferner vor allem darüber klar sein, welche Brennstoffgattungen und -Sortierungen am betreffenden Platze zur Verfügung sind, und wie sich die Wärmepreise derselben (d. i. das Verhältnis des Heizwertes zum Gewichtspreis) verhalten. Denn es kann nur richtig gehandelt sein, wenn man die Feuerung nach den preiswürdig zu Gebote stehenden Brennstoffen baut, nicht aber die Brennstoffwahl der Feuerung anpaßt. Dabei darf nicht eine augenblickliche, sondern die voraussichtlich durchschnittliche Marktlage leitend sein. Ist beispielsweise eine Einrichtung nur für reine Nußkohle geeignet, so kann eine (unter Umständen hierdurch hervorgerufene) Steigerung des Preises derselben bei größerer Nachfrage nach Nußkohle die Dampfkosten wesentlich beeinflussen. Für einzelne Gegenden können die Verhältnisse sehr verschieden liegen. So ist z. B. besonders zu beachten, daß sich an manchen Plätzen ungesiebte und ungewaschene Förderkohlen am preiswürdigsten stellen. In anderen Fällen läßt sich die Möglichkeit in vorteilhafter Weise ausnutzen, durch bestimmte Feuerungseinrichtungen Brennstoffe günstig zu verarbeiten, die infolge ihrer Beschaffenheit (z. B. Grus) schwieriger Absatz finden. Ein solcher Vorteil kann besonders da zutreffen, wo nur geringe Frachtkosten auf derartigen Brennstoffen lasten, die im allgemeinen unreiner sind und geringeren Heizwert besitzen. Für Betriebe, die von Kohlenbezirken entfernt liegen bzw. mit großen Frachtkosten zu rechnen haben, kann dagegen der Gebrauch reiner und hochwertiger Nußkohle mit hohem Gewichtspreis ab Zeche geboten sein. Wichtig ist es natürlich, daß die Feuerungsbauart auch einen nicht allzu beschränkten Spielraum hinsichtlich der Brennstoffwahl gewährt. Namentlich sehr große Dampfkraftanlagen werden gut tun, nicht eine einzige, sondern mehrere Beschickungsarten einzurichten, zumal — abgesehen von der Vielseitigkeit der Verhältnisse an verschiedenen Orten und für verschiedene Betriebszweige — die grundsätzlichen Bedingungen auch für ein und denselben Betrieb wechseln können.

Wünschenswert ist, daß den Einrichtungen für selbsttätige Rostbeschickung mehr Vorbedacht zugewendet wird. Solche Bestrebungen sind neuerdings erfreulicherweise in die Wege geleitet; leider werden aber vielfach noch Feuerungen in der Art von Universalheilmitteln angepriesen, ein Vorgehen, das einer fortschrittlichen Entwicklung naturgemäß nur hinderlich sein kann. Ohne Zweifel verdient es das Gebiet der mechanischen Feuerungen, ihm jede gesunde Förderung angedeihen zu lassen, um die Einrichtungen in ihrer Konstruktion unter voller Würdigung der nicht zu umgehenden Sonderverhältnisse weiter zu vervollkommen. Es ist dies ein erstrebenswertes Ziel, nicht allein im öffentlichen Interesse der Rauchverhütung und in wirtschaftlicher Beziehung, sondern auch in Wahrnehmung des Arbeiterwohls durch Entlastung des Heizers von einer oft recht schweren Arbeit.

VI. Feuerungen für Brennstoff in besonderer Form.

Außer den festen Brennstoffen, welche unmittelbar in Stückform auf den Feuerungsrosten zur möglichst vollkommenen Verbrennung gelangen, kommen noch verschiedene andere Brennstoffformen in Betracht. Wiederholt ist versucht worden, für den Betrieb von Dampfkesseln Kohlen vor ihrem Gebrauch in der Feuerung in staubförmigen Zustand überzuführen (Kohlenstaubfeuerungen), oder — wie für mancherlei sonstige Betriebszwecke üblich ist — den festen Brennstoff in einem getrennten Vergasungsraum tunlichst vollständig in brennbares Gas zu verwandeln und das letztere zu den Kesselheizflächen weiterzuleiten. Die Luftzufuhr und Verbrennung des Gases findet dann erst in einer hierfür ausgebildeten Verbrennungskammer kurz vor dem Heizflächenanfang¹⁾ statt (Gasfeuerungen).²⁾ An gewissen Orten sind auch in der Natur vorkommende gasförmige Brennstoffe (sog. Erdgas) für den Gebrauch in den Kesselfeuerungen verfügbar. In der Nähe von Gebieten, wo flüssige Brennstoffe vorkommen, können diese eine billige Heizkraft für die Dampferzeugung in Kesseln abgeben (Feuerungen für flüssige Brennstoffe).

A. Kohlenstaubfeuerungen.

Abweichend von den bisher besprochenen Feuerungen gelangt bei diesen die Kohle in fein zermahlenem Zustande (Staubform) zur Verwendung. Der Kohlenstaub wird in einem Luftstrom in die Feuerung eingeführt, wobei er sich bei der infolge des ununterbrochenen Betriebes im Feuerraum herrschenden hohen Temperatur mit dem Sauerstoff der ihn umgebenden Luft verbindet und in dieser schwebend verbrennt. Die Feuerung macht also, im Gegensatz zu den bisher erörterten, einen Rost entbehrlich.

Um dabei eine möglichst vollkommene Verbrennung zu erzielen, sind folgende Bedingungen einzuhalten:

1. In der Feuerung muß dauernd eine für die Einleitung der Verbrennung des nachströmenden frischen Kohlenstaubs genügend hohe Temperatur vorhanden sein.
2. Gleichzeitig mit dem Kohlenstaub muß eine für dessen vollkommene Verbrennung richtig bemessene Luftmenge so zugeführt werden, daß sich beide von Anfang an gründlich vermischen.
3. Der Kohlenstaub muß in möglichst gleichmäßiger und inniger Verteilung fortdauernd

¹⁾ S. übrigens S. 315.

²⁾ Auch die im Hüttenbetrieb zur Verfügung stehenden Abgase werden zur ausschließlichen oder teilweisen Beheizung von Dampfkesseln angewendet, sei es durch Verwertung der in den Gasen abgeführten freien Wärme (bei Schweißöfen u. dgl.), oder durch weitere Verbrennung der in ihnen enthaltenen brennbaren Bestandteile (bei Hochöfen).

in richtigem Verhältnis in den Luftstrom eingetragen und das erhaltene Gemisch in ununterbrochenem Strome dem Feuerraum zugeführt werden.

4. Die Kohlentelchen müssen sich so lange schwebend im Luftstrome erhalten können, bis vollständige Verbrennung stattgefunden hat.¹⁾

Die erste Bedingung ist bei der ununterbrochenen Beschickung ja eigentlich von selbst erfüllt. Jedoch ist zu beachten, daß das Ingangsetzen der Feuerung²⁾ sowie die fortdauernd sichere Entzündung des eingeführten Kohlenstaubes nur dann möglich sind, wenn im Feuerraum eine gewisse Wärmemenge aufgespeichert werden kann.

Bei Flammrohrkesseln wird dies dadurch erreicht, daß der Verbrennungsraum mit feuerfestem Mauerwerk ausgekleidet wird. Diese Ausmauerung wird verhältnismäßig nur geringem Verschleiß unterliegen, da sie sich bei mäßiger Stärke auf ihrer ganzen Erstreckung in unmittelbarer Berührung mit Heizflächen befindet, ihre mittlere Temperatur also unter derjenigen des Feuerraumes liegt; außerdem erleidet sie bei ordnungsgemäßem Gang der Feuerung nicht rasche und große Temperaturschwankungen. Die durch die Ausmauerung eintretende Verminderung an wirksamer Heizfläche ist von geringer Bedeutung.

Bei den meisten anderen Kesselbauarten findet dagegen die Erstellung eines derartigen genügend dauerhaften Wärmespeichers (Verbrennungskammer) eher Schwierigkeiten, so daß sich zum Teil schon aus diesem Grunde die Anwendung der Kohlenstaubfeuerungen hauptsächlich auf die Flammrohrkessel beschränken dürfte.³⁾

Eine „Anpassung der Luftzufuhr an den Bedarf bei frühzeitiger Mischung von Luft und Kohlenstaub“ läßt sich mit geeigneter Bauart unter Umständen schon durch Beobachten der Flamme und der Rauchentwicklung des Schornsteins leicht erreichen.

Die Erfüllung der unter 3. aufgeführten Bedingung ist im wesentlichen abhängig von der Konstruktion der Vorrichtung, welche das Kohlenstaublufgemisch herstellt und dem Feuerraum zuführt. Es ist hierbei insbesondere dem Umstand Rechnung zu tragen, daß der Kohlenstaub, namentlich der Braunkohlenstaub, sehr leicht Feuchtigkeit aufnimmt, sich zusammenballt und in diesem Zustand Verstopfungen herbeiführen kann. Der Apparat muß daher so eingerichtet sein, daß er nötigenfalls eine Auflockerung zu bewirken vermag.

Die vierte Bedingung ist nur durch Verwendung eines genügend feinen und genügend gleichmäßigen Staubes zu erfüllen, und es hat sich gezeigt, daß in erster Linie die Kosten der Herstellung eines solchen es sind, welche der Anwendung der Kohlenstaubfeuerung im Wege stehen. Selbst ein gänzlich fein gemahlener Kohlenstaub darf aber auch nicht zu feucht sein. Einer bei ungenügender Trockenheit des Staubs vorkommenden Bildung kleiner Klümpchen, welche die Wirkungsweise der Feuerung in bezug auf die Verbrennung stören, läßt sich auf mechanischem Wege durch die Bauart nicht begegnen.

Je weniger gashaltig und je trockner die ursprüngliche, zur Herstellung des Staubes verwendete Kohle war, um so eher wird der Staub trocken sein und sich in dieser Beschaffenheit erhalten.

Bereits 1868 hatte der Engländer Crampton eine Kohlenstaubfeuerung angewendet, wobei er davon ausging, daß für sehr fein gemahlener Kohlenstaub, der schwebend von der Luft getragen werde, nicht die geringste Schwierigkeit einer geregelten Zufuhr und Mischung mit der Verbrennungsluft im freien Feuerraum bestehe, und vollständige Verbrennung sich

¹⁾ Sobald der Kohlenstaub zu Boden sinkt, lagert er sich so dicht, daß der Luftzutritt gehindert und damit eine vollständige Verbrennung ausgeschlossen ist, vielmehr nur noch eine Verkokung stattfindet.

²⁾ Siehe hierüber auch S. 309.

³⁾ Vgl. außerdem S. 313—314.

fast ebenso leicht erzielen lassen müsse wie bei Kohlengas. Um 1890 wurde in Deutschland der Bau von Kohlenstaubfeuerungen aufgenommen. Sie haben rasch ein sehr lebhaftes Interesse der Fachkreise auf sich gezogen, das aber, wenigstens für Deutschland, nach weniger

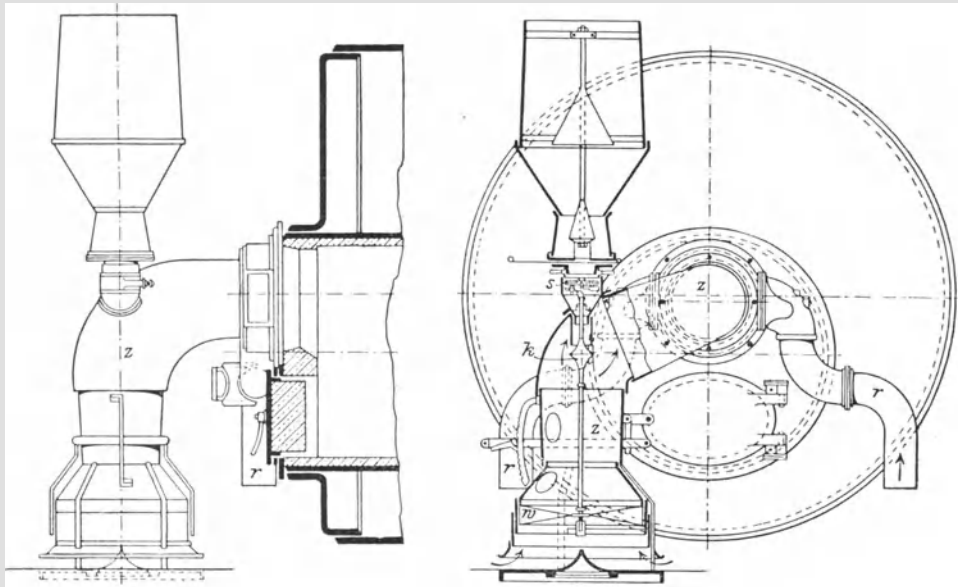


Fig. 354.

Fig. 355.

Kohlenstaub-Feuerung von Wegener.

als 10 Jahren fast gänzlich wieder verschwunden war. Die gebauten Einrichtungen hätten wohl mit einer vorzüglich bereiteten Staubform, gute Ausnutzung und rauchfreie Verbrennung erzielen lassen. Es waren aber Gründe der oben über die Beschaffung des Kohlenstaubs angedeuteten Natur, die den praktischen Gebrauch dieser Feuerung vereitelt haben.

Als nennenswerte Bauarten zur Erzeugung und Zuführung des Kohlenstaub-Luftgemisches sind anzuführen:

Die Vorrichtung von Carl Wegener in Berlin, Fig. 354—357. Die Verbrennungsluft wird vom Schornstein durch die ringförmige Öffnung am Fuße des Rohres *Z* eingesaugt und versetzt beim Durchströmen dieses Rohres ein in dessen senkrechten Teil eingebautes Windrad *w* in Umdrehung. Die senkrechte Welle dieses Windrades trägt auf ihrem oberen Ende eine Scheibe *a*, Fig. 356 und 357 mit 2 Mitnehmerstiften *b*, welche auf einen Doppelhebel *c* einwirken; dieser umgreift mit seinem gabelförmigen Ende einen am Rahmen des Siebes *s* befestigten Stift *d* und wird durch eine Feder, deren Spannung von außen geregelt werden kann, gegen einen Anschlag *e* gezogen, welcher entweder fest, oder gleichfalls von außen verstellbar ist. So oft nun einer der Mitnehmerstifte an dem Doppelhebel vorbeigeht, wird dieser und das Sieb gedreht, durch die gespannte Feder jedoch sofort wieder in die Ruhelage zurückgeschnellt. Je nach der Spannung der Feder wird die Wucht des Rückschlages und damit die Menge des durch das Sieb fallenden Staubes verschieden sein. Um zu verhindern, daß feuchter zusammengeballter Kohlenstaub auf dem Sieb sich festsetzt und mitschwingt, sind über demselben feststehende Rippen in den Behälter eingebaut.

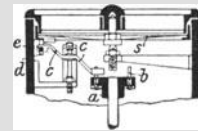


Fig. 356.

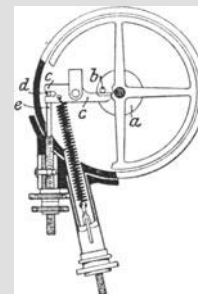


Fig. 357.

Der über dem Sieb befindliche Kohlenstaubtrichter ist in der Regel um eine seitwärts

stehende Säule drehbar; ein Schieber schließt ihn nach unten ab. Mit der Beschickungsvorrichtung ist er durch eine Muffe verbunden. Wird diese gelöst und der Trichter weggedreht, so wird das Sieb zugänglich.

Auf der Welle des Windrades befindet sich ein Doppelkegel *k*, welcher den durch das Sieb fallenden Staub seitwärts ablenkt, so daß er möglichst verteilt in den Luftstrom eingestreut wird. Die Luftmenge wird durch Heben oder Senken eines Rohrschiebers geregelt, welcher das unter Ende des Rohres *Z* umschließt. Die beiden seitlich angeordneten, in das Rohr *Z* unmittelbar vor dem Feuerraum einmündenden Rohre *r*, welche durch Schieber absperrbar sind, ermöglichen es, je nach Bedarf noch weitere Luft einzuführen.

Die Kohlenstaubfeuerung von R. Schwartzkopff in Berlin-Reinickendorf, Fig. 358.

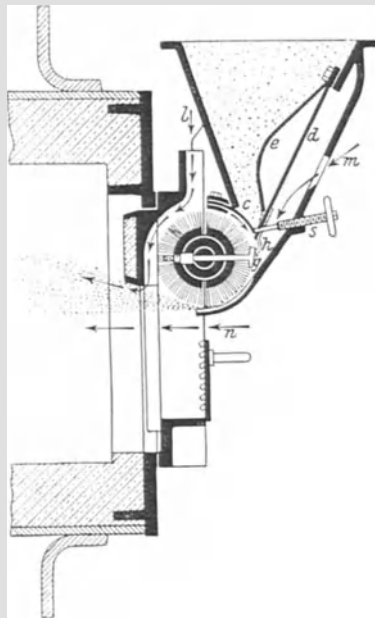


Fig. 358.

Kohlenstaub-Feuerung von Schwartzkopff.

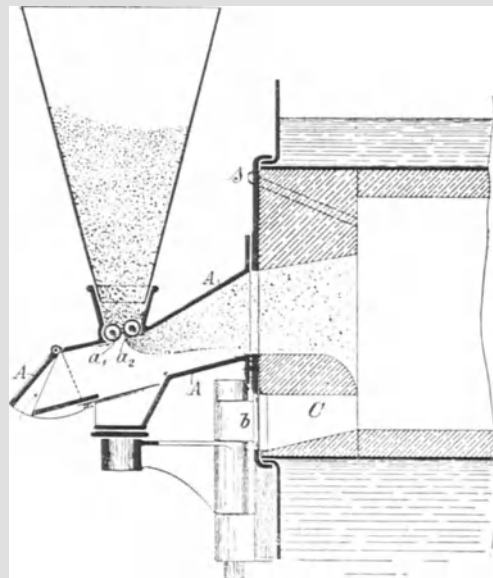


Fig. 359.

Kohlenstaub-Feuerung von Pinther.

Die Verbrennungsluft wird durch die Öffnungen *l*, *m* und *n*, von denen die letztere durch einen Schieber in ihrer Weite verstellbar werden kann, der Feuerung zugeführt. Der Kohlenstaub dagegen wird durch eine rasch sich drehende Bürstenwalze in den Verbrennungsraum geschleudert.

Das Gehäuse dieser Walze ist mit dem Kohlentrichter zusammengebaut und an der Stirnplatte des Flammrohres befestigt. Der Kohlentrichter ist nach dem Bürstengehäuse durch die federnden Bleche *c* und *d* verschlossen.

Das Blech *d* trägt am unteren Ende eine Nase *h*, die bei jeder Bürstenumdrehung von einem Hammer *g* getroffen wird; der Hammer zwingt das Blech *d* auszuweichen und einen Schlitz zum Durchfallen von Kohlenstaub freizugeben, dessen Breite durch Einstellen der auf das Blech *c* drückenden Schraube *s* von außen geregelt werden kann. Sobald der Hammer vorübergegangen ist, schnell das Blech *d* wieder gegen *c* zurück, wodurch der Trichterinhalt beständig erschüttert, der Kohlenstaub aufgelockert und gleichmäßiges Nachsinken des letzteren bewirkt wird. Das Blech *e* dient zur Entlastung des Bleches *d*. Eine Spiegelvorrichtung gestattet die Kohlenzufuhr zu überwachen.

Die Vorrichtung von Pinther, D. R. P. Nr. 86995, dargestellt durch die Figuren 359

und 360, besteht im wesentlichen aus einem rechteckig geformten Kasten *A*, dessen Querschnitt sich nach der Feuerung hin allmählich erweitert. In der oberen Wandung dieses Kastens befindet sich eine mit einem Halse versehene Öffnung, welche den Kohlenstaubbehälter aufzunehmen hat. In diese Öffnung sind zwei wagerechte Walzen a_1 , a_2 eingebaut, zwischen denen hindurch der Kohlenstaub in die Feuerung gelangt und welche, da sich beide in gleicher Richtung umdrehen, auflockernd auf ihn einwirken. Zwischenraum und Umdrehungszahl dieser Walzen sind veränderlich und hierdurch die Menge des Kohlenstaubes regelbar. Störungen durch das Festklemmen von Steinen, Eisenteilen und dergleichen, welche sich etwa im Staube vorfinden, sind bei der gleichsinnigen Drehrichtung der beiden Walzen ausgeschlossen. Bei einer späteren Bauart, D. R. P. Nr. 97175, Zeitschrift des Vereines deutscher

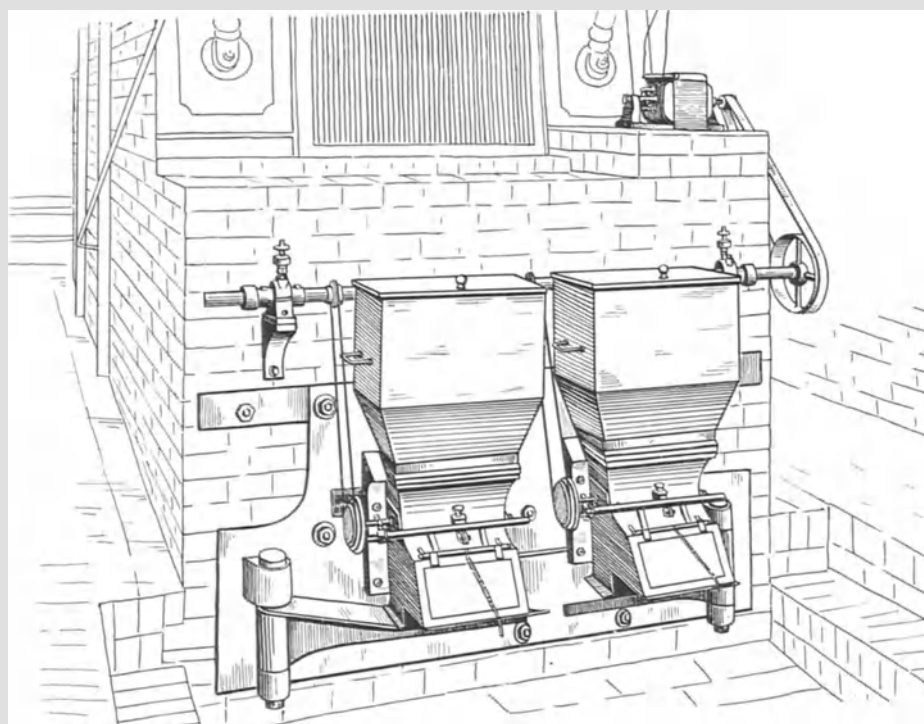


Fig. 360.
Kohlenstaub-Feuerung von Pinther.

Ingenieure 1898, S. 732) ist zwischen den beiden Walzen a_1 , a_2 noch eine dritte, freibewegliche angeordnet worden. Sie verfolgt den Zweck, bei periodisch zu füllendem Kohlenstaubbehälter eine gleichmäßige Einführung des Staubes aufrecht zu erhalten.

Die Luftmenge, welche durch den natürlichen Schornsteinzug in der durch die Pfeile bezeichneten Richtung dem Kasten *A* zugeführt wird, kann durch entsprechend angeordnete Schieber und Klappen geregelt werden.

Um den Feuerraum zum Anheizen und zum Entfernen der abgelagerten Rückstände leicht zugänglich zu machen, ist die ganze Vorrichtung drehbar angeordnet. Zum Abziehen dieser Rückstände dient die durch eine besondere Tür *b* verschließbare Öffnung *C*, zur Beobachtung der Flamme ein Schauloch *s*.

Kohlenstaubfeuerung von Ruhl, Fig. 361—363, gebaut von A. Borsig in Berlin. Die Luft wird durch den mit der Feuertür *h* fest verbundenen, rechteckigen Luftschacht *d* zugeführt, sowie je nach Bedarf außerdem noch durch einer Reihe kleinerer regel-

barer Öffnungen im unteren Teil der Feuertür. Die Decke des Luftschachtes, welche durch ein Hebelwerk g gehoben oder gesenkt werden kann und je nach dem Luftbedarf festgestellt wird, trägt einen Fallkanal c_1 von rechteckigem Querschnitt. Der Kanal endigt nahe vor der

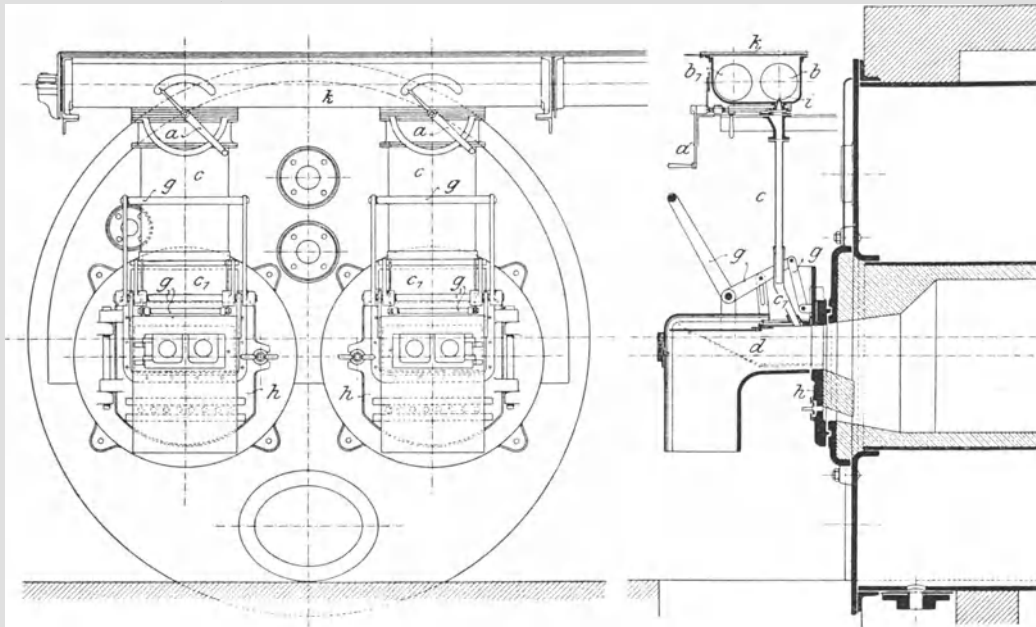


Fig. 361.

Kohlenstaub-Feuerung von Ruhl.

Fig. 362.

Einmündung des Schachtes in den Feuerraum und umschließt mit seinem oberen Ende einen zweiten Kanal c , der am Trog k befestigt, mit diesem durch den Schlitz i in Verbindung steht. In dem Trog k befinden sich zwei in entgegengesetztem Sinne umlaufende Transportschnecken b und b_1 . Die erste führt den Kohlenstaub dem Schlitz i zu und ist auf dessen ganze Erstreckung mit Bürsten versehen. Die zweite Schnecke b_1 bringt den zuviel geförderten Staub zur Entnahmestelle zurück. Durch Verstellen des Schlitzes i mittels des Hebels läßt sich die Stärke der Kohlenzufuhr verändern. Die Einrichtung gestattet, mehrere Feuerungen gleichzeitig zu bedienen.

Während des Betriebes kann der Gang der Feuerung durch Schaulöcher in der vorderen Wand des Luftschachtes beobachtet werden. Soll die Feuertür (z. B. zum Anheizen) geöffnet werden, so bringt man die Decke des Luftschachtes in ihre tiefste Lage, wodurch der Kanal c_1 freigelegt wird.

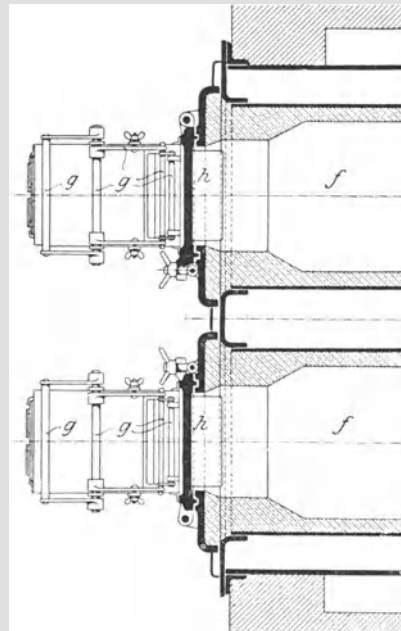


Fig. 363.

Kohlenstaubfeuerung von Unger, Fig. 364 und 365.¹⁾ Sie unterscheidet sich von den

¹⁾ Nach Mitteilung der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann A.-G. in Chemnitz war deren Versuchsanlage mit der Ungerschen Feuerung für 5 Kessel von zusammen rund 500 qm Heizfläche

bisherigen wesentlich dadurch, daß sie mit einem kleinen Roste versehen ist. Derselbe dient nicht nur zum Anheizen, sondern es soll das auf ihm entzündete Feuer auch während des Betriebes unterhalten werden, um etwa sich ablagernden Kohlenstaub zu entzünden.

Der Kohlenstaub wird durch ein mittels der Klappe *a* verschließbares Zuführungsrohr *b* in den Rüttelkasten *c* gebracht, der einerseits an dem Bolzen *d* aufgehängt ist, andererseits auf dem Winkeleisen *e* liegt und durch zwei auf der Antriebswelle *f* befestigte dreieckige Scheiben *g* in rüttelnde Bewegung versetzt wird. Am tiefsten Punkt des Kastens *c* befindet sich ein über dessen ganze Länge sich erstreckender Schlitz *h*, welcher durch einen vom Hebel *k* einzustellenden Schieber *i* mehr oder weniger verschlossen werden kann.

Infolge der rüttelnden Bewegung des Kastens *c* fällt der Kohlenstaub je nach der eingestellten Schlitzweite in größerer oder kleinerer Menge auf die sich drehende Riffelwalze *l* und gelangt alsdann, vom Zug mitgenommen, durch den mittels der Klappe *m* einstellbaren Spalt in den Feuerraum.

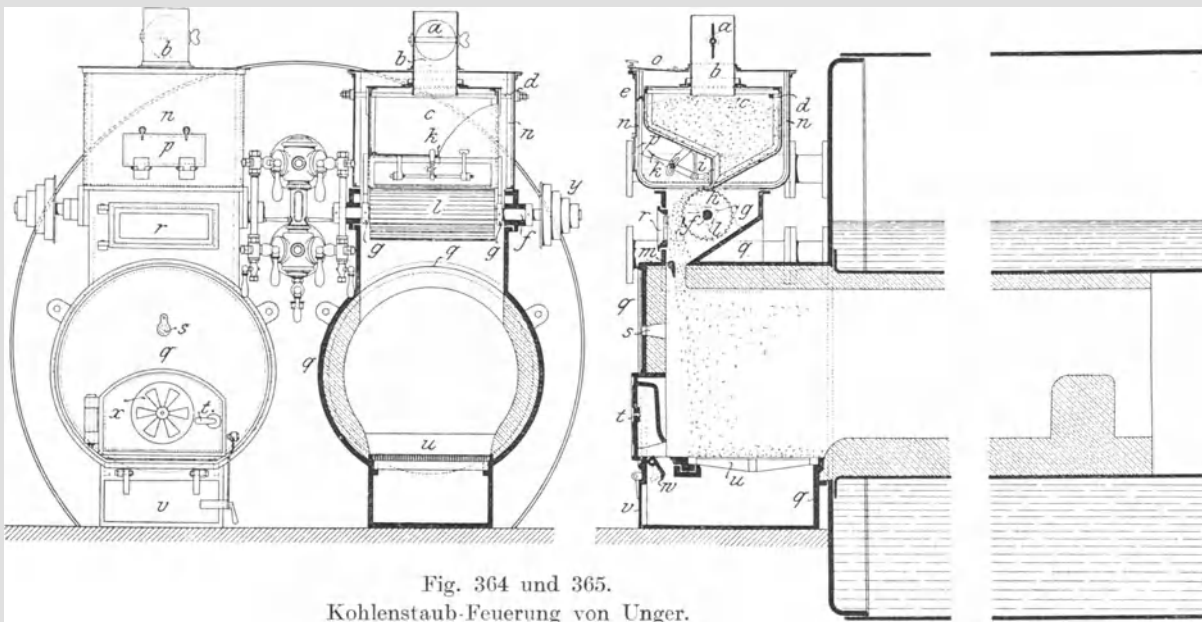


Fig. 364 und 365.
Kohlenstaub-Feuerung von Unger.

Der Rüttelkasten *c* ist von dem Gehäuse *n* umgeben, welches oben eine mit Stellschraube versehene Klappe *o* besitzt, die das Einströmen von Luft ermöglicht und dadurch ein Verstäuben der Kohle verhindert. In der Vorderwand des Kastens ist ebenfalls eine Klappe angebracht, durch welche der Hebel *k* bequem zugänglich wird.

Das gußeiserne Gehäuse *q* der Feuerung, welches ebenso wie der vordere Teil des Flammrohres mit Schamottemauerwerk ausgefüllt ist, hat an seiner Vorderwand vor der Walze *l* eine mit einer Glastafel versehene Schautür *r*, vor dem Feuerraum das Schauloch *s*, darunter die mit Schutzwand ausgerüstete Feuertür *t*, und bildet unter dem Rost *u* den mittels der Klappe *v* verschließbaren Aschefall.

Die unmittelbare Luftzufuhr zum Feuerraum wird teils durch die in der Schürplatte befindliche Klappe *w*, teils durch eine in der Feuertür befindliche Rosette *x* geregelt.

eingerrichtet, mit bester Vorrichtung zum Lagern und Trocknen der Kohle und mit guten Kohlenmühlen ausgestattet. Die Firma gelangte jedoch nicht zu Ergebnissen, auf Grund deren sie den Vertrieb der Feuerung hätte in die Wege leiten können.

Kohlenstaubfeuerung von Friedeberg, Fig. 366 und 367. Diese Konstruktion ist dadurch ausgezeichnet, daß sie außer dem Gebläse, welches die Luft der Feuerung zuführt und das in beliebiger Entfernung vom Kessel aufgestellt werden kann, keine bewegten Teile besitzt. Der Luftstrom teilt sich in dem senkrechten Zuleitungsrohr q in zwei Teile, deren einer durch das Rohr a unmittelbar in die Feuerung gelangt, während der andere die Beschickung übernimmt. Zu diesem Zwecke wird er in den Kohlenstaubbehälter d eingeleitet, trifft auf die Oberfläche des aus dem Trichter o niedersinkenden Brennstoffes und führt ihn durch die Öffnungen b und die Rohre c vor das kegelförmige Mundstück u , wo die beiden Luftströme wieder zusammentreffen. Zur Regelung dienen die drei aus der Figur ersichtlichen Drosselklappen. Die ganze Vorrichtung kann um das senkrechte Rohr q gedreht werden, so daß der Feuerraum leicht zugänglich ist.

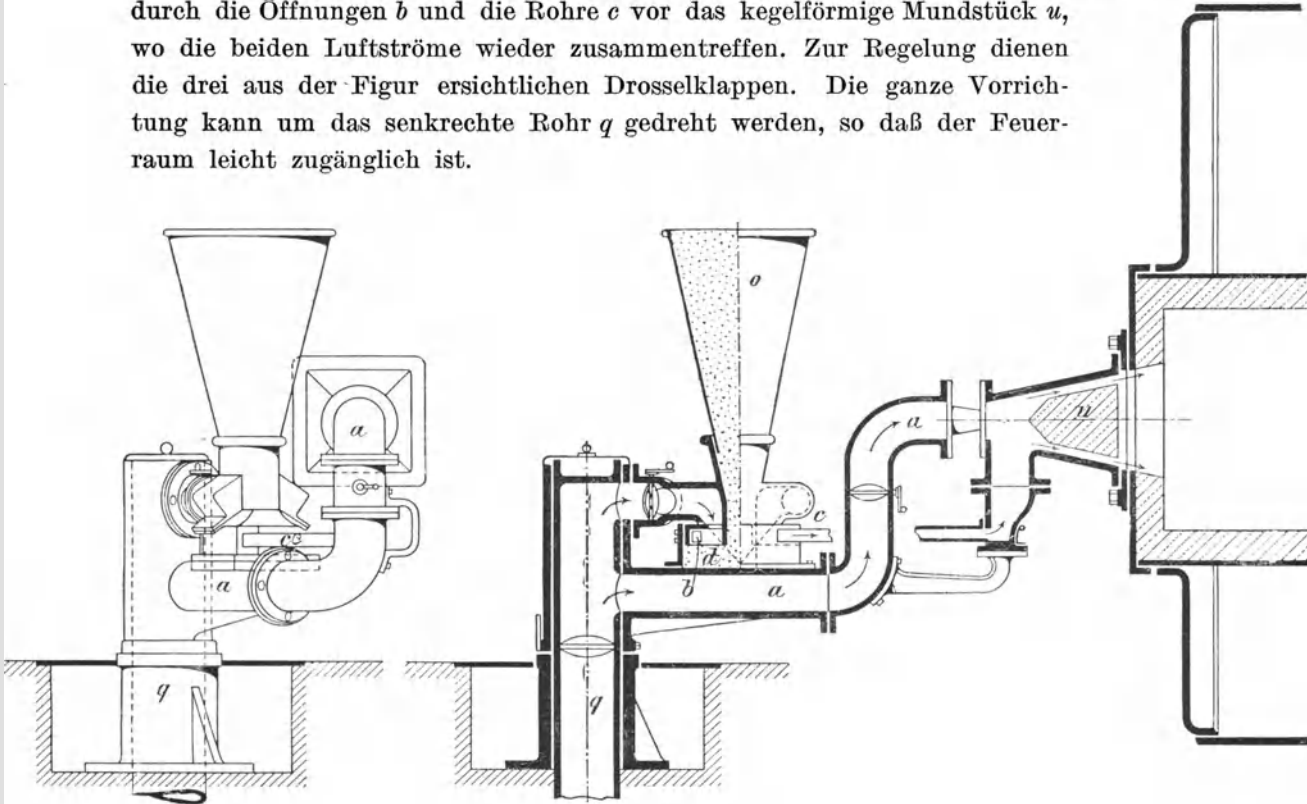


Fig. 366 und 367.
Kohlenstaub-Feuerung von Friedeberg.

Kohlenstaubfeuerung von de Camp, gebaut von Leopold Ziegler in Berlin, Fig. 368 und 369.¹⁾ Zum Mischen von Kohlenstaub und Luft dient ein besonderer, an beliebigem Ort aufzustellender Ventilator m . Der Kohlenstaub wird von der konischen Schnecke b aus dem Trichter a auf das sich drehende Sieb i geleitet, dessen Inneres den Anfang der Saugleitung des Ventilators bildet. Kohlenstaub und Luft sind also gezwungen, zusammen durch den Ventilator zu strömen, und gelangen infolgedessen als fertiges Gemisch durch die Rohrleitung r in den Feuerraum. Der Antrieb der Schnecke erfolgt durch die beiden konischen Trommeln ee . Die Zufuhr des Kohlenstaubes ist durch Verschieben des Riemens auf den letzteren sowie durch entsprechendes Abdecken der Schnecke mittels des Schiebers f regelbar. Die Zufuhr der Verbrennungsluft wird durch den Schieber l geregelt, welcher die Zuströmungsöffnung mehr oder weniger freigibt.

Mehrere Feuerungen können gemeinsam durch eine Einrichtung betrieben werden.

¹⁾ Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1897, S. 76 u. f.

Die Bauart von Wegener¹⁾ soll den Vorzug besitzen, daß sie keine besondere mechanische Antriebsvorrichtung benötigt, weil durch Vermittlung des Windrades der natürliche Schornsteinzug die Kraftquelle für die bewegenden Teile der Einrichtung bildet. Es muß indessen gerade diese Abhängigkeit der ganzen Wirkungsweise von der geringen Kraft, um die es sich bezüglich der in der Feuerung erforderlichen Zugstärke handelt, als ein schwacher Punkt der Einrichtung erscheinen. Man denke nur an Schwankungen der Reibungswiderstände der Bewegungsteile, sowie an die Zufälligkeiten, welche die Zugwirkung beeinflussen können. Die Auflockerung des Kohlenstaubes mag der Apparat zufriedenstellend vornehmen, doch ist klar, daß die Menge des durch das Sieb fallenden Staubes bei Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes gleichfalls schwankt.

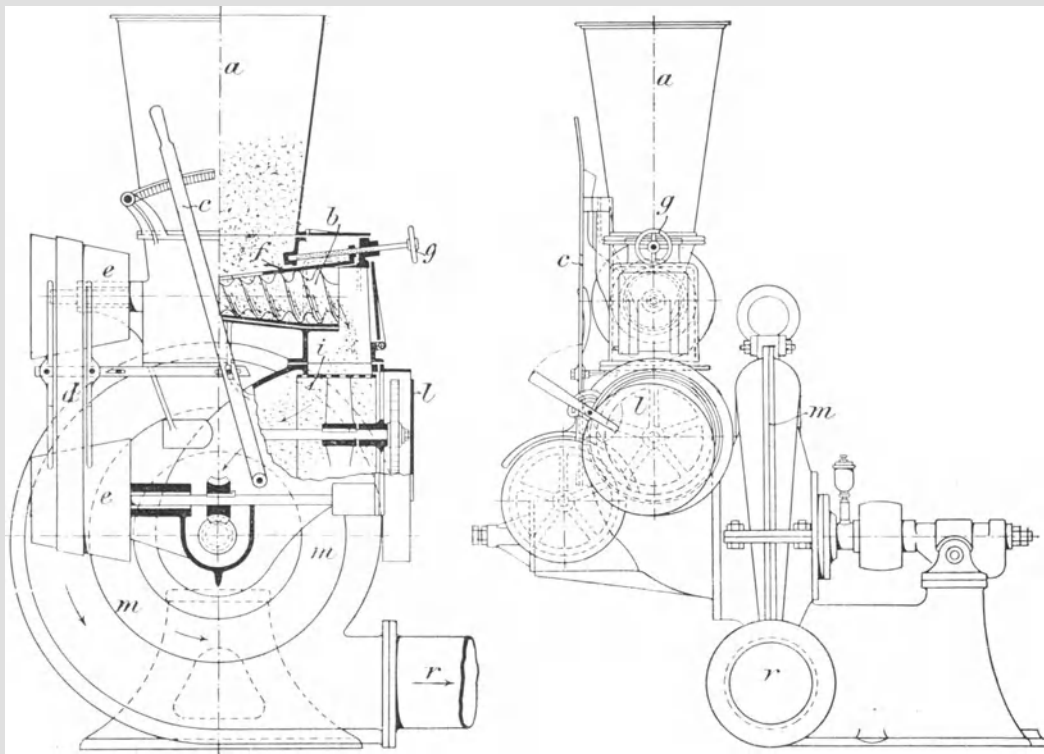


Fig. 368 und 369.
Kohlenstaub-Feuerung von de Camp.

Bei den Konstruktionen von Schwartzkopff, Pinther, Ruhl, Unger wird auch einer Auflockerung des Kohlenstaubes Rechnung getragen; in den Luftstrom wird er entweder unmittelbar vor oder erst in dem Verbrennungsraum eingestreut.

Ein gewisser Nachteil der Feuerungen von Schwartzkopff und von Pinther liegt in der Notwendigkeit, die sehr rasch umlaufende, durch einen Riemen angetriebene Welle unmittelbar vor der Feuerung lagern zu müssen; bei der ersteren ist es außerdem nicht ausgeschlossen, daß sich bei feuchtem Staub die Bürsten zusetzen. Auch bei der Ruhlschen Feuerung können bei solchem Staub Verstopfungen eintreten.

Die Ungersche Feuerung erleichtert infolge ihres Rostes das Anheizen und etwa sich

¹⁾ S. über dieselbe auch den Vortrag von C. Schneider, veröffentlicht im Bericht über die 24. Delegierten- und Ingenieurversammlung des internationalen Verbandes der Dampfkesselüberwachungsvereine zu Kiel, Juni 1895, oder in der Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1895, S. 336 u. f.

ablagernder Staub kann auf dem Rost verbrennen. Dies setzt aber voraus, daß das kleine Feuer fortdauernd unterhalten wird, was die Vorteile einer Kohlenstaubfeuerung beeinträchtigt. Der Rauchbildung wird Vorschub geleistet, es treten Temperaturschwankungen auf und bei zeitweilig zu großer Luftzufuhr durch den Rost erhöht sich der Schornsteinverlust. Ein

Zahlen
Kohlenstaub-

Bauart der Feuerung ¹⁾	Wegener													
	Zweiflammrohrkessel mit darüber gelagertem Heizröhrenkessel					Feuerbüchskessel mit vorgehenden Heizröhren (Städt. Markthalle, Berlin)								
Brennstoff	Oberschlesische Steinkohle (Karolinengrube)		Englische Steinkohle		Böhmische Braunkohle (Dux)		Steinkohle		Steinkohle					
Versuchstag	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Versuchsdauer	5 st 50 min	8 st	7 st 10 min	5 st 30 min	6 st 40 min	8 st 10 min	6 st 38 min							
Heizfläche qm	125	125	125	125	125	78	78							
Verbrannte Kohle pro Std. und qm Heizfläche kg	2,12	2,34	2,31	2,54	2,07	2,0	1,7							
Verdampftes Wasser pro Std. u. qm Heizfläche kg	17,15	19,57	18,83	16,7	13,5	14,74	12,1							
Dampfspannung kg/qcm	6,54	6,01	6,54	5,34	5,57	6,39	6,13							
Verdampfungsziffer, bezogen auf Speisewasser von 0° und Dampf von 100° C	8,0	8,25	8,1	6,48	6,46	7,58	7,27							
Kohlensäure-gehalt { im Flammrohr . . vH am Kesselende . . „	15,7 ²⁾	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾	—	—							
	11,0	11,06	11,15	9,6	9,5	13,59	13,74							
Luftüberschuß { im Flammrohr . . „ am Kesselende . . „	20 ²⁾	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾	— ²⁾	—	—							
	72	70	86	96	97	34	33							
Temperatur der Gase am Kesselende °C	228,5	232	228,5	234	218,5	260,5	227,5							
Rauchentwicklung	Die Rauchentwicklung war im allgemeinen schwach, indessen konnte das Auftreten von schwarzem Rauch zeitweise nicht verhindert werden					Nicht festgestellt								
Wärmebilanz	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH		
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung .	5090	76,82	5256	79,33	5160	79,19	4130	78,46	4113	78,13	4826	70,63	4627	73,6
Verloren:														
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme .	888	13,41	890	13,43	913	13,45	829	15,76	767	14,56	740	10,83	601	9,55
b) durch unverbrannte Teile in der Asche											321	4,7 ³⁾		
c) durch Leitung, Strahlung, Ruß, Unverbranntes usw. (nicht ermittelte Verluste) als Rest . . .	648	9,77	480	7,24	443	7,36	305	5,78	384	7,31	946	13,84 ⁴⁾	1059	16,85 ⁴⁾
Summe = Heizwert des Brennstoffs	6626		6626		6516		5264		5264		6833		6287	

¹⁾ Eine Ungersche Feuerung ist in der Versuchsstation des Magdeburger Vereins für Dampfkesselbetrieb geprüft worden und soll nach Cario 73 vH Nutzeffekt ergeben haben. (Bericht über die III. Sitzung der Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungsvorrichtungen.)

²⁾ Wegen örtlicher Schwierigkeiten konnte eine dauernde Untersuchung der Heizgase im Flammrohr nicht stattfinden.

³⁾ In Wirklichkeit war dieser Verlust größer, da der Teil der Asche, welcher in den Hauptkanal gelangte, nicht festgestellt werden konnte und auch die in den Heizröhren abgelagerte Asche nicht in Betracht gezogen wurde.

Nachteil besteht auch darin, daß der Feuerraum dem Kessel vorgebaut ist. Es führt dies unter allen Umständen zur rascheren Abnutzung des Mauerwerks und erhöht die Strahlungsverluste.

Die Feuerung von Friedeberg besitzt ebenso wie die von de Camp ein besonderes

fel 27.

uerungen.

Schwartzkopf				Friedeberg				de Camp													
Zweiflammrohrkessel (Städtisches Krankenhaus Moabit, Berlin)				Zweiflammrohrkessel (Städtisches Krankenhaus Moabit, Berlin)				Flammrohrkessel (Chem. Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering, Berlin)													
Oberschlesische Steinkohle von der Grube „Luise“		Westfälische Steinkohle Zeche „Julia“		Oberschlesische Steinkohle von der Grube „Luise“		Westfälische Steinkohle Zeche „Julia“		Englische Steinkohle													
—	—	—	—	—	—	—	—	24. XI. 96	25. XI. 96	26. XI. 96											
9 st	10 st	9 st 30 min	9 st	8 st	8 st 30 min	8 st 45 min	8 st	8 st 10 min	8 st 10 min	8 st 20 min											
68,22	68,22	68,22	68,22	68,22	68,22	68,22	68,22	86,4	86,4	86,4											
1,97	1,99	2,73	2,08	2,52	1,97	3,07	2,14	1,87	1,97	2,14											
17,53	17,45	22,60	18,31	20,75	17,52	23,58	19,20	18,39	19,19	19,98											
5,82	6,08	5,88	5,74	5,43	5,51	5,98	5,25	3,6	3,6	3,6											
8,96	8,84	8,36	8,87	8,23	8,90	7,70	8,99	9,42	9,41	8,99											
16,48	17,40	17,20	17,90	15,75	16,0	16,88	16,60	16,98	17,89	17,78											
14,26	14,70	13,50	15,60	14,70	14,83	15,82	15,58	13,2	15,1	14,68											
17	7	8	3	19	27	3	10	9	2	1											
28	21	41	14	28	27	16	25	36	22	22											
260,5	264	333	270	304,5	287	344	317	226	253,5	270											
Rauchentwicklung gleich Null. Nur hin und wieder wurde ein Aufflackern festgestellt				Mit Ausnahme des ersten Versuches sehr geringe Rauchentwicklung																	
E	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH	WE	vH		
05	79,60	5629	78,45	5320	74,12	5650	72,10	5245	72,77	5671	77,14	4905	66,02	5728	73,42	6000	78,55	5994	78,47	5725	74,92
03	11,06	782	10,89	1084	15,10	816	10,41	913	12,67	863	11,74	995	13,39	971	12,44	791	10,35	792	10,37	872	11,42
03	2,69	193	2,69	193	2,69	193	2,46 ⁵⁾	194	2,69	194	2,64	194	2,61	194	2,48 ⁵⁾	847	11,1	853	11,16	1045	13,66
77	6,65	571	7,97	580	8,09	1176	15,03	855	11,87	624	8,48	1336	17,98	909	11,66						
38		7175		7177		7837		7207		7352		7430		7802		7638		7639		7642	

Dieser Umstand bedingt eine Verschiebung in der wirklichen Anteilnahme der Verluste b und c. Auch bei den vorhergehenden fünf Versuchen soll die Asche ziemlich viel unverbrannte Kohle enthalten haben, Untersuchungen hierauf wurden dort nicht vorgenommen. Das Restglied der Wärmebilanzen ist indessen keineswegs groß bei diesen Versuchen.

⁴⁾ Die hohen Restverluste wurden zum Teil durch mangelhafte Verkleidung dieses Kessels begründet.

⁵⁾ Dieser Verlust wurde für die vier Versuche je zusammen bestimmt und gleichmäßig verteilt.

Gebläse, das zwar an beliebigem Ort aufgestellt werden kann, aber einen gewissen Kraftbedarf erfordert. Beide Konstruktionen haben den Vorteil, außer dem Ventilator keine bewegten Teile zu besitzen. Bei der Friedebertschen Anordnung kann aber das Bedenken nicht unterdrückt werden, daß sich bei teilweise zusammengeballtem Kohlenstaub oder bei wechselndem Feuchtigkeitsgehalt desselben Unregelmäßigkeiten in der Beschickung (wechselnde Brennstoffzufuhr) leicht einstellen können. Die Bauart von de Camp liefert dagegen ein äußerst gleichmäßiges Gemisch von Kohlenstaub und Luft und führt es in fertigem Zustand dem Verbrennungsraum zu. Auch gewährt die Anordnung große Betriebssicherheit, ermöglicht den gemeinsamen Betrieb mehrerer Feuerungen durch einen Apparat und gestattet größte Sauberkeit. Der Raum vor den Kesseln kann vollständig frei gehalten werden. Die Einrichtung erfordert aber etwas höhere Anlagekosten.

Über die Ausnutzungsverhältnisse in Kohlenstaubfeuerungen gibt eine Reihe von Versuchen Auskunft, welche C. Schneider an den Einrichtungen von Wegener,¹⁾ Schwarzkopff,²⁾ Friedeberg²⁾ und de Camp³⁾ ausgeführt hat und deren Ergebnisse in Zahlentafel 27 auszugsweise wiedergegeben sind.

Aus der Zusammenstellung ist zu ersehen, daß der Brennstoff zwar in durchaus befriedigender Weise ausgenützt wird, was zur Hauptsache dem geringen Luftüberschuß zu verdanken ist, mit dem die Verbrennung erfolgt. Jedoch überschreiten die festgestellten Wirkungsgrade nicht, was mit gut arbeitenden Rostfeuerungen zu erreichen ist. Die Versuchsergebnisse zeigen ferner in Übereinstimmung mit den sonstigen Betriebserfahrungen über Kohlenstaubfeuerungen, daß, wie dies bei der Art des Verbrennungsvorganges nicht anders zu erwarten ist, die Rauchentwicklung sehr eingeschränkt werden kann.⁴⁾ In dieser Hinsicht sind indessen die Verhältnisse auch hier wesentlich abhängig von dem Grade der Vollkommenheit der Bauart und von der Aufmerksamkeit des Heizers. Stark wechselnde Dampfenahme, sowie die Beschränkung in der Gestaltung des Verbrennungsraumes bei gewissen Kesselbauarten erschweren die Erzielung guter Ergebnisse. Etwa vorkommende Störungen an der Einrichtung machen sich insofern sehr unangenehm geltend, als ein Aushilfsmittel fehlt, wie es beispielsweise bei fast allen der in Abschnitt V behandelten Anlagen mit mechanischer Rostbeschickung in der Möglichkeit geboten ist, den Rost nötigenfalls von Hand zu bedienen.

Die Bedienung der Kohlenstaubfeuerungen ist wenig anstrengend, auch das bei Rostfeuerungen vielfach lästige Abschlacken fällt fort; die Schlacke sammelt sich am Boden des Feuerraumes und wird von dort nach Bedürfnis, gegebenenfalls in Betriebspausen, entfernt.

Sobald die Feuerung einmal im Gange ist, kann daher der Heizer, abgesehen von den sonstigen, nicht die Feuerung betreffenden Obliegenheiten, sein ganzes Augenmerk der Be-

¹⁾ S. den Vortrag von C. Schneider: „Die Kohlenstaubfeuerungen, insbesondere mit Rücksicht auf ihre Verwendung im Dampfkesselbetriebe“, gehalten auf der 24. Delegierten- und Ingenieur-Versammlung des internationalen Verbandes der Dampfkesselüberwachungsvereine in Kiel, Juni 1895, und veröffentlicht in der Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1895, S. 336 u. f.

²⁾ Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1896, S. 255 u. f.

³⁾ Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1897, S. 76 u. 77.

⁴⁾ Der Umstand, daß die Kohlenstaubfeuerungen auch bei sehr geringem Luftüberschuß, ja selbst, wie öfters beobachtet, bei Luftmangel rauchfrei zu arbeiten vermögen, ist darauf zurückzuführen, daß in diesen Feuerungen zuerst die aus den kleinen Kohlenteilchen ausgetriebenen Gase verbrennen, daß also bei ungenügender Luftzufuhr nicht diese, sondern die bereits verkokten Kohlenteilchen die zur Verbrennung notwendige Luft nicht mehr finden und daß daher keine Rauchentwicklung, wohl aber eine Ablagerung unverbrannter Kohlenteilchen in den Zügen stattfindet. (Siehe auch Protokoll der IV. Sitzung der Kommission zur Prüfung und Untersuchung von Rauchverbrennungsvorrichtungen vom 4. Mai 1898, oder Cario, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1898, S. 293.)

schickung und der Verbrennung zuwenden. Es ist daher sehr wohl möglich, daß er mehrere Feuerungen gleichzeitig überwacht. Dagegen gestaltet sich das Anheizen unter Umständen schwierig. Es geschieht bei fast allen Kohlenstaubfeuerungen in der Weise, daß man auf dem Boden des Verbrennungsraumes ein kleines Feuer aus Putzwolle und Holz entzündet, auf welches der Kohlenstaub aufgeschüttet wird. Dieses Feuer ist so lange zu unterhalten, bis die Wände eine genügend hohe Temperatur angenommen haben, welche regelrechten Betrieb gestattet. Um die Beschickungsvorrichtung in Gang bringen zu können, besteht zumeist die Voraussetzung, daß schon für den Anfang entweder genügend Dampf oder eine besondere Kraftquelle zur Verfügung steht:¹⁾ Bei kürzeren Betriebsunterbrechungen genügt die in der Ausmauerung aufgespeicherte Wärme, um die Verbrennung wieder einzuleiten.

Ein Vorteil, den die Kohlenstaubfeuerung fast allen anderen Feuerungen gegenüber voraus hat, und der namentlich bei stark wechselndem Betrieb von Wert ist, liegt in der Fähigkeit, die Wärmeentwicklung mit großer Leichtigkeit dem Bedarf anpassen zu können. Sie gestattet auch im Falle der Gefahr sofortige Beseitigung des Feuers; jedoch wird durch die notwendige Schamotteausmauerung, welche ziemlich viel Wärme aufzuspeichern vermag, die Unterbrechung der Wärmeabgabe an den Kessel einigermaßen beeinträchtigt. Die Sauberkeit des Betriebes wird nur wenig zu wünschen übrig lassen, da die im Anfang so sehr gefürchtete Staubbelästigung durch entsprechende Einrichtungen beseitigt werden kann. Inwieweit die Kohlenstaubfeuerung gestattet, jeden Brennstoff, der sich in Staubform verwandeln läßt, günstig zu verbrennen, ist eine nicht geklärte Frage. Erwiesen ist, daß Kohlen, die schlackenreich sind oder zu weicher Schlackenbildung neigen, bei Verbrennung in Staubform keine Schwierigkeiten bereiten, wie es in Rostfeuerungen vielfach der Fall ist. Bei Brennstoffen, welche viel Asche absondern, können dagegen Unzuträglichkeiten dadurch entstehen, daß sich die gesamte Asche in den Heizzügen ablagert. In solchen Fällen hat man unter allen Umständen von vornherein Einrichtungen vorzusehen, welche gestatten, die Flugasche schnell und bequem zu entfernen; doch läßt sich dies nicht bei allen Kesselgattungen durchführen.

Die Anwendung der Kohlenstaubfeuerungen dürfte sich überhaupt im wesentlichen auf die Flammrohrkessel beschränken. Bei allen anderen Kesselbauarten, namentlich auch bei Wasserrohrkesseln, ergeben sich mehr oder weniger Schwierigkeiten. Soll möglichst rauchfreie Verbrennung stattfinden, so sind Verbrennungskammern anzuordnen. Bei der hohen Temperatur ist es schwer, dieselben genügend widerstandsfähig herzustellen, sie werden also häufige Reparaturen erforderlich machen²⁾ und außerdem die Wärmeausstrahlung vermehren. Unter Umständen ist man auch zu einer Gasführung gezwungen, die den Wasserumlauf im Kessel nachteilig beeinflußt.

Eine derartige Anordnung für einen Steinmüller-Kessel mit Kohlenstaubfeuerung von Wegener zeigt Fig. 370 und 371. Sie dürfte aber kaum eine große Haltbarkeit besessen haben.

Ein anderer mit der Schwartzkopffschen Feuerung ausgerüsteter Kessel von Simonis & Lanz in Frankfurt a. M. (Dubiau-Kessel), wie er auf der Berliner Gewerbeausstellung 1896 in Betrieb war,³⁾ ist durch Fig. 372 dargestellt. Der Kohlenstaub wurde aus vier Apparaten in die Feuerung eingeführt. Eine Förderschnecke besorgte die gemeinsame Beschickung der vier Trichter. Nach Schluß der Ausstellung wurden an dem Kessel Versuche vorgenommen,

¹⁾ Für die Feuerungen von Wegener und Unger besteht diese Voraussetzung nicht, für letztere wegen des vorhandenen kleinen Rostes.

²⁾ S. auch die Erfahrungen mit der Hochschen Kohlenstaubfeuerung S. 313 und 314.

³⁾ Der Kessel besaß ursprünglich Planrostfeuerung, welche aber, um die Rauchentwicklung zu vermindern und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, durch die Kohlenstaubfeuerung ersetzt wurde.

und außerdem wurde die ganze Anlage (Kessel und Feuerung) einer eingehenden Untersuchung unterzogen.¹⁾ Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 28 zusammengestellt.

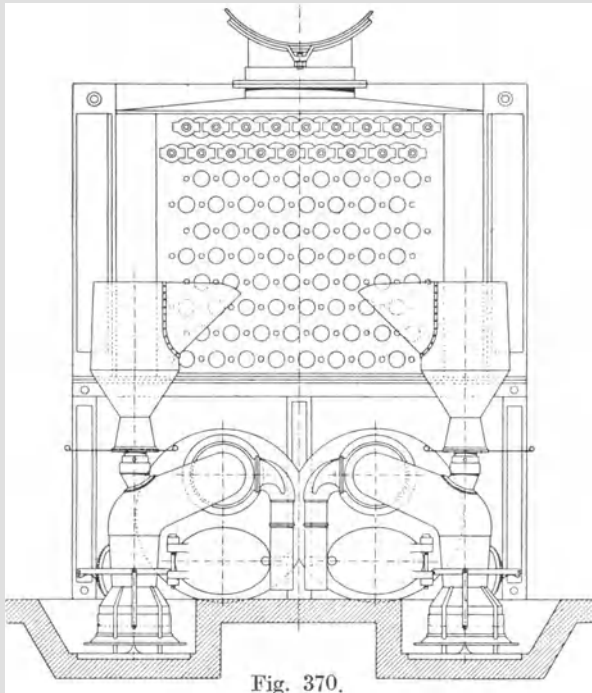


Fig. 370.

Durch die Versuche sollte in erster Linie die Leistungsfähigkeit des Kessels festgestellt werden; jedoch sind die erzielten geringen Wirkungsgrade durchaus nicht allein auf Kosten der hohen Belastung des Kessels und des daraus folgenden hohen Schornsteinverlustes zu setzen. Eine ganz wesentliche Rolle spielen auch die nicht ermittelten Verluste. Von dem Restglied dürfte auf den Verlust durch nicht verbrannten Kohlenstaub und vielleicht noch mehr auf Vorgänge innerhalb des Kessels²⁾ bei der vorliegenden Gasführung ein nicht zu unterschätzender Betrag entfallen. Auch wird die Wärmeausstrahlung der vorgebauten Feuerkammer verhältnismäßig groß gewesen sein.

Beachtenswert sind außerdem die Ergebnisse der Untersuchung der Feuerungsanlage. Es zeigte sich, daß, wie übrigens zu erwarten

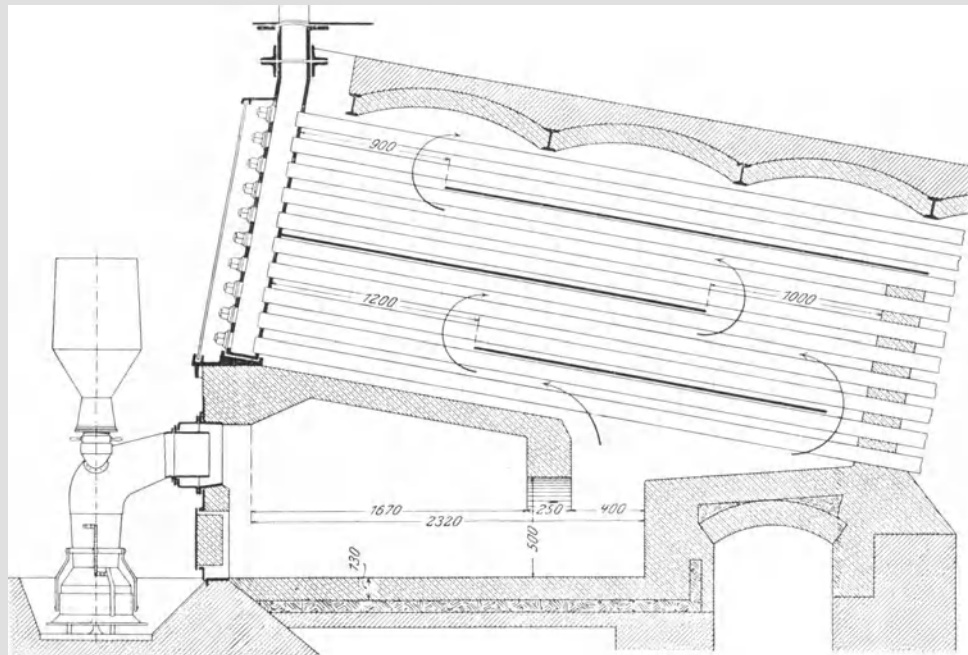


Fig. 371.

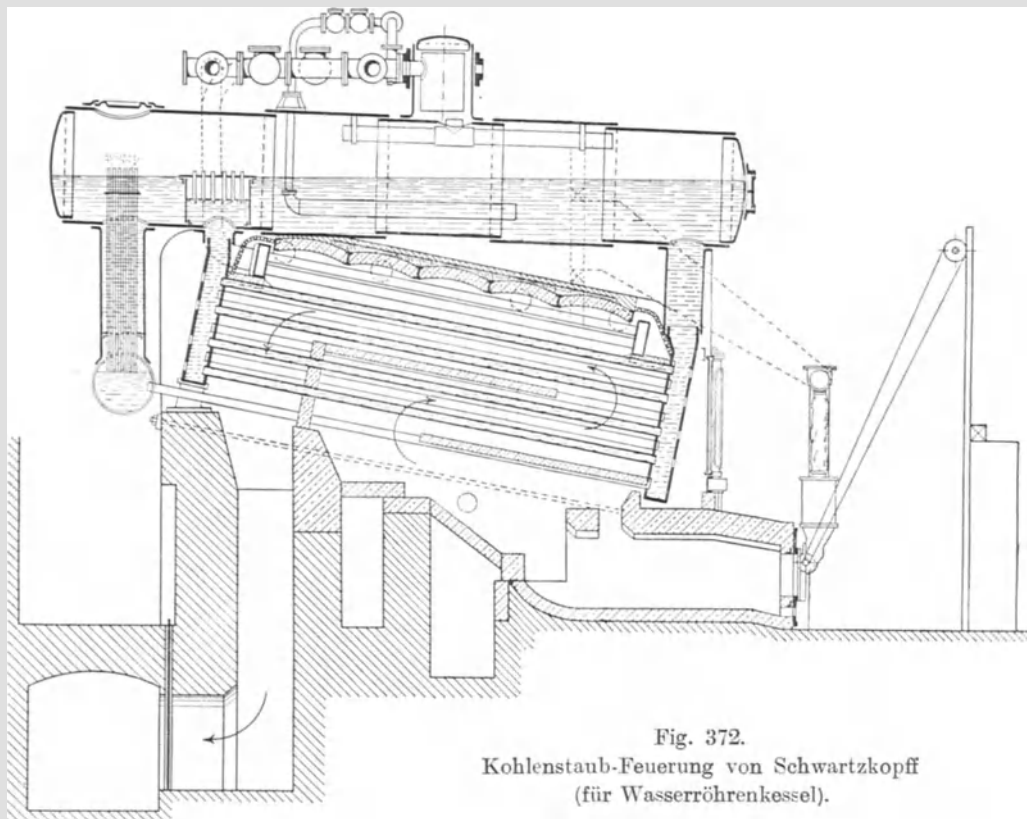
Kohlenstaub-Feuerung von Wegener (für Wasserröhrenkessel).

¹⁾ S. C. Schneider, Zeitschrift des Verbandes der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine 1897, S. 2 u. f.

²⁾ Vgl. S. 24, sowie ferner Jahresbericht des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung, Hamburg, 1907, S. 40. Auffallend ist, daß auch bei reinem Zustand der Heizflächen gerade an solchen Wasserröhrenkesseln, bei denen die größte Wärmedarbitung weit nach hinten verlegt ist, vorn an den unteren Röhren häufig Ausbeulungen vorkommen, die auf Hemmungen in der Dampfabströmung bzw. dem Wasserumlauf hinweisen.

war, „die Gewölbeenden unterhalb der Rohre stark weggeschmolzen waren. An den Abdeckplatten, sowie an den Rohren hatten sich tropfsteinähnliche Schlackengebilde angesetzt“.

„Die Ascheablagerungen waren auf der ersten Abdeckplatte, welche mit der vorderen Wasserkammer und den Seitenwänden sozusagen einen Sack bildet, sehr stark. Die Flugasche entzog hier einen Teil der Heizfläche der unmittelbaren Einwirkung der Heizgase, sie lag in Schichten übereinander, die teils ausgebrannten, teils brennbaren Kohlenstaub enthielten, der sich in Koksasche verwandelt hatte; auch die oberen Rohrreihen waren mit Flugasche bedeckt.“



Daß die Kohlenstaubfeuerungen trotz ihrer teilweise bedeutenden Vorzüge die vielfach erwartete Verbreitung nicht gefunden haben und wohl auch nicht finden werden, liegt hauptsächlich in der Notwendigkeit, die Kohle vor ihrer Verwendung in sorgfältigster Weise mahlen zu müssen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine vollkommene Verbrennung — (Verhinderung der Ablage noch nicht verbrannten Kohlenstaubes) nur bei sehr feinem Staub erreicht wird. Außerdem muß der Staub trocken sein, damit er schwebend im Luftstrom gleichmäßig fein verteilt durch den Feuerraum getragen wird. Manche Kohlenarten mit großem Feuchtigkeitsgehalt machen schon eine Trocknung erforderlich, um gemahlen werden zu können.¹⁾ Größere Lagerung von Kohlenstaub birgt eine Explosionsgefahr in sich.

Die Zubereitung eines genügend feinen Staubes verursacht unter allen Umständen, zumal aber in jenen Fällen, wo besondere Trockenanlagen notwendig sind, erhebliche Kosten, die außer dem Aufwand für die Erstellung der Feuerungsanlage, für deren Betriebskraft usw. zu berücksichtigen sind.

¹⁾ Gewisse Braunkohlen enthalten z. B. in grubenfeuchtem Zustand durchschnittlich 45 vH Wasser, welcher Gehalt, wenn das Vermahlen überhaupt möglich sein soll, auf etwa 20 vH vermindert werden muß. Die für solche Kohlen erforderlichen umfangreichen und teuren Trockenanlagen wären der Frachtverhältnisse halber natürlich am besten an der Grube zu erstellen.

Zahlentafel 28.

Bauart des Kessels	Wasserrohrkessel					
	Kohlenstaubfeuerung von Schwartzkopff					
Datum des Versuches	8. X. 96		9. X. 96		10. X. 96	
Heizfläche des Versuchskessels qm	247		247		247	
Dauer des Versuches	8 st 10 min		8 st 10 min		7 st 42 min	
Brennstoff	Oberschlesische Steinkohle					
Verbrannte Kohle pro Std. und qm Heizfläche kg	2,69		3,79		4,55	
Verdampftes Wasser „ „ „ „ „ „ „	19,58		25,73		30,67	
Dampfspannung absolut kg/qcm	10,30		10,47		10,36	
Verdampfung pro kg Kohle, bezogen auf Wasser von 0° und Dampf von 100° C kg	7,40		6,92		6,86	
Kohlensäuregehalt am Kesselende vH	12,0		12,4		13,8	
Luftüberschuß „	57		51		34	
Temperatur der Gase am Kesselende °C	383		435		452	
Wärmebilanz						
	WE	vH	WE	vH	WE	vH
Nutzbar gemacht zur Dampfbildung	4715	65,87	4407	61,57	4374	61,11
Verloren:						
a) an freier, mit den Gasen nach dem Schornstein abziehender Wärme	1370	19,15	1527	21,33	1433	20,02
b) durch Leitung, Strahlung, Ruß, Unverbranntes usw. (nicht ermittelte Verluste) als Rest	1073	14,98	1224	17,10	1351	18,87
Summe = Heizwert des Brennstoffs	7158		7158		7158	

Da es nun viele Rostfeuerungen gibt, die gleich gute Ausnutzung geeigneter Brennstoffe in Stückform erreichen lassen, in bezug auf die Betriebssicherheit jedenfalls nicht hinter den Kohlenstaubfeuerungen zurückstehen und auch hinsichtlich der Rauchverhütung unter geeigneten Umständen allen billigen Anforderungen zu entsprechen vermögen, so wird aus wirtschaftlichen Erwägungen die Kohlenstaubfeuerung in der Hauptsache nur für den Verbrauch von Kohlenarten in Frage kommen, die ihrer feinkörnigen (grus- und staubhaltigen) Beschaffenheit halber in ungemahlenem Zustande zu geringem Wärmepreis erhältlich sind. Solche Brennstoffe haben häufig auch einen großen Gehalt an unverbrennlichen Bestandteilen, und in Rostfeuerungen liegen die Bedingungen für ihre Verbrennung meist ungünstig.¹⁾ Bei der Zubereitung für Kohlenstaubfeuerungen verursachen sie zudem in der Regel geringere Mahlkosten als Stückkohlen. Sollte die Kohlenstaubfeuerung im Bereich des Dampfkesselbetriebs einen beachtenswerten Platz sich erringen, was bisher aber nicht gelingen konnte, so wird ihre Hauptaufgabe in der Verwertung von Staubkohlen, Gruskohlen usw. zu suchen sein, und in diesem Sinne ist ihr eine wirtschaftliche Bedeutung nicht abzusprechen.²⁾

Neuerdings finden nun aber derartige Brennstoffe durch Einführung des Preßkohle-

¹⁾ S. übrigens Abschnitt III, IV B, V B, 2 b und 3.

²⁾ Der bereits S. 295, Fußbemerkung 1, erwähnte Umstand, daß auf der internationalen Ausstellung in Lüttich als einzige mechanisch betriebene Feuerung eine Kohlenstaubfeuerung — „Cyclone“ von The Central Cyclone Company Ltd. in London — vertreten war, läßt darauf schließen, daß man in Belgien einiges Interesse für diese Feuerungsart hat. Die grus- und staubhaltigen Abfälle der dort hauptsächlich vorkommenden anthrazitartigen Brennstoffe besitzen für die Verbrennung in Rostfeuerungen ungünstige Eigenschaften, da sie einerseits hohen Heizwert haben und andererseits in jeder Form auf dem Rost sich schwer entzünden; sie müssen wenigstens sehr dünn-schichtig verheizt werden.

verfahrens vielfach gute Verwertung und es darf wohl angenommen werden, daß die Entwicklung dieses Verfahrens mit dazu beigetragen hat, das Interesse von den Kohlenstaubfeuerungen abzulenken. Es wäre sicherlich mit größerem Eifer und vielleicht nicht ganz ohne Erfolg an der Einführung der Kohlenstaubfeuerungen gearbeitet worden, wenn nicht durch die letztgenannte Art der Zubereitung grusiger oder wasserreicher Brennstoffe (vielleicht ohne sehr viel größere Unkosten) die Verhältnisse hinsichtlich des Lagerns günstig, anstatt, wie es beim Kohlenstaub der Fall ist, wesentlich ungünstig beeinflusst würden.

Zur Stütze der vorstehenden Ausführungen seien noch die Ergebnisse von Betriebsversuchen erwähnt, welche 1894 im Zementwerk Ehingen in Ehingen a. D. von dem dortigen Direktor Hoch durchgeführt worden sind.

Das Zementwerk Ehingen hatte einen seiner Tenbrink-Kessel, in der aus Fig. 373 ersichtlichen Weise für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet und mit einem von Hoch konstruierten Beschickungsapparat versehen.

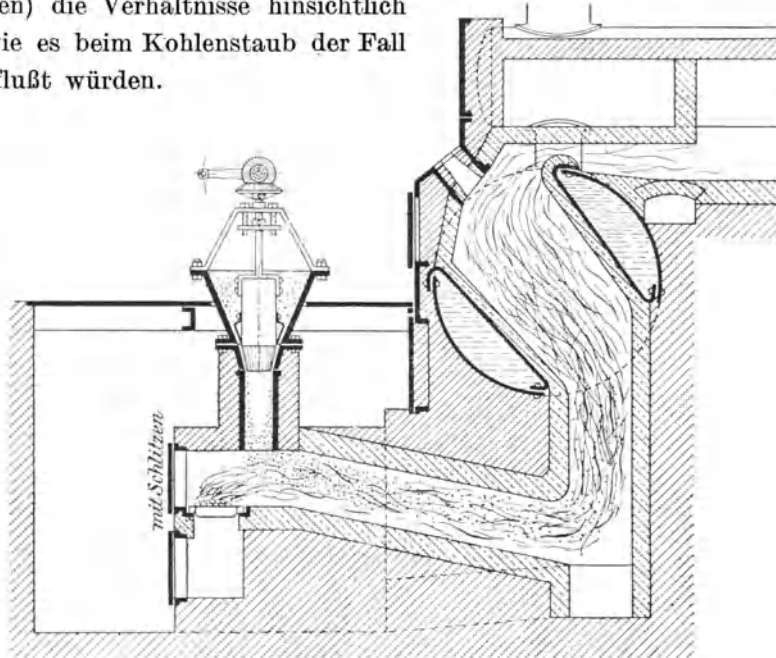


Fig. 373. Kohlenstaubfeuerung von Hoch.

Zahlentafel 29.

Bauart der Feuerung	Kohlenstaub-Feuerung				Tenbrink-Feuerung		
	Ruhr-Mager-Staubkohle	Ruhr-Grieskohle	Ruhr-Grieskohle	Englische Grieskohle	Saarkohle I Maybach	Saarkohle I	Saarkohle I Heinitz
Tag des Versuches	16. II. 94	30. III. 94	17. V. 94	13. VII. 94	3. III. 94	29. III. 94	5. IV. 94
Preis pro 50 kg Kohle Pf.	74 ¹ / ₂	74 ¹ / ₂	74 ¹ / ₂	72	107 ¹ / ₂	110 ¹ / ₂	117 ¹ / ₂
Versuchsdauer st	9	9 ³ / ₄	10	11	12	6	11
Wasserverbrauch kg	10 800	12 960	16 400	19 200	58 820	7560	49 400
Kohlenverbrauch „	1621	1854	2221	2368	7536	944	5808
Verdampfung pro kg Kohle . . . „	6,7	7,00	7,41	8,1	7,93	8,0	8,50
Preis pro 1000 kg Dampf . . . M	2,22	2,13	2,01	1,77	2,71	2,76	2,76

Die auszugsweise in Zahlentafel 29 zusammengestellten Ergebnisse der Vergleichsversuche hatten mit der Kohlenstaubfeuerung eine beträchtliche Verbilligung der Brennstoffkosten für die Dampferzeugung nachgewiesen. Der Grund für die Ersparnis lag allein in dem niedrigeren Preis der hierbei verwendeten englischen und Ruhr-Gruskohlen gegenüber den auf dem Schrägrost verbrannten Saar-Nußkohlen. Die Kohlenstaubfeuerung wurde indessen wieder aufgegeben, angeblich weil sich die Tenbrink-Kessel hierfür nicht eigneten. Sie mußte teilweise als Vorfeuerung ausgebildet werden. Es zeigte sich, daß bei der nach Fig. 373 ausgeführten ersten Anlage das vorgebaute Mauerwerk den hohen Temperaturen auf die Dauer nicht standzuhalten vermochte und öftere Erneuerung notwendig machte. Die Anlage wurde deshalb nach Fig. 374 umgebaut und der Beschickungstrichter näher an den Kessel

herangerückt, so daß sich die Kanäle kürzer ergaben. Nun wurde zwar das Mauerwerk eher geschont, aber die Verbrennung des Kohlenstaubes wurde jetzt nicht mehr innerhalb des

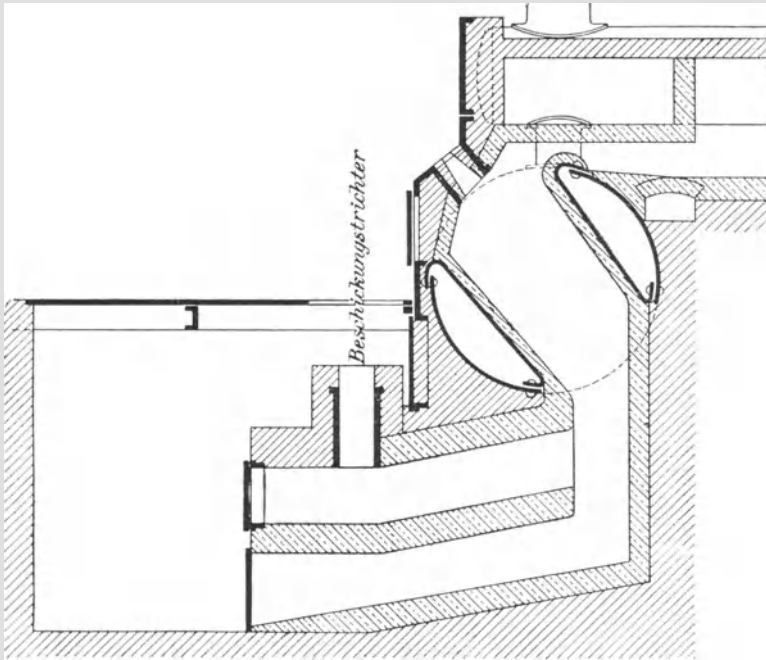


Fig. 374.

Kohlenstaub-Feuerung von Hoch.

Größere Bedeutung als bislang im Dampfkesselbetrieb haben sich die Kohlenstaubfeuerungen in der Zementfabrikation (Drehöfen) erworben. Für die Betriebsweise der Zementfabriken ist auch die Einrichtung eigener Kohlenmüllerei naheliegend.

B. Gasfeuerungen.

Die Gasfeuerungen unterscheiden sich ihrem Wesen nach von den in den vorhergehenden Abschnitten besprochenen Feuerungsanlagen dadurch, daß sie sich aus einem besonderen Vergasungsraum und einem Verbrennungsraum zusammensetzen. Beide Räume können in entfernter Lage zueinander angeordnet sein. In den direkten Feuerungen, um die es sich im Vorstehenden ausschließlich handelte, hat man Wärmeentbindung, Verbrennung und Wärmeüberführung beisammen; die einzelnen Phasen des Prozesses laufen nebeneinander her und es ist danach zu trachten, den Brennstoff unmittelbar in die Endprodukte der Oxydation (Kohlensäure und Wasserdampf) überzuführen, während bei Gasfeuerungen im Vergasungsraum der hochgeschichtete feste Brennstoff nach Möglichkeit zunächst nur in brennbare Gase (Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe) verwandelt wird (wobei nebenher die flüchtigen Bestandteile des Brennstoffs frei werden). Diese Gase werden dann zum Verbrennungsraum weitergeleitet, wo ihnen die zur Verbrennung erforderliche Luft möglichst stark vorgewärmt zuzuführen ist. Durch entsprechende Anordnung der Kanäle für die Gas- und Luftzuführung zueinander hat man es in der Hand, die Verbrennung auf eine enge Stelle zu konzentrieren oder eine auf einen weiten Raum sich ausdehnende Flamme zu erzielen. Mehrere Feuerungen können von einem gemeinsamen Generator mit Gas gespeist werden.

Richtige Gestaltung der Verbrennungskammer und genaue Regulierbarkeit der Verbrennungsluft sind Umstände, auf welche beim Bau und Betrieb von Gasfeuerungen besonders

Flammrohres vollendet. Teile desselben gelangten in die wagerechten Feuerzüge, wo sie sich ablagerten und langsam verkokten. Durch Verwendung von Preßluft, welche die Teilchen länger schwebend erhalten konnte, wurde zwar dieser Übelstand wieder behoben. Aber neben dem Aufwand für das Gebläse stellte sich infolge der erhöhten Temperatur wieder ein rasches Abschmelzen des Mauerwerks ein.

Die Figuren zeigen, daß die Hochsche Einrichtung ein sehr einfaches Anheizen gestattete.

zu achten ist. Das Einregulieren kann in einfacher Weise nach dem Aussehen der Flamme vorgenommen werden; es ist deshalb wichtig, daß an geeigneten Stellen (gegenüber den Mischkanälen) Schauhöhre angeordnet sind. Die Feuerung muß so gebaut sein, daß die Verbrennung des Gases vollendet ist, bevor die Flamme zu starkem Wärmeentzug erfährt, da sonst der Verbrennungsprozeß unterbrochen würde. Die Folge hiervon wären Wärmeverluste durch unverbranntes Gas und Rauchbildung. Wichtig ist es, den Betrieb der Gasfeuerungen so zu leiten, daß die Generatorgase möglichst wenig Kohlensäure, dagegen viel Kohlenoxyd (und Kohlenwasserstoffe), die abziehenden Verbrennungsgase dagegen möglichst viel Kohlensäure und kein Kohlenoxyd enthalten. Da das dem Generator entströmende Gas giftig ist, so ist streng darauf zu achten, daß die über dem Generator befindlichen Öffnungen sorgfältig geschlossen gehalten werden. Bei Inbetriebsetzung von Generator-Gasfeuerungen ist unbedingte Vorsicht geboten, damit sich in der Verbrennungskammer oder in den Kanälen kein explosives Gasmisch bildet.

Bei vielen Feuerungsanlagen fällt die Verbrennungskammer, in der die chemische Verbindung von Luft und Gas unter Wärmeentwicklung stattfindet, mit dem Raum zusammen, in welchem die Wärme nutzbar gemacht werden soll. Für Öfen, die zu Schmelz-, Schweiß-, Glüh-, Brenn-, Kalzinier- und anderen Verfahren Anwendung finden, sind die Gasfeuerungen zweifellos von hervorragender Bedeutung. Die Verbrennung des Gases kann man unmittelbar an der Verwendungsstelle der Wärme stattfinden lassen, ohne daß besondere Verbrennungskammern sich erforderlich machen. Der vom Ofen zu erfüllende Zweck fordert meist eine sehr hohe Temperatur, welche leichter erreichbar ist als bei den gewöhnlichen Rostfeuerungen, und zwar aus zweierlei Gründen. Einmal kann man mit außerordentlich geringem Luftüberschuß bei der Verbrennung auskommen. Sodann ist aber auch die Möglichkeit gegeben, die Abgase, welche dem Verwendungszweck der Anlage entsprechend mit sehr hoher Temperatur abziehen, zu weitgehender Vorwärmung der Verbrennungsluft nutzbar zu machen. Gerade dieser letztere Umstand kann wirtschaftlich ganz beträchtlich ins Gewicht fallen. Für die Wirkungsweise der Gasfeuerung ist die starke Luftvorwärmung nur günstig, während sie sich bei direkter Feuerung, wo die Verbrennungsluft größtenteils unter den Rost zu leiten ist, nur in geringem Maße anwenden ließe. Wo es nicht zugänglich ist, mit der Abhitze noch angereichte Kessel oder dergleichen zu beheizen, muß man sich daher bei Anwendung von Rostfeuerungen mit einem überaus großen Abwärmeverlust nach dem Schornstein abfinden.

Anders liegen die Verhältnisse im Dampfkesselbetrieb. Hier ist es möglich, durch entsprechende Anordnung und Ausdehnung der Heizflächen die in den Gasen enthaltene Wärme weitgehend auszunutzen und man wird hierauf aus wirtschaftlichen Gründen beim Bau solcher Anlagen auch stets Bedacht nehmen. Da man sich begnügen muß, die von der Verbrennungskammer ausgestrahlte Wärme zu benutzen, ist die Vorwärmung eine beschränkte und muß es aus praktischen Erwägungen (Rostkühlung, Schlackenbildung usw.) im allgemeinen auch sein. Im übrigen ist eine Steigerung der Temperatur am Verbrennungsherd nicht ein Bedürfnis wie bei Schmelzöfen u. dgl. Anlagen.

So günstig nun selbst beim Gebrauch geringwertiger Brennstoffe die Verhältnisse hinsichtlich der Wärmeerzeugung und der Erzielbarkeit rauchfreier Verbrennung mit geringem Luftüberschuß liegen, so haben die Gasfeuerungen im Dampfkesselbetrieb doch fast keine Anwendung gefunden. Es ist dies folgendermaßen erklärlich:

Die Wärmeverluste durch Strahlung nach außen seitens des Generators, wie auch der Leitung von diesem zur Wärmeverwendungsstelle und der Verbrennungskammer sind größer als bei allen direkten Feuerungen, selbst wenn diese als Vor-

feuerung ausgebildet sind. Bei ununterbrochenem Betrieb finden auch während des Stillstandes die Wärmeverluste des Generators statt. Noch mehr als es bei den Vorfeuerungen der Fall ist, bedingen die Gasfeuerungen meist großen Raumbedarf; sie verursachen auch erhebliche Anlage- und Unterhaltungskosten. In einer einmal ausgeführten Generatoranlage besteht eine unter Umständen unliebsame Gebundenheit an den der Bauart zugrunde gelegten Brennstoff. Backende Kohlen und solche mit schmierender Schlackenbildung können den geordneten Betrieb des Generators wesentlich erschweren.

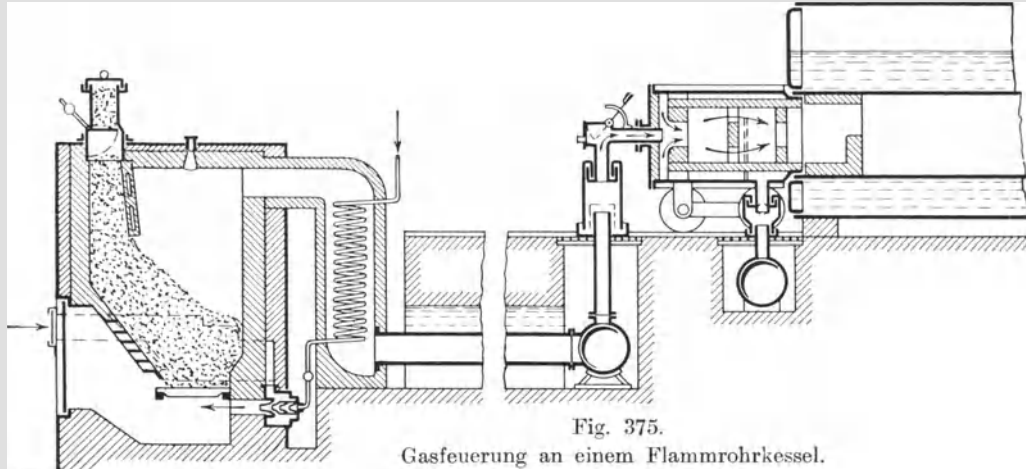


Fig. 375.
Gasfeuerung an einem Flammrohrkessel.

Fig. 375 zeigt ein einfaches Beispiel für die Anordnung einer Gasfeuerung an einem Flammrohrkessel. Auf besondere Bauarten, die auch der Verwendung der Abgase zur Vorwärmung der Verbrennungsluft bis zu einem gewissen Grade Rechnung zu tragen vermögen, sei hier nicht näher eingegangen.¹⁾

In manchen Betrieben (namentlich des Hüttenwesens) werden häufig mit den Abgasen von Ofenanlagen Kessel beheizt, z. B. stellen die Hochöfen große Mengen Abgase zur Verfügung. Es handelt sich teilweise um direkte Wärme, zur Hauptsache aber um brennbare Bestandteile, insbesondere Kohlenoxyd, durch deren Verbrennung 1 cbm Hochofengas gegen 1000 WE entwickelt. Bei Kesseln, die hinter Hochöfen angeordnet sind, ist daher die Feuerung auch mit einer Verbrennungskammer²⁾ auszustatten. Sind nicht genügend Gase vorhanden, um die von der Kesselanlage verlangte Dampfmenge zu erzeugen, so kann zur Vergrößerung der Kesselleistung ein Rost angeordnet und das Gas über dem Kohlenfeuer zugeführt werden. Infolge der neuerdings meist durchgeführten weiteren Verwertung der Hochofengase in Gasmaschinen ist indessen die Nutzbarmachung derselben in Dampfkesseln nicht mehr von großer Bedeutung.

Das Vorkommen gasförmiger Brennstoffe in der Natur ist vorläufig nur an wenigen Orten bekannt und zwar namentlich in Nordamerika, im Kaukas und in China. Für unsere mitteleuropäischen Verhältnisse kommen Feuerungen zur Verbrennung von Erdgas derzeit nicht in Frage.

¹⁾ Über Bauart und Betrieb von Generatoren und Gasfeuerungen mag auf Ernst Schmatolla, *Die Gaserzeuger und Gasfeuerungen*, Hannover 1909, sowie auf Paul Fuchs, *Generator-, Kraftgas und Dampfkesselbetrieb*, Berlin 1905, verwiesen sein. Dem ersteren Buch ist auch die Fig. 375 entnommen.

²⁾ Bei Verwendung der von Schmelzöfen u. dgl. verfügbaren Abhitze zur Dampferzeugung in dahinter geschalteten Kesseln kommt die Verbrennungskammer naturgemäß in Fortfall, da es sich nur um Verwertung der bereits im Herd des Ofens freigewordenen Wärme handelt. Hier liegt also der Fall nicht anders als bei den Vorwärmern (sog. Economiser), in welchen ein Teil der freien Wärme der Abgase von der Kesselanlage zum Erwärmen des Speisewassers nutzbar gemacht wird; es ist nur die Temperatur der Abgase eine wesentlich höhere, so daß die verfügbare Wärmemenge zur Dampferzeugung im Kessel ausreicht.

C. Feuerungen für flüssige Brennstoffe.

Die Anwendung flüssiger Brennstoffe für Heizzwecke beschränkt sich auf diejenigen Gegenden, die in unmittelbarer Nähe von den Fundorten der Erdöle gelegen sind. Allgemeine Bedeutung haben die Ölfeuerungen nur erlangt für die Beheizung von Kesseln auf Schiffen sowie auf Lokomotiven. In Deutschland ist die Verwendung von Öl für Heizzwecke, sowohl seines geringen Vorkommens wegen, als auch mit Rücksicht auf die Entwicklung, die der Bau von Verbrennungskraftmaschinen erfahren hat, äußerst selten. Über die Verwendung in ortfesten Dampfanlagen liegen fast nur Erfahrungen aus dem Ausland vor und ist zu verweisen auf

J. Lew, Feuerungen mit flüssigen Brennmaterialien,

Münster, Liegen Erfahrungen vor über die Verwendung flüssiger Brennmaterialien zur Kesselfeuerung? Protokoll der 25. Delegierten- und Ingenieur-Versammlung des internationalen Verbandes der Dampfkesselüberwachungsvereine, Bonn 1896,

sowie auf die fortlaufenden Veröffentlichungen über Ölfeuerungen in Fachzeitschriften, u. a.:

Allgemeine Österreichische Chemiker- und Techniker-Zeitung,

Engineering,

Österreichische Eisenbahn-Zeitung,

Rohöl-Zeitung und

Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb.

Sachregister.

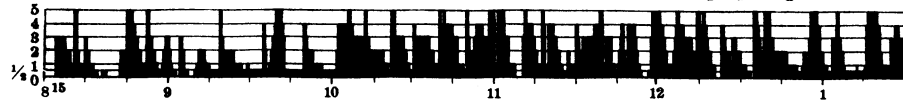
	Seite		Seite
Abwärmeverlust	12	Feuertür	43
Adler-Feuerung	57	— von Holdinghausen	58
Amerikanische Unterbeschickung	262	— von Martin & Co.	58
Axer-Feuerung	217	Flammrohreinsatz von Fouqué	66
Babcock & Wilcox, Kettenrost von	237	Flammverteiler Abundex	66
Bader, Stufenrost von	146	Fränkel, Feuerung von	117
Bagge, Feuerung von	87	Friedeberg, Kohlenstaubfeuerung von	304
Bennis, Kettenrost von	254	Ganz & Co., Feuerung von	102
— Stoker	202	Gasfeuerung	314
Bernburger Maschinenfabrik, Feuerung von	57	Gasführung für Wasserröhrenkessel	51
Bourne, Feuerung von	66	Glaser, Schrägrost von	157
Bousse, Kettenrost von	255	Göhring & Leuchs, Schrägrost von	162
— Wanderrost von	290	Green, Kettenrost von	254
Brenngeschwindigkeit	44	Griesel, Feuerung von	112
Buchholz, Feuerung von	104	Guilleaumerwerke, Unterschubfeuerung	260
Burlet, Schrägrost von	160	Haage, Feuerung von	67
Büttner, Düsseldorf, Feuerung von	74	Häring, Kettenrost von	254
Büttner & Co., Kettenrost von	252	Hawley, Feuerung von	120
— Rieselrost von	284	Heizer-Überwachung	6
de Camp, Kohlenstaubfeuerung von	304	— -Unterweisung	6
Cario-Feuerung	55	Helix Furnace Feeder	259
Chubb, Feuerung von	74	Hoch, Kohlenstaubfeuerung	313
Columbus-Rostbeschicker	191	Hochmuth, Feuerung von	57, 72
Crampton, Kohlenstaubfeuerung von	298	— Schrägrost von	178
Dampfschleier	56	Hodgkinson, Feuerung von	228
Dieterle, Feuerung von	72	Hofmann, Beschickungsvorrichtung von	216
Dinglersche Maschinenfabrik, Wurffeuerung von	207	— Feuerung von	285
Donneley, Feuerung von	122	— Kettenrost von	291
Dulac, Treppenrost von	149	Hohlrost	58, 112
Dürr, Walter, Feuerung von	74	Hollrieder, Feuerung von	104
— Schrägrost von	172	Howdenfeuerung	113
— Stufenrost von	145	Hydro-Wirbel-Feuerung	114
Dürr & Co., Kettenrost von	249	Ignis-Feuerung	281
Ebert, Treppenrost von	148	Innenfeuerung	52
Einbecker Stufenrost	144	Jones-Feuerung	259
Entgasung	8	Katapult	209
Fairbairn, Feuerung von	67	Kemmerich, Schrägrost von	167
Feuerbrücke	43	Kincaid, Beschickungsvorrichtung von	216
— bewegliche von Braunschweigischer Maschinenbau-Anstalt	63	Klose, Feuerung von	71
— bewegliche, von Brettschneider	63	Kohlensaufschütter von Strupler	54
— — Krauss & Co.	64	Kohlenfeuerung	8
— — v. Lewicki	63	Kohlenstaubfeuerung	297
— — A. F. Müller	63	Koksfeuerung	7
— — Müller & Korte	63	Korbrostfeuerung	122

	Seite		Seite
Körting, Feuerung von	107	Ramsbottom, Schrägrost von	157
Kowitzke, Feuerung von	77	Rauch, Entwicklung	19
Kraft, Feuerung von	166	Rauchschäden	1
Krafts Variable	175	Rauchstärke (Rauchskala)	30
Krauss & Co., Lokomotivfeuerung von	288	Rauchursache	19
Kridlo, Feuerung von	108	Rauchverluste	17
Kudlicz, Feuerung von	108	v. Reiche, Vorfeuerung von	49
— Schür- und Schlackenbrechvorrichtung	58	Reich, Halbgasfeuerung von	142
Kühn, Schrägrost von	157	Restverlust	24
Langenscher Etagenrost	125	Rieselrost	284
Langer, Feuerung von	92	Rinne, Feuerung von	89
Leach-Feuerung	184	Ritz & Schweizer, Feuerung von	164
Lembke & v. Reichmeister, Feuerung von	57	Rochow, Feuerung von	162
Lepper, Feuerung von	72	Röck, Wanderrost von	256
Lewicki, Feuerung von	75	Roney-Feuerung	289
Lönholdt, Schrägrost von	157	Roßweiner Maschinenfabrik, Wurfffeuerung von	215
Luftbedarf	32	Roste, bewegte	227
Maffei, Schrägrost von	175	— Kettenroste	235
Marcotty, Feuerung von	92	— Stabform	41
Marr, Schrägrost von	168	— Stabkühlung	58
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Wurfffeuerung von	189	— von Ebert	58
Maschinenfabrik Buckau, Kettenrost von	153	— von Mehrrens	58
— — Treppenrost von	149	— von sächsischer Maschinenfabrik Chemnitz	58
Maschinenfabrik Christoph, Feuerung von	108	Rotter, Feuerung von	68
Mechanische Feuerung	180	Ruhl, Kohlenstaubfeuerung von	301
Mederer, Feuerung von	99	Ruthel, Feuerung von	117
Meldrums „Koker Stoker“	233	Scherrer-Rost	119
Meldrums „Sprinkler Stoker“	202	Schichthöhe	45
Menner-Rost	165	Schlackenabführer	166
Mischgasfeuerung	113	Schlackenbildung	35
Muldenrost	113	Schlackenrost	133
Müller, Feuerung von	119	Schmelzer-Lauber, Schrägrost von	169
Müller & Korte, Feuerung von	103, 108	Schmidt, Feuerung von	78
Münchner Stufenrost	144	— Wurfffeuerung von	189
Münckner Feuerung	193	Schomburg-Feuerung	173
Münning & Fritzsche	121	Schrägrost	129, 149
Münter, Treppenrost von	131	Schultz-Röber, Feuerung von	272
Murphy, Feuerung von	288	Schulz, Treppenrost von	139
Oberluftzufuhr, dauernde	71	Schulz-Knaudt, Feuerung von	88
— zeitweilige	73	Schürplatte	43
— mit Dampfgebläse	92	Schüttrost	117
Orvis, Feuerung von	104, 122	Schwartzkopff, Kohlenstaubfeuerung von	300
Paul, Feuerung von	72	Seyboth, Beschickungsvorrichtung von	221
Perret, Feuerung von	112	Sparfeuerung Düsseldorf	228
Petry-Dereux, Wanderrost von	249	Staby, Feuerung von	97
Pfeiffer & Wolz, Feuerung von	74	Stauss, Feuerung von	85
Pinther, Kohlenstaubfeuerung von	300	Steinau & Witte, Feuerung von	57
Planrost, Bau	39	Steinmüller, Kettenrost von	247
— Bedienung	35	Storbeck, Feuerung von	87
— Betrieb	43	de Strens, Feuerung von	119
Popp & Weisheit, Schrägrost von	170	Stroganoff, Feuerung von	127
Proctor-Feuerung	201	Stufenroste	144
Proctors Stoker	235	Tenbrink-Feuerung	149
		Thesing, Feuerung von	74
		Thielmann, Feuerung von	125
		Thost, Beschickungsvorrichtung von	224
		Thost-Cario-Feuerung	56

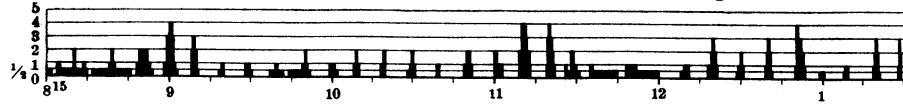
	Seite		Seite
Thost, Feuerung von	71, 74, 104	Wegener-Feuerung	274
— Schrägrost von	170	— Kohlenstaubfeuerung von	299
— Treppenrost von	131, 136	Wehrfeuerung	119
Topf & Söhne, Feuerung von	77, 118	Whittacker, Wurfradeinrichtung von	190
— — Katapult	209	Wilkinson, Feuerung von	166
— — Schrägrost von	171	Wilmsmann, Feuerung von	119
— — Treppenrost von	133	Wiltons Feuerung	111, 171
Treppenrost	128, 131	Wolf, Treppenrost von	136
Triumph Mechanical Stoker	202	Wurffeuerung	184
		Wurfradeinrichtungen	184
Underfeed-Stoker	264	Zugdrosselung	59
Unger, Kohlenstaubfeuerung von	302	— Büttner, Düsseldorf	60
Unterbeschickung Amerikas	260	— Möller, K. u. Th.	59
Unterfeuerung	50	— Ottensener Eisenwerk	59
Unterschub-Feuerung	258	— Pauksch	59
Unterwind-Feuerung	105	— Piedboeuf Jacques	60
Untiedt, Feuerung von	74, 287	— Rheinische Apparate-Bauanstalt	59
		— Siller & Jamart	59
Verluste in der Feuerung	12	Zugregler	60
— durch Rauch	17	— Büttner, Düsseldorf	60
— durch unvollkommene Verbrennung	13	— Ganz & Co.	60
Vicars Mechanical Stoker	235	— Großfuß	61
Völcker, Treppenrost von	140	— Hörenz	60
Vorfeuerung	47	— Kowitzke & Co.	61
		— Malchow	60
Walzenrost Piontek	283	— Speckbötzel	69
Wanderroste	235	— Strauß, C. W.	60
Wardzinski, Feuerung von	89	— Szczepanek	60
Wärmespeicher	31, 64	— Ulrich & Messerschmidt	60
Wasserröhrenkessel, Gasführung	51	Zugstärke	44
Wasserstaubfeuerung	114	Zutt, Kettenrost von	244
Weck-Feuerung	202		

Rauchübersichten T (Zu Figur 1-3 und Zahlen Einfacher Planrost.

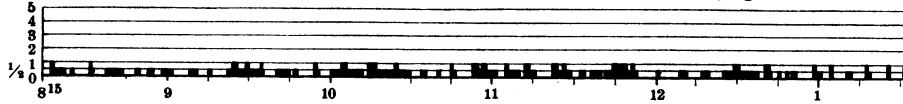
Versuch I. 10. März 1904. 18 kg Kesselbelastung (geringer Luftüberdruck)



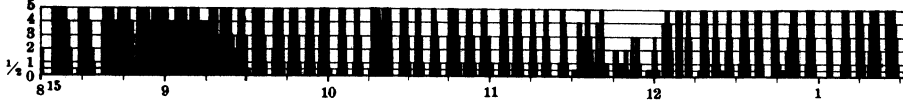
Versuch II. 13. Juli 1904. 18 kg Kesselbelastung (mittlerer Luftüberdruck)



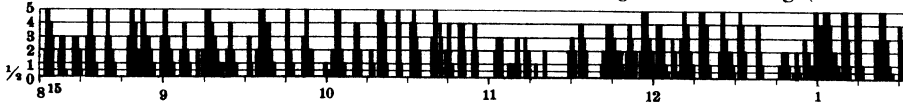
Versuch III. 14. Juli 1904. 18 kg Kesselbelastung (großer Luftüberdruck)



Versuch IV. 25. März 1904. 30 kg Kesselbelastung (0 v H)



Versuch V. 27. Juli 1904. 30 kg Kesselbelastung (9 v H)

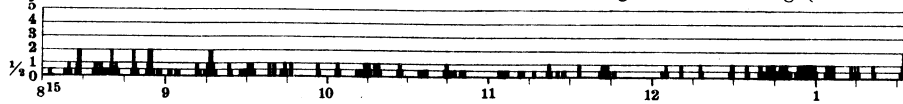


Versuch VI. 21. Juli 1904. 30 kg Kesselbelastung (54 v H)

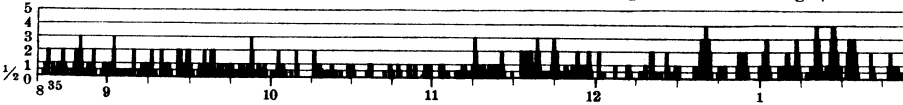


Planrost mit Oberluftzufuhr

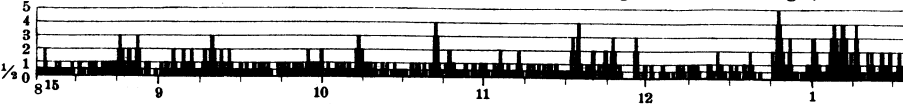
Versuch VII. 7. Juni 1904. 30 kg Kesselbelastung (26 v H)



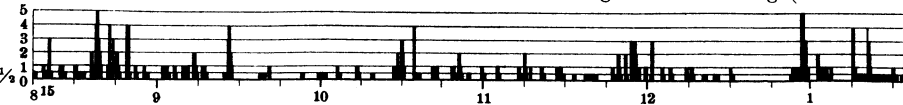
Versuch VIII. 18. April 1904. 30 kg Kesselbelastung (40 v H)



Versuch IX. 19. April 1904. 30 kg Kesselbelastung (30 v H)



Versuch X. 4. Juli 1904. 30 kg Kesselbelastung (41 v H)



Versuch XI. 5. Juli 1904. ca 29 kg Kesselbelastung (41 v H)



Rauchstärken:

0 = kein Rauch 1/2 = Spur von Rauch 1 = leichter durchsichtiger Rauch 2 = heller grauer Rauch 3 = dunkler grauer Rauch

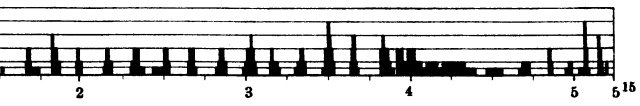
Tafel I.
Tafel 1)

Überschuß, 17 v H am Flammrohrende).



1

Überschuß, 77 v H am Flammrohrende).



2

Überschuß, 167 v H am Flammrohrende).



3

Gruppe 1

Luftüberschuß am Flammrohrende).



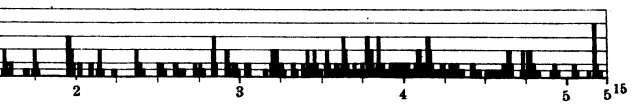
4

Luftüberschuß am Flammrohrende).



5

Luftüberschuß am Flammrohrende).

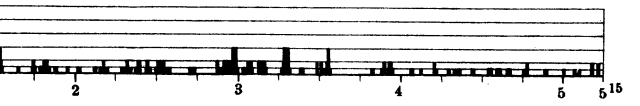


6

Gruppe 2

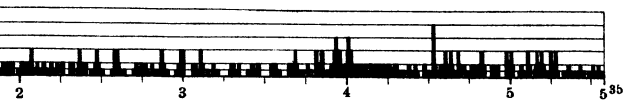
Uhr.

Luftüberschuß am Flammrohrende).



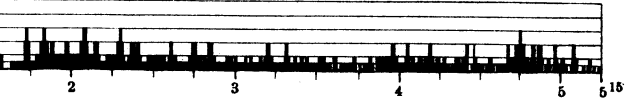
7

Luftüberschuß am Flammrohrende).



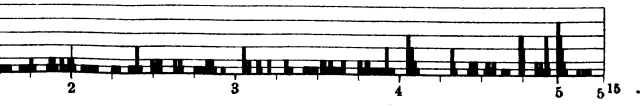
8

Luftüberschuß am Flammrohrende).



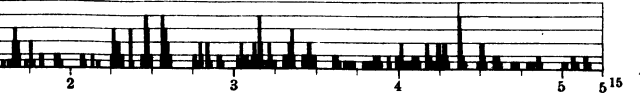
9

Luftüberschuß am Flammrohrende).



10

Luftüberschuß am Flammrohrende).



11

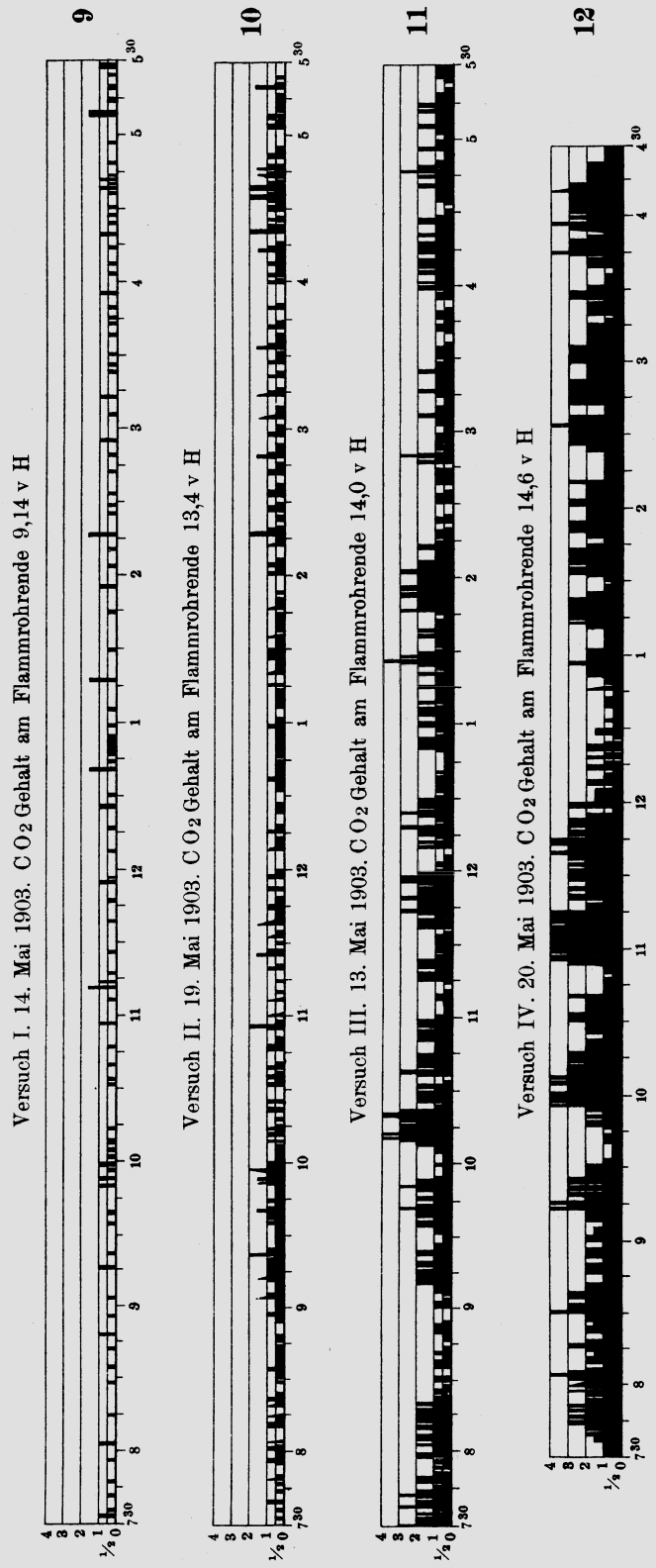
Gruppe 3

1 = kleiner grauer Rauch 2 = schwarzer Rauch 3 = starker schwarzer Rauch.

Haier, Dampfkessel - Feuerungen. 2. Auflage.

Tafel I.

Rauchübersichten Tafel II.
(Zu Figur 7)
Versuche am einfachen Planrost mit verschiedenem Luftüberschuß.

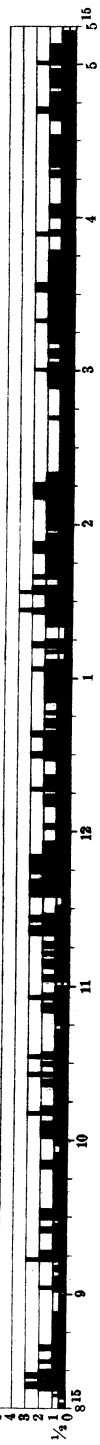


Rauchstärken:
0 = kein Rauch ½ = Spur von Rauch 1 = leichter durchsichtiger Rauch 2 = heller grauer Rauch 3 = dunkler grauer Rauch 4 = schwarzer Rauch 5 = starker schwarzer Rauch.

Rauchübersichten Tafel III a.
 Versuche mit englischer Kohle „Westhartley - Main“

I. Einfacher Planrost ohne Oberluftzufuhr.

31. März 1904. 12 kg Kesselbelastung (15 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



13

10. März 1904. 18 kg Kesselbelastung (17 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



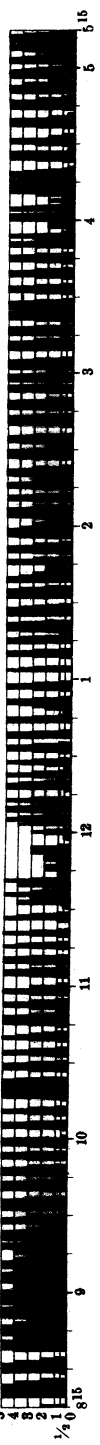
14

19. März 1904. 24 kg Kesselbelastung (11 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



15

25. März 1904. 30 kg Kesselbelastung (0 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



16

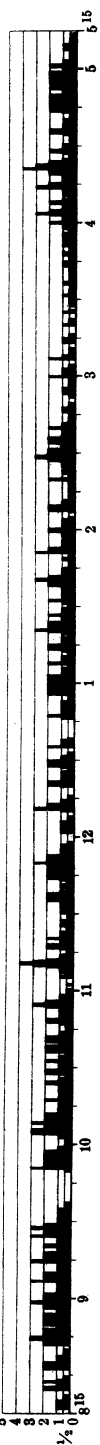
27. Juli 1904. 30 kg Kesselbelastung (9 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



Gruppe 1
(zu Fig. 72)

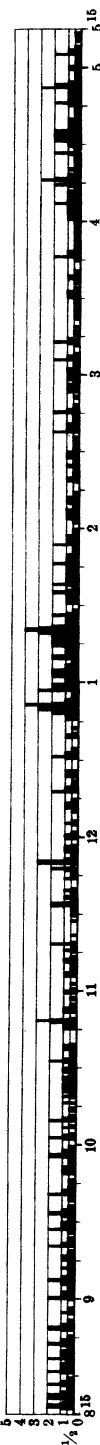
II. Planrost mit Einrichtung von Topf. Oberluftzufuhr von vorn und oben.

13. April 1904. 18 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 32 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

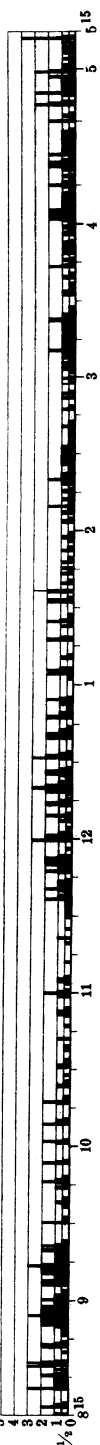


17

14. April 1904. 18 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 35 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

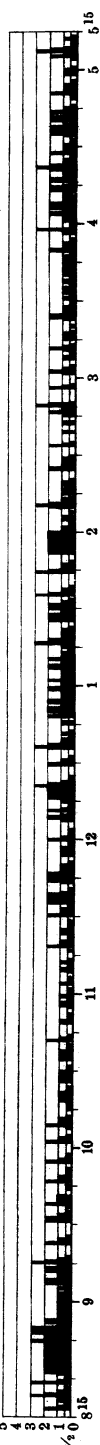


26. April 1904. 24 kg Kesselbelastung (ohne Luftführungsbogen, 32 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



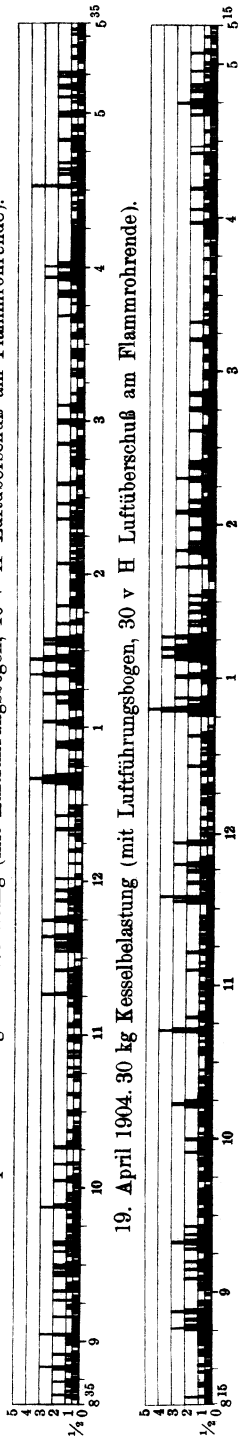
18

27. April 1904. 24 kg Kesselbelastung (ohne Luftführungsbogen, 29 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



Gruppe 2
(zu Fig. 73)

18. April 1904. 30 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 40 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



19

19. April 1904. 30 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 30 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

III. Planrost mit Einrichtung von Kowitzke. Oberluftzufuhr durch die Feuerbrücke.

8. Juni 1904. 12 kg Kesselbelastung (mit Feuerungsregler, 29 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



20

16. Mai 1904. 18 kg Kesselbelastung (mit Feuerungsregler, 26 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



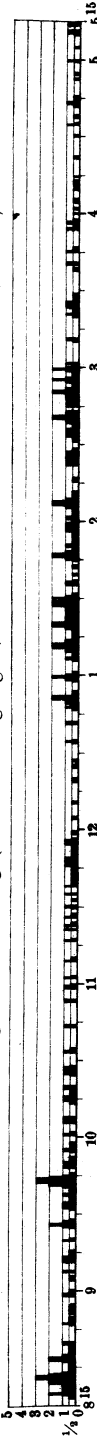
21

21. Mai 1904. 18 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 30 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



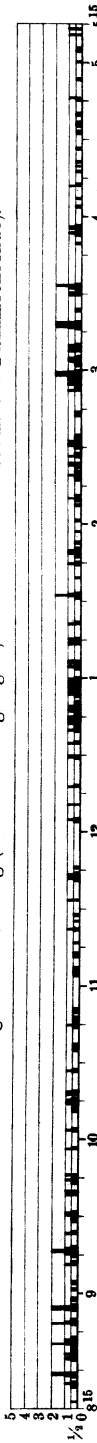
22

31. Mai 1904. 24 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 31 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



23

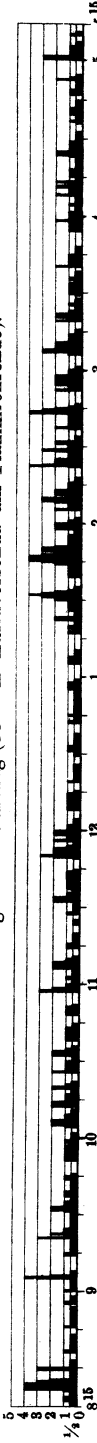
7. Juni 1904. 30 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 26 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



24

IV. Planrost mit Einrichtung von Schmidt. Oberluftzufuhr hinter der Feuerbrücke.

21. Juni 1904. 18 kg Kesselbelastung (38 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

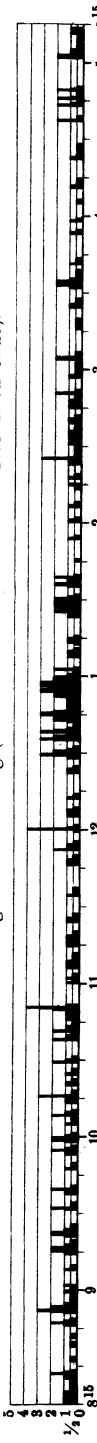


24. Juni 1904. 18 kg Kesselbelastung (36 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



25

30. Juni 1904. 24 kg Kesselbelastung (23 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

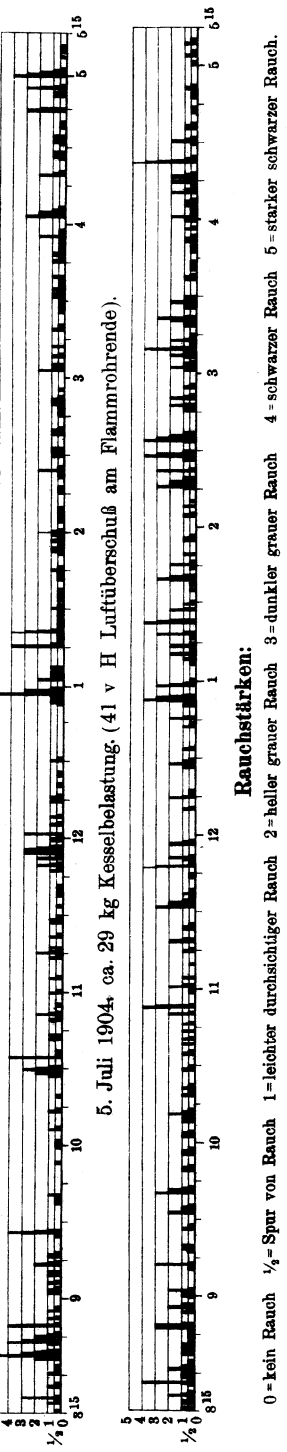


4. Juli 1904. 30 kg Kesselbelastung (41 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

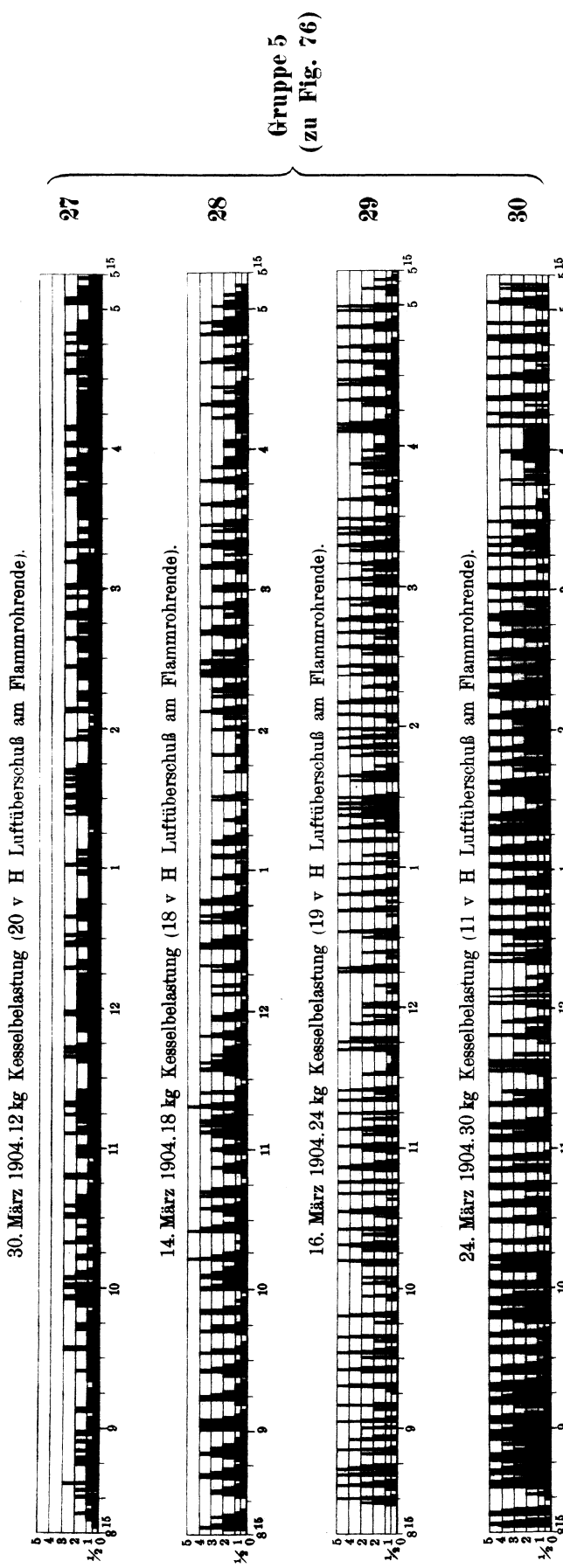


Gruppe 3
(zu Fig. 74)

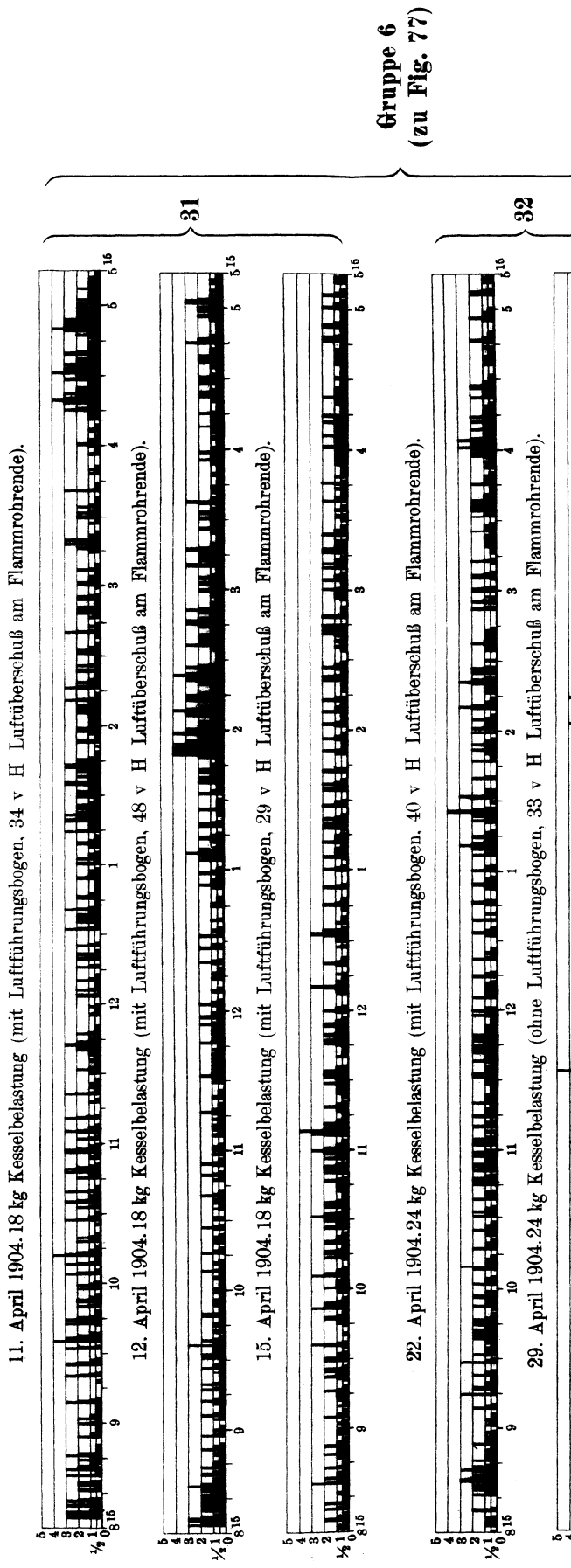
Gruppe 4
(zu Fig. 75)



Rauchübersichten Tafel III b.
Versuche mit westfälischer Kohle „Rhein-Elbe und Alma“
I. Einfacher Planrost ohne Oberluftzufuhr.

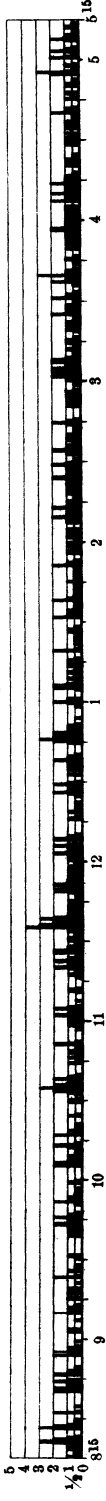


II. Planrost mit Einrichtung von Topf. Oberluftzufuhr von vorn und oben.



Gruppe 7
(zu Fig. 78)

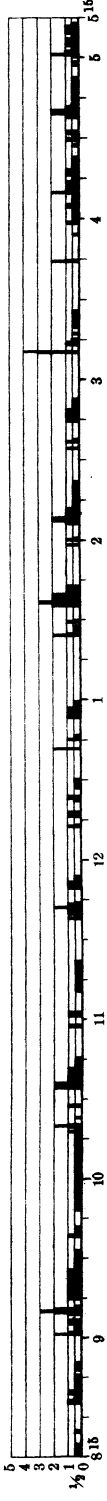
21. April 1904. 30 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 36 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



33

III. Planrost mit Einrichtung von Kowitzke. Oberluftzufuhr durch die Feuerbrücke.

9. Juni 1904. 12 kg Kesselbelastung (mit Feuerungsregler, 29 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



34

25. Mai 1904. 18 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 37 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

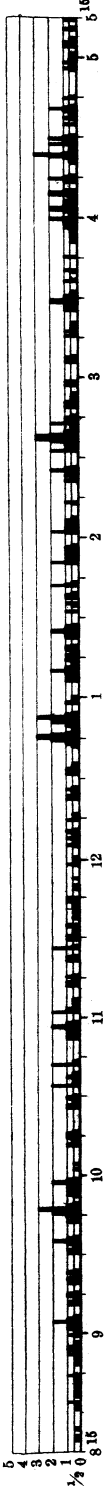


18. Mai 1904. 18 kg Kesselbelastung (mit Feuerungsregler, 39 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

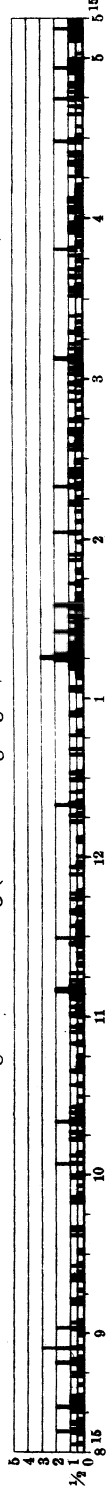


35

30. Mai 1904. 24 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 32 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



2. Juni 1904. 24 kg Kesselbelastung (mit Feuerungsregler, 37 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



36

6. Juni 1904. 30 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 20 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



37

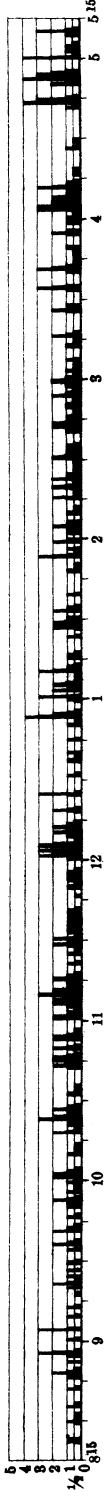
IV. Planrost mit Einrichtung von Schmidt. Oberluftzufuhr hinter der Feuerbrücke.

23. Juni 1904. 18 kg Kesselbelastung (38 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



38

29. Juni 1904. 24 kg Kesselbelastung (35 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

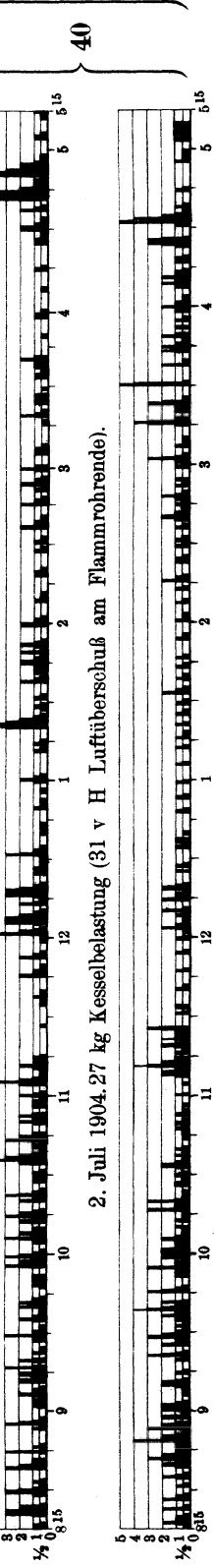


39

1. Juli 1904. 28 kg Kesselbelastung (22 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



Gruppe 8
(zu Fig. 79)



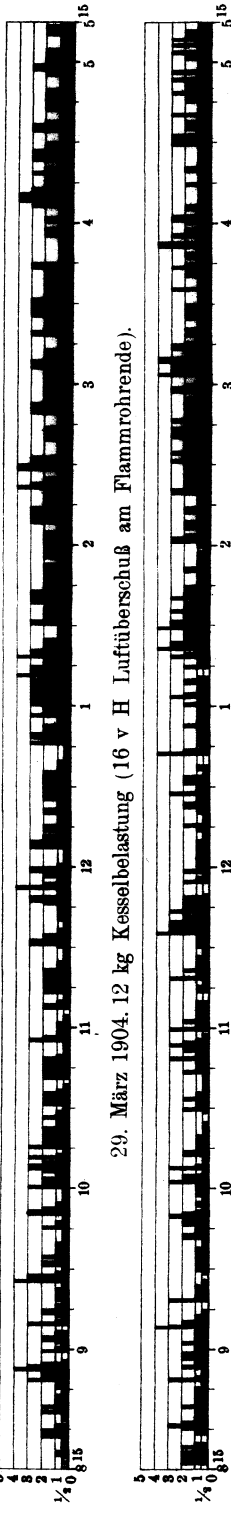
0 = kein Rauch 1/4 = Spur von Rauch 1 = leichter durchsichtiger Rauch 2 = heller grauer Rauch 3 = dunkler grauer Rauch 4 = schwarzer Rauch 5 = starker schwarzer Rauch.

Rauchübersichten Tafel III c.

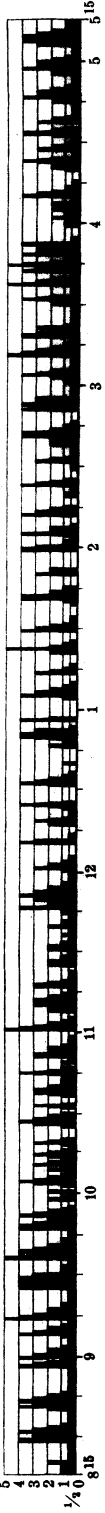
Versuche mit englischer Kohle „New-Pelton - Main“

I. Einfacher Planrost ohne Oberluftzufuhr.

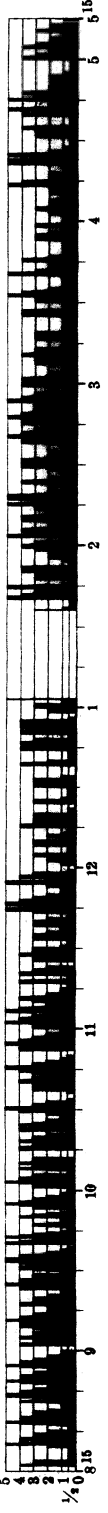
28. März 1904. 12 kg Kesselbelastung (16 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende).



12. März 1904. 18 kg Kesselbelastung (20 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende).



18. März 1904. 24 kg Kesselbelastung (10 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende).



21. März 1904. 30 kg Kesselbelastung (19 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende).



22. März 1904. 30 kg Kesselbelastung (0 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende).



II. Planrost mit Einrichtung von Topf. Oberluftzufuhr von vorn und oben.

16. April 1904. 18 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 25 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende.)



23. April 1904. 24 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 29 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende.)

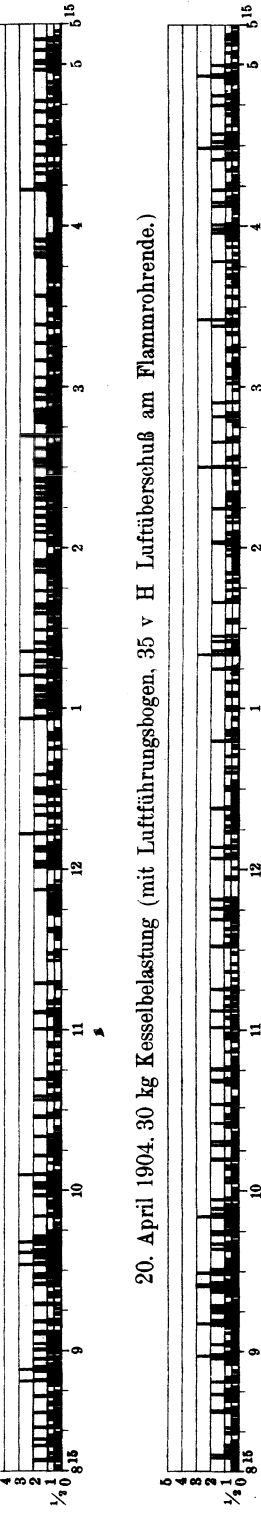


28. April 1904. 24 kg Kesselbelastung (ohne Luftführungsbogen, 22 v. H. Luftüberschuß am Flammrohrende.)



Gruppe 9
(zu Fig. 80)

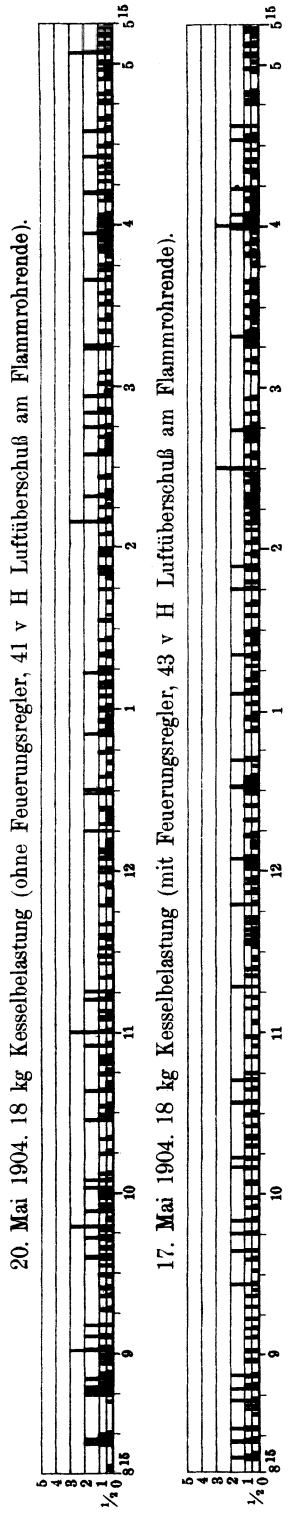
Gruppe 10
(zu Fig. 81)



20. April 1904. 30 kg Kesselbelastung (mit Luftführungsbogen, 35 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

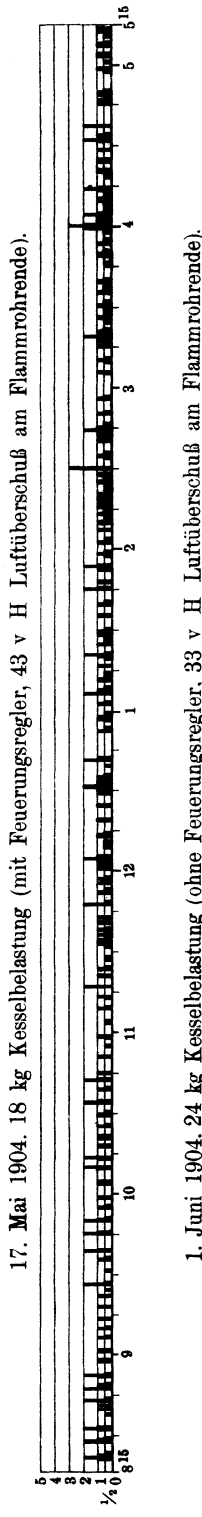
47

III. Planrost mit Einrichtung von Kowitzke. Oberluftzufuhr durch die Feuerbrücke.



20. Mai 1904. 18 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 41 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

48

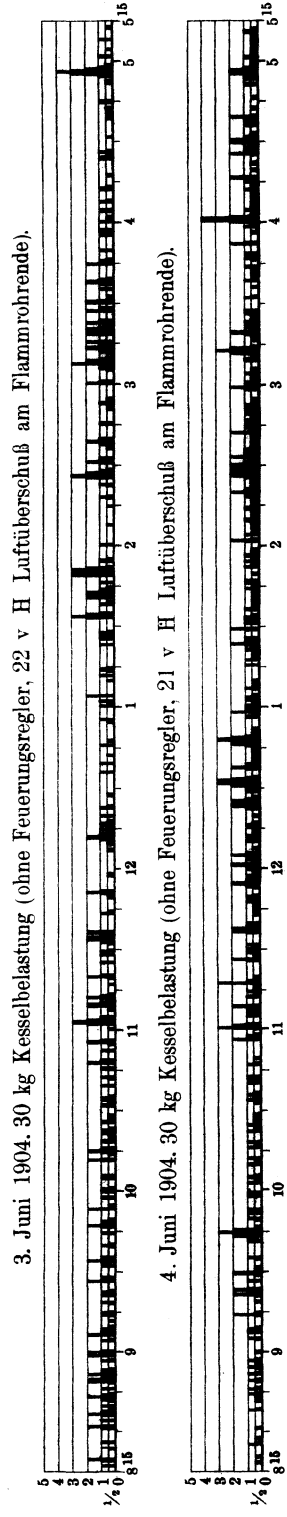


17. Mai 1904. 18 kg Kesselbelastung (mit Feuerungsregler, 43 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

49



1. Juni 1904. 24 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 22 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



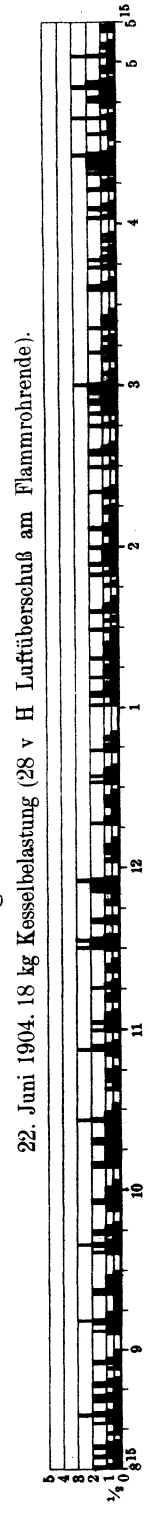
3. Juni 1904. 30 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 21 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

50



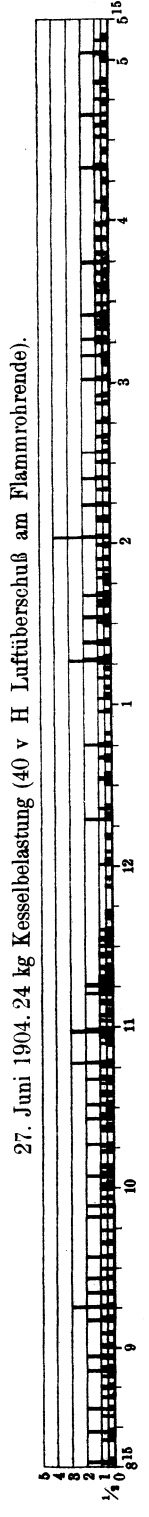
4. Juni 1904. 30 kg Kesselbelastung (ohne Feuerungsregler, 21 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

IV. Planrost mit Einrichtung von Schmidt. Oberluftzufuhr hinter der Feuerbrücke.



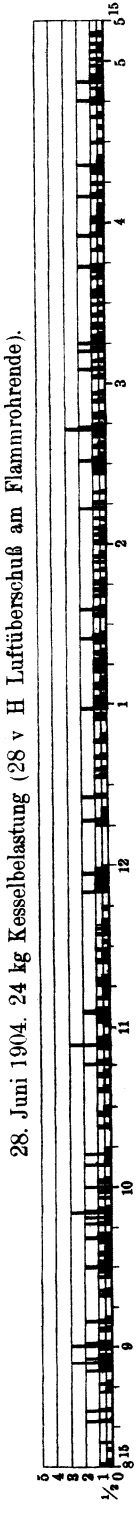
22. Juni 1904. 18 kg Kesselbelastung (28 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

51



27. Juni 1904. 24 kg Kesselbelastung (40 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

52



28. Juni 1904. 24 kg Kesselbelastung (28 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).

Gruppe 11
(zu Fig. 82)

Gruppe 12
(zu Fig. 83)

6. Juli 1904. 28 kg Kesselbelastung (43 v H Luftüberschuß am Flammrohrende).



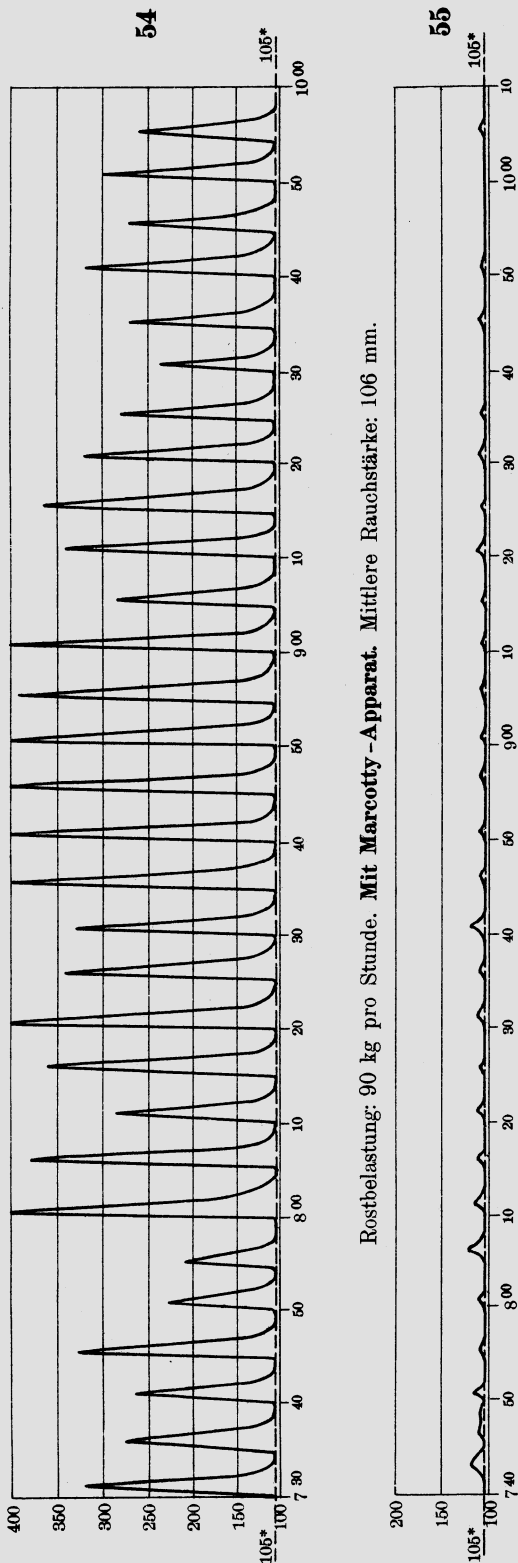
Rauchstärken:

0= kein Rauch 1/2= Spur von Rauch 1= leichter durchsichtiger Rauch 2= heller grauer Rauch 3= dunkler grauer Rauch 4= schwarzer Rauch 5= starker schwarzer Rauch.

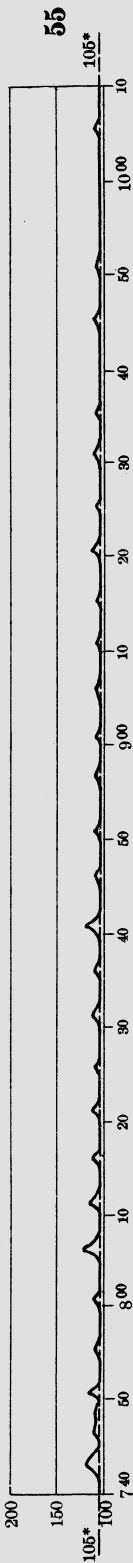
Rauchübersichten Tafel IV.
(Zu Zahlentafel 7)

Zylinderkessel.

Rostbelastung: 90 kg pro Stunde. Ohne Marcotty-Apparat. Mittlere Rauchstärke: 162 mm.

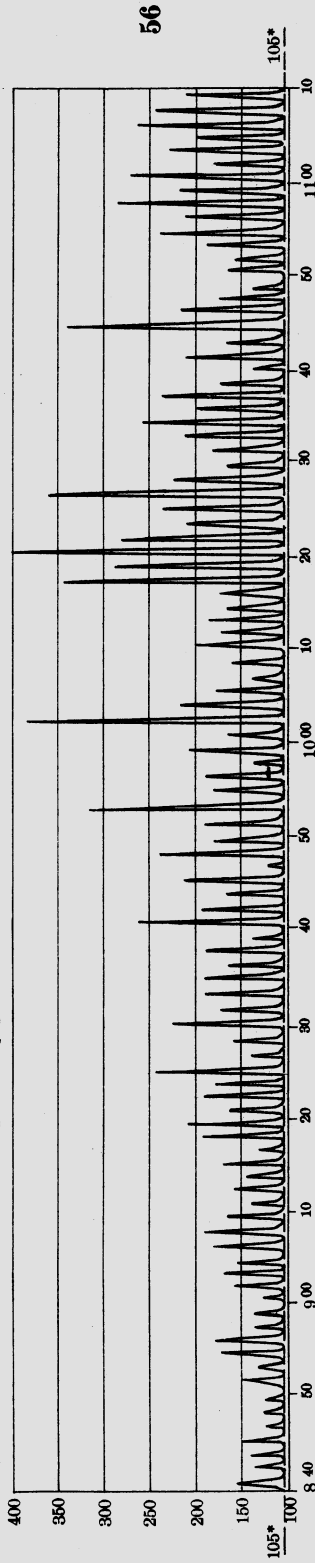


Rostbelastung: 90 kg pro Stunde. Mit Marcotty-Apparat. Mittlere Rauchstärke: 106 mm.

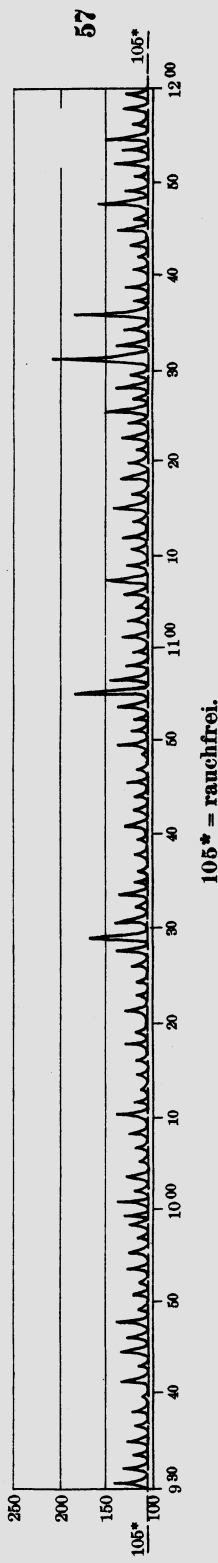


Wasserrohrkessel.

Rostbelastung: 240 kg pro Stunde. Ohne Marcotty-Apparat. Mittlere Rauchstärke: 131 mm.



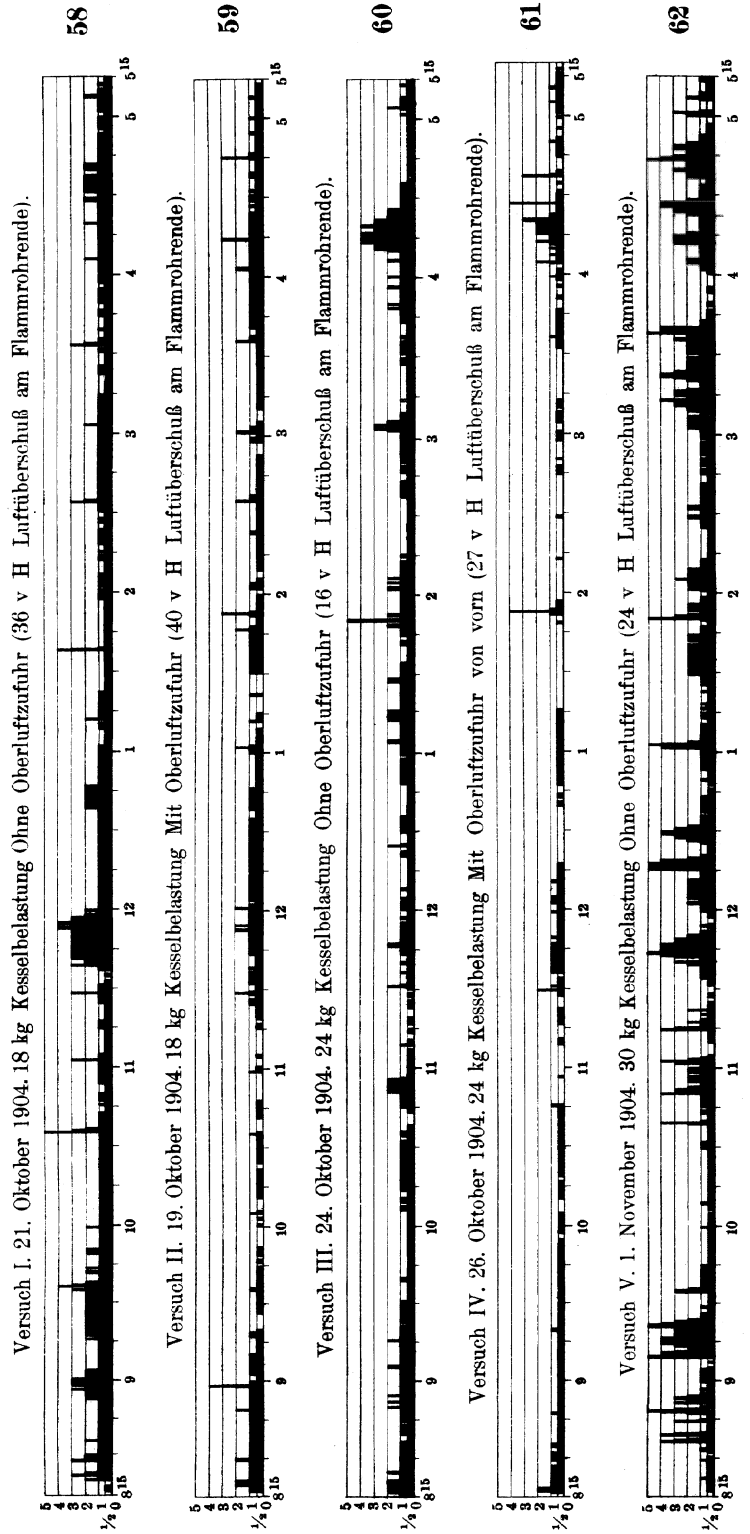
Rostbelastung: 240 kg pro Stunde. Mit Marcotty-Apparat. Mittlere Rauchstärke: 110 mm.

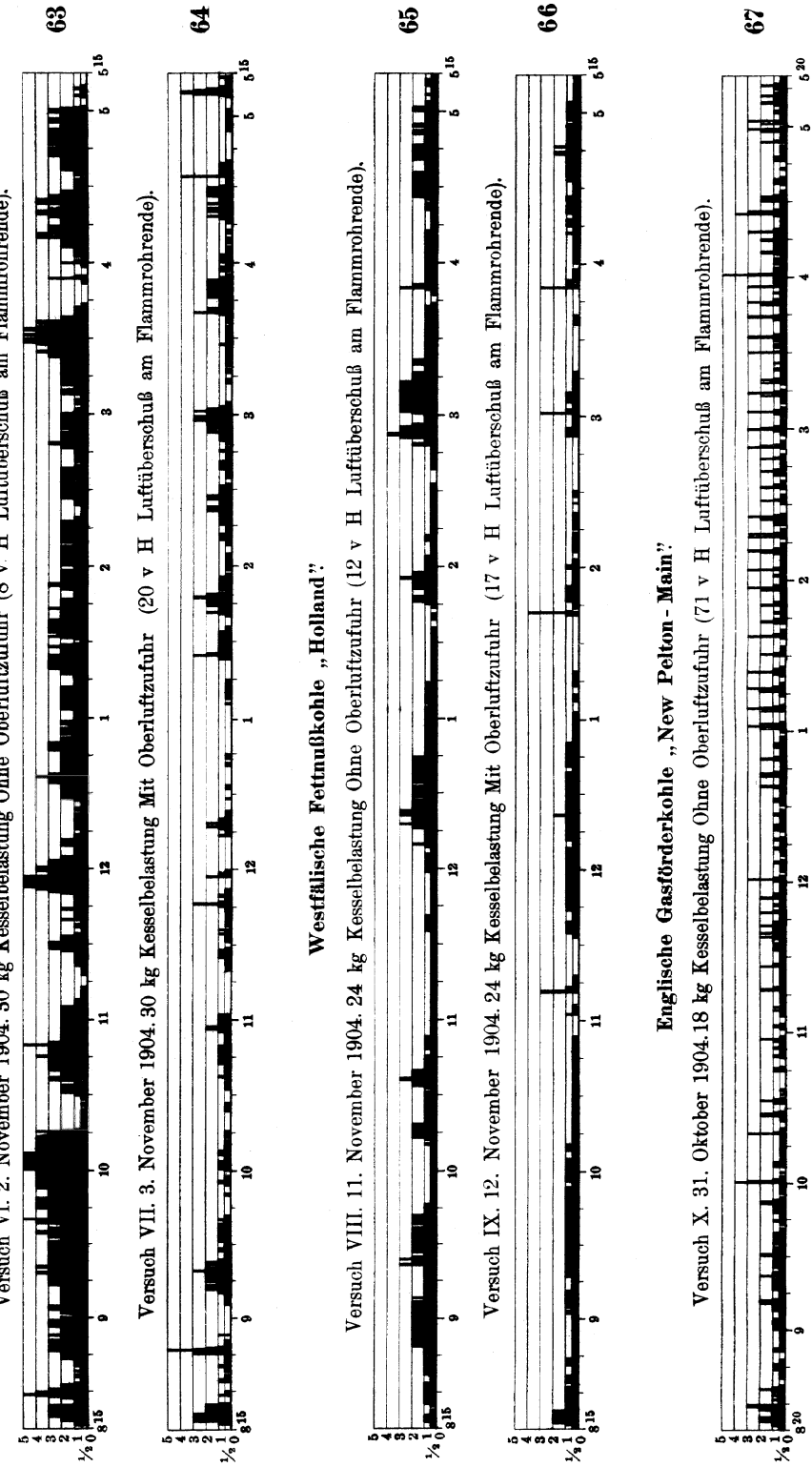


105* = rauchfrei.

Rauchübersichten Tafel V.
(Zu Zahlentafel 17).

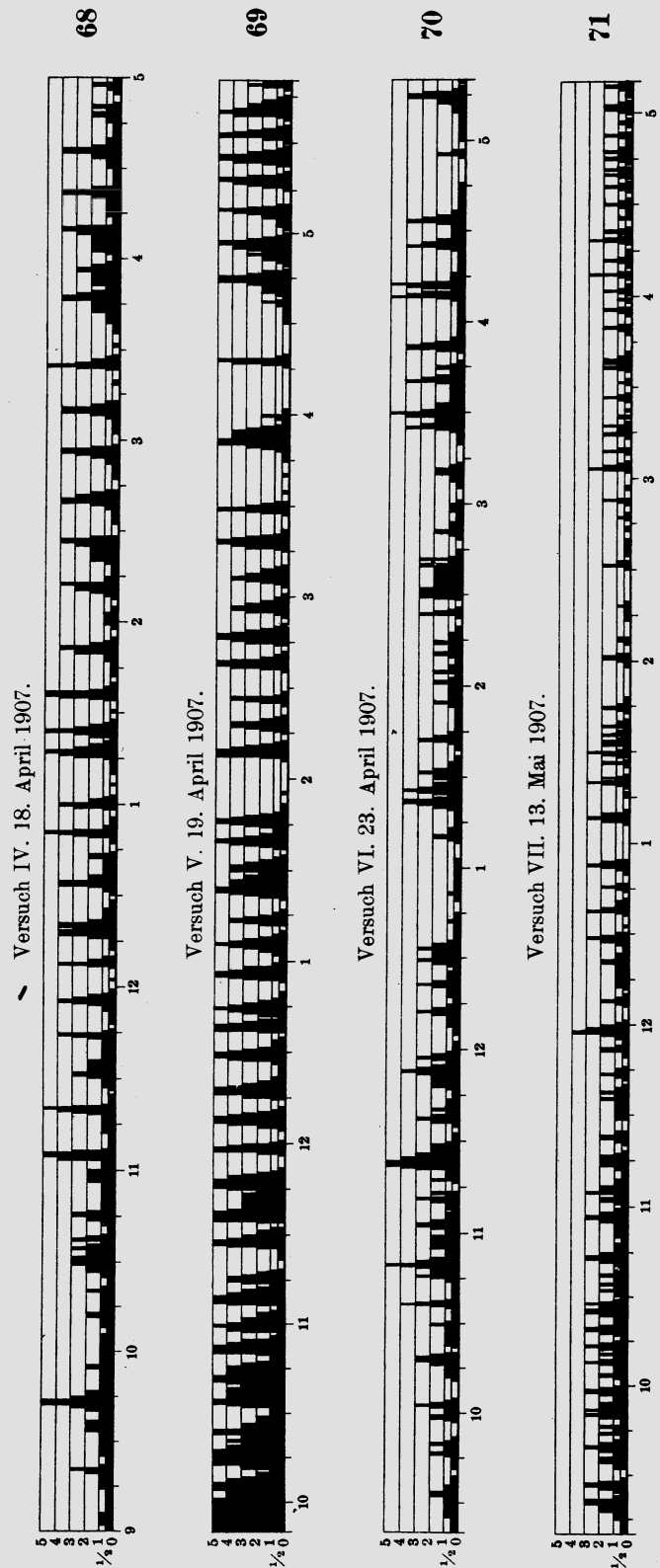
Versuche mit Katapult-Feuerung.
Englische Gasnußkohle „Silksworth“





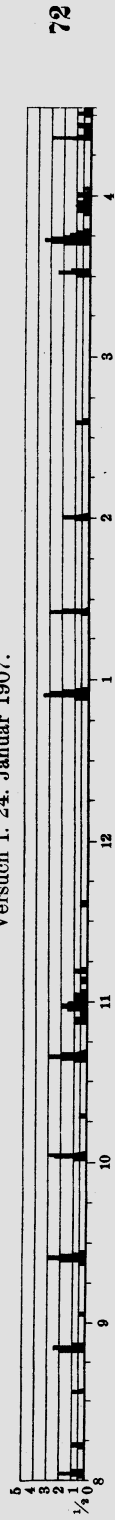
Rauchstärken:
 0 = kein Rauch 1 = Spur von Rauch 2 = heller durchsichtiger Rauch 3 = dunkler grauer Rauch 4 = schwarzer Rauch 5 = starker schwarzer Rauch.

Rauchübersichten Tafel VI.
 (Zu Zahlentafel 19)
 Versuche mit Axer-Feuerung.

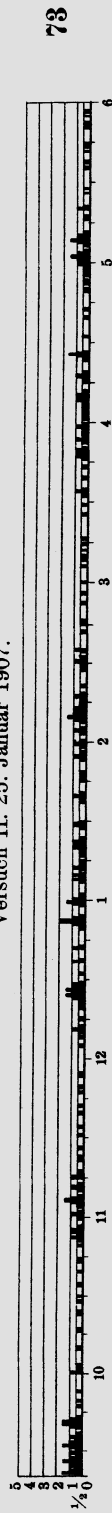


Rauchübersichten Tafel VII.
 (Zu Zahlentafel 20)
Versuche mit Sparfeuerung Düsseldorf.

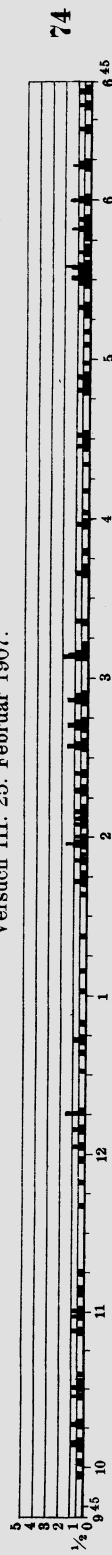
Versuch I. 24. Januar 1907.



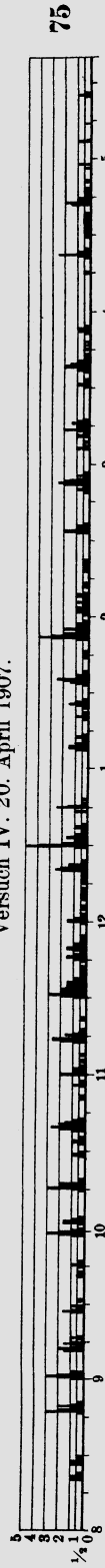
Versuch II. 25. Januar 1907.



Versuch III. 25. Februar 1907.



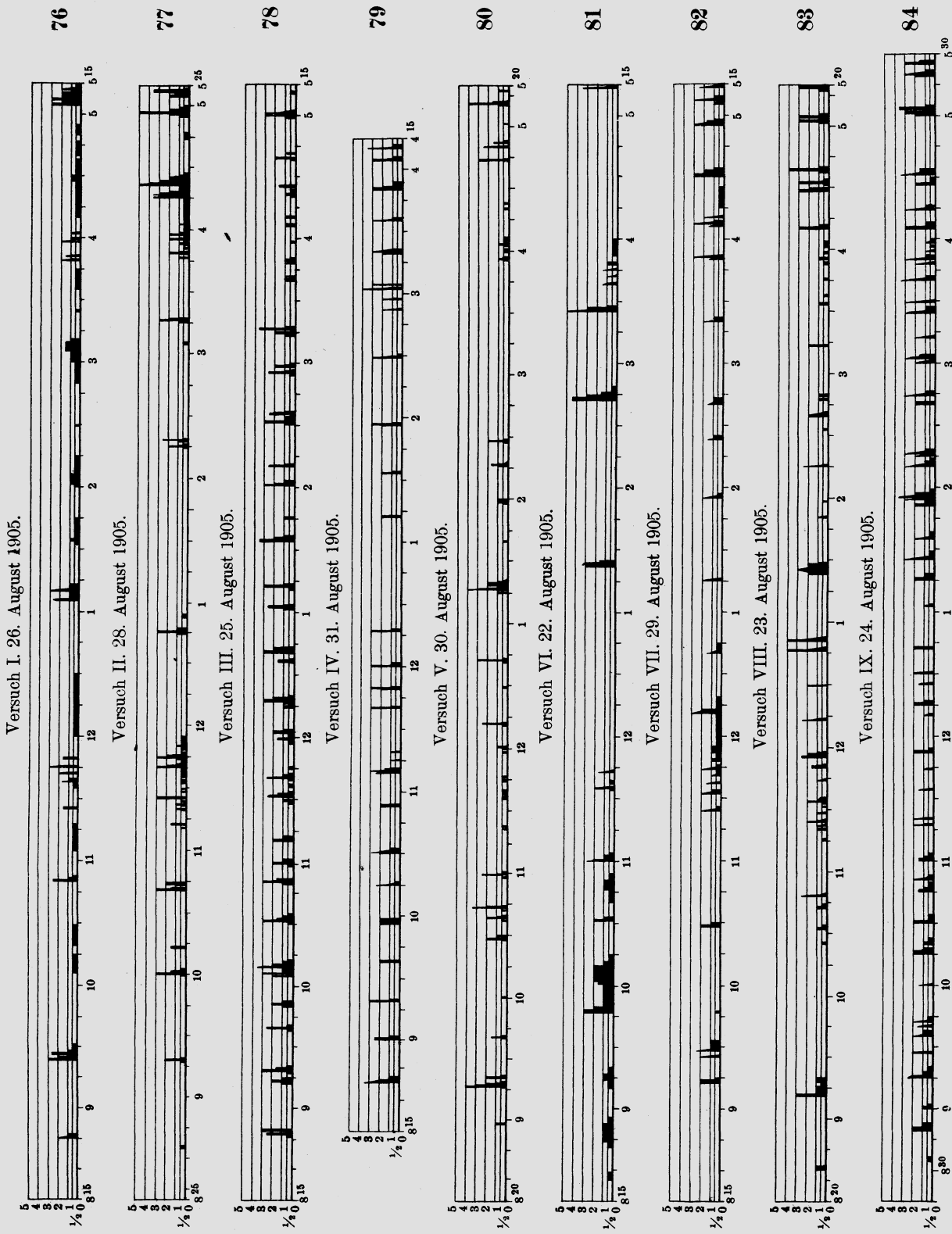
Versuch IV. 20. April 1907.



Rauchstärken:

0 = kein Rauch 1/2 = Spur von Rauch 1 = leichter durchsichtiger Rauch 2 = heller grauer Rauch 3 = dunkler grauer Rauch 4 = schwarzer Rauch 5 = starker schwarzer Rauch.

Rauchübersichten Tafel VIII.
(Zu Zahlentafel 25)
Versuche mit Underfeed Stoker.



Rauchstärken:
0 = kein Rauch 1 = leichter durchsichtiger Rauch 2 = heller grauer Rauch 3 = dunkler grauer Rauch 4 = schwarzer Rauch 5 = starker schwarzer Rauch.

- Feuerungsuntersuchungen** des Vereins für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg, durchgeführt unter der Leitung des Vereinsingenieurs und Berichterstatters F. Haier, Ingenieur in Stuttgart. Mit 30 Zahlentafeln, 85 Textfiguren und 14 lithogr. Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 12,—.
- Formeln und Tabellen der Wärmetechnik.** Zum Gebrauch bei Versuchen in Dampf-, Gas- und Hüttenbetrieben. Von Paul Fuchs, Ingenieur. In Leinwand gebunden Preis M. 2,—.
- Generator-, Kraftgas- und Dampfkesselbetrieb** in bezug auf Wärmeerzeugung und Wärmeverwendung. Eine Darstellung der Vorgänge, der Untersuchungs und Kontrollmethoden bei der Umformung von Brennstoffen für den Generator-, Kraftgas- und Dampfkesselbetrieb. Von Paul Fuchs, Ingenieur. Zweite Auflage von „Die Kontrolle des Dampfkesselbetriebes“. Mit 42 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 5,—.
- Der Dampfkessel-Betrieb.** Allgemeinverständlich dargestellt von E. Schlippe, Königlichem Regierungsrat zu Dresden. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. In Vorbereitung.
- Die Dampfkessel.** Lehr- und Handbuch für Studierende technischer Hochschulen, Schüler höherer Maschinenbauschulen und Techniken sowie für Ingenieure und Techniker. Bearbeitet von Professor F. Tetzner, Oberlehrer an den Kgl. Vereinigten Maschinenbauschulen zu Dortmund. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 162 Textfiguren und 45 lithogr. Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 8,—.
- Hilfsbuch für Wärme- und Kälteschutz.** Von Ingenieur Andersen, beim Amts- und Landgericht Dresden vereidigter Sachverständiger. Mit 3 Textfiguren. Preis M. 3,60, in Leinwand gebunden M. 4,60.
- Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle,** insbesondere zur Kontrolle des Dampfbetriebes. Zugleich ein Leitfaden für die Übungen in den Maschinenlaboratorien technischer Lehranstalten. Von Julius Brand, Ingenieur, Oberlehrer der Kgl. Vereinigten Maschinenbauschulen zu Elberfeld. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 301 Textfiguren, 2 lithogr. Tafeln und zahlreichen Tabellen. In Leinwand gebunden Preis M. 8,—.
- Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen und Dampfkesseln.** Zugleich Hilfsbuch für den Unterricht in Maschinenlaboratorien technischer Schulen. Von Franz Seufert, Ingenieur, Oberlehrer an der Kgl. Höheren Maschinenbauschule zu Stettin. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 40 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 2,—.
- Technische Messungen bei Maschinen-Untersuchungen und im Betriebe.** Zum Gebrauch in Maschinenlaboratorien und in der Praxis. Von Professor Dr.-Ing. Anton Gramberg, Dozent an der Technischen Hochschule Danzig. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 223 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 8,—.
- Heizung und Lüftung von Gebäuden.** Ein Lehrbuch für Architekten, Betriebsleiter und Konstrukteure. Von Professor Dr.-Ing. Anton Gramberg, Dozent an der Königlichen Technischen Hochschule in Danzig-Langfuhr. Mit 236 Figuren im Text und auf 3 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 12,—.
- Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs-Anlagen.** Ein Hand- und Lehrbuch für Ingenieure und Architekten. Von Dr.-Ing. H. Rietschel, Geheimer Regierungs-Rat, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. Vierte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Zwei Bände. Mit 92 Textfiguren, 25 Tabellen und 33 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 24,—.
- Über die Verwertung des Zwischendampfes und des Abdampfes** der Dampfmaschinen zu Heizzwecken. Eine wirtschaftliche Studie von Dr.-Ing. Ludwig Schneider. Mit 85 in den Text gedruckten Figuren und einer Tafel. Preis M. 3,20.
- Ermittlung der billigsten Betriebskraft für Fabriken** unter Berücksichtigung der Heizungskosten sowie der Abdampfverwertung. Von Karl Urbahn, Ingenieur. Zweite Auflage. In Vorbereitung.
- Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf.** Von Dr. R. Mollier, Professor an der Technischen Hochschule zu Dresden. Mit 2 Diagrammtafeln. Preis M. 2,—.
- Technische Wärmemechanik.** Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren aus der Mechanik der Gase und Dämpfe und der mechanischen Wärmetheorie. Von W. Schüle, Ingenieur, Oberlehrer an der Königlichen Höheren Maschinenbauschule zu Breslau. Mit 118 Textfiguren und 4 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

- Kondensation.** Ein Lehr- und Handbuch über Kondensation und alle damit zusammenhängenden Fragen, auch einschließlich der Wasserrückkühlung. Für Studierende des Maschinenbaues, Ingenieure, Leiter größerer Dampfbetriebe, Chemiker und Zuckertechniker. Von F. J. Weiß, Zivilingenieur in Basel. Zweite, ergänzte Auflage. Bearbeitet von E. Wiki, Ingenieur in Luzern. Mit 141 Textfiguren und 10 Tafeln. In Leinwand geb. Preis M. 12,—.
- Die Kondensation der Dampfmaschinen und Dampfturbinen.** Lehrbuch für höhere technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Dipl.-Ing. Karl Schmidt. Mit 116 Textfiguren. Erscheint im Herbst 1910. In Leinwand geb. Preis ca. M. 5,—.
- Die Berechnung der Luftpumpen** für Oberflächenkondensationen unter besonderer Berücksichtigung der Turbinenkondensationen. Von Dr.-Ing. Karl Schmidt, Diplom-Ingenieur. Mit 68 Textfiguren. Preis M. 4,80.
- Verdampfen, Kondensieren und Kühlen.** Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Von E. Hausbrand, Kgl. Baurat. Vierte, vermehrte Auflage. Mit 36 Textfiguren und 74 Tabellen. In Leinwand geb. Preis M. 10,—.
- Entwerfen und Berechnen der Dampfmaschinen.** Ein Lehr- und Handbuch für Studierende und angehende Konstrukteure. Von Heinrich Dubbel, Ingenieur. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit ca. 460 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis ca. M. 10,—.
- Hilfsbuch für Dampfmaschinen-Techniker.** Herausgegeben von Joseph Hrabák, k. und k. Hofrat, emer. Professor an der k. und k. Bergakademie in Příbram. Vierte Auflage. In drei Teilen. Mit Textfiguren. In drei Leinwandbände geb. Preis M. 20,—.
- Die Dampfturbinen.** Mit einem Anhang über die Aussichten der Wärmekraftmaschinen und über die Gasturbine. Von Dr. phil. Dr.-Ing. A. Stodola, Professor am Eidgenöss. Polytechnikum in Zürich. Vierte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 856 Textfiguren und 9 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 30,—.
- Die Gasmachine.** Ihre Entwicklung, ihre heutige Bauart und ihr Kreisprozeß. Von R. Schöttler, Geh. Hofrat, o. Professor an der Herzogl. Technischen Hochschule zu Braunschweig. Fünfte, umgearbeitete Auflage. Mit 622 Figuren im Text und auf 12 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 20,—.
- Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren.** Handbuch für Konstrukteure und Erbauer von Gas- und Ölkraftmaschinen. Von Hugo Güldner, Oberingenieur, Direktor der Güldner-Motoren-Gesellschaft. Dritte, bedeutend erweiterte Auflage in Vorbereitung.
- Die Steuerungen der Dampfmaschinen.** Von Carl Leist, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. Zweite, sehr vermehrte und umgearbeitete Auflage, zugleich als fünfte Auflage des Werkes von E. Blaha. Mit 553 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 20,—.
- Die Regelung der Kraftmaschinen.** Berechnung und Konstruktion der Schwungräder, des Massenausgleichs und der Kraftmaschinenregler in elementarer Behandlung. Von Professor Max Tolle, Privatdozent an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 463 Textfiguren und 19 Tafeln. In Leinwand gebund. Preis M. 26,—.
- Die Entropietafel für Luft** und ihre Verwendung zur Berechnung der Kolben- und Turbo-Kompressoren. Von Prof. P. Ostertag in Winterthur. Mit 11 Textfiguren und 2 lithogr. Tafeln. Preis M. 2,80.
- Die Gebläse.** Bau und Berechnung der Maschinen zur Bewegung, Verdichtung und Verdünnung der Luft. Von Albrecht von Jhering, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Patentamtes, Dozent an der Universität zu Berlin. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 522 Textfiguren und 11 Tafeln. In Leinwand geb. Preis M. 20,—.
- Technische Schwingungslehre.** Einführung in die Untersuchung der für den Ingenieur wichtigsten periodischen Vorgänge aus der Mechanik starrer, elastischer, flüssiger und gasförmiger Körper sowie aus der Elektrizitätslehre. Von Dr. Wilhelm Hort, Dipl.-Ing. Mit 87 Textfiguren. Preis M. 5,60; in Leinwand gebunden M. 6,40.
- Berechnen und Entwerfen der Schiffskessel.** Unter besonderer Berücksichtigung der Feuerrohr-Schiffskessel. Ein Lehr- und Handbuch für Studierende, Konstrukteure, Überwachungsbeamte, Schiffingenieure und Seemaschinisten. In Gemeinschaft mit Dipl.-Ing. Hugo Buchholz, Geschäftsführer des Verbandes technischer Schiffsoffiziere, herausgegeben von Prof. Hans Dieckhoff, Technischer Direktor der Woermann-Linie und der Deutschen Ost-Afrika-Linie, vordem etatsmäßiger Professor an der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 96 Textabbildungen und 18 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 12,—.

- Die Hebezeuge.** Theorie und Kritik ausgeführter Konstruktionen mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Anlagen. Ein Handbuch für Ingenieure, Techniker und Studierende. Von Ad. Ernst, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Stuttgart. Vierte, neubearbeitete Auflage. Drei Bände. Mit 1486 Textfiguren und 97 lithogr. Tafeln. In drei Leinwandbände gebunden Preis M. 60,—.
- Hebemaschinen.** Eine Sammlung von Zeichnungen ausgeführter Konstruktionen mit besonderer Berücksichtigung der Hebemaschinen-Elemente. Von Ingenieur C. Bessel, Oberlehrer an der Kgl. Höh. Maschinenbauschule Altona. 6 Seiten Text und 34 Blatt Zeichnungen. In Leinwand gebunden Preis M. 6,—.
- Die Förderung von Massengütern.** Von Georg v. Hanffstengel, Leipzig, Dipl.-Ing., Privatdozent an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin.
I. Band: Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer. Mit 414 Textfiguren. Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 7,80.
II. Band: Förderer für Einzellasten. Mit 445 Textfig. Preis M. 8,—; in Leinw. geb. M. 8,80.
- Die Luftseilbahnen.** Ihre Konstruktion und Verwendung. Von P. Stephan. Mit 194 Textfiguren und 4 lithographierten Tafeln. Preis M. 7,—.
- Elastizität und Festigkeit.** Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage. Von Dr.-Ing. C. Bach, Kgl. Württ. Baudirektor, Prof. des Maschinen-Ingenieurwesens an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. Sechste vermehrte Aufl. In Vorbereitung.
- Elementar-Mechanik für Maschinen-Techniker.** Von Dip.-Ing. R. Vogdt, Oberlehrer an der Maschinenbauschule in Essen (Ruhr). Mit ca. 160 Textfig. Erscheint im Herbst 1910.
- Aufgaben aus der Technischen Mechanik.** Von Professor F. Wittenbauer.
I. Allgemeiner Teil. 770 Aufgaben nebst Lösungen. Mit zahlreichen Textfiguren. Preis M. 5,—; in Leinwand gebunden M. 5,80.
II. Teil: Festigkeitslehre. 545 Aufgaben nebst Lösungen. Mit 457 Textfiguren. Preis M. 6,—; in Leinwand gebunden M. 6,80.
III. Teil: Flüssigkeiten und Gase. Erscheint im Herbst 1910.
- Festigkeitslehre** nebst Aufgaben aus dem Maschinenbau und der Baukonstruktion. Ein Lehrbuch für Maschinenbauschulen und andere technische Lehranstalten sowie zum Selbstunterricht und für die Praxis. Von Ernst Wehnert, Ingenieur und Lehrer an der Städt. Gewerbe- und Maschinenbauschule in Leipzig.
I. Band: Einführung in die Festigkeitslehre. Mit 247 Abb. 2. Aufl. In Leinw. geb. ca. M. 6,—.
II. Band: Zusammengesetzte Festigkeitslehre. Mit 142 Textfig. In Leinw. geb. M. 7,—.
- Die Pumpen.** Berechnung und Ausführung der für die Förderung von Flüssigkeiten gebräuchlichen Maschinen. Von Konr. Hartmann und J. O. Knoke. Dritte, neubearbeitete Auflage von H. Berg, Professor an der Königl. Technischen Hochschule zu Stuttgart. Mit 704 Textfiguren und 14 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 18,—.
- Die Zentrifugalpumpen** mit besonderer Berücksichtigung der Schaufelschnitte. Von Dipl.-Ing. Fritz Neumann. Mit 135 Textfig. und 7 lithogr. Tafeln. In Leinw. geb. Preis M. 8,—.
- Die Theorie der Wasserturbinen.** Ein kurzes Lehrbuch von Rudolf Escher, Professor am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. Mit 242 Textfig. In Leinw. geb. Preis M. 8,—.
- Wasserkraftmaschinen.** Ein Leitfaden zur Einführung in Bau und Berechnung moderner Wasserkraft-Maschinen und -Anlagen. Von Dipl.-Ing. L. Quantz, Oberlehrer an der Kgl. Höheren Maschinenbauschule zu Stettin. Mit 130 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 3,60.
- Die Turbinen für Wasserkraftbetrieb.** Ihre Theorie und Konstruktion. Von A. Pfarr, Geh. Baurat, Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der Großherzogl. Techn. Hochschule zu Darmstadt. Zweite Auflage. In Vorbereitung.
- Turbinen und Turbinenanlagen.** Von Viktor Gelpke, Ingenieur. Mit 52 Textfiguren und 31 lithogr. Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 15,—.
- Neuere Turbinenanlagen.** Auf Veranlassung von Professor E. Reichel, und unter Benutzung seines Berichtes „Der Turbinenbau auf der Weltausstellung in Paris 1900“ bearbeitet von Wilhelm Wagenbach, Konstruktionsingenieur an der Kgl. Techn. Hochschule Berlin. Mit 48 Textfiguren und 54 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 15,—.

Die Werkzeugmaschinen. Von Hermann Fischer, Geh. Regierungsrat und Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in Hannover.

I. Die Metallbearbeitungsmaschinen. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 1545 Textfiguren und 50 lithogr. Tafeln. In zwei Leinwandbände geb. Preis M. 45,—.

II. Die Holzbearbeitungsmaschinen. Mit 421 Textfig. In Leinwand geb. Preis M. 15,—.

Die Werkzeugmaschinen und ihre Konstruktionselemente. Ein Lehrbuch zur Einführung in den Werkzeugmaschinenbau. Von Fr. W. Hülle Ingenieur, Oberlehrer an der Kgl. Höheren Maschinenbauschule in Stettin. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 590 Textfiguren und 2 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

Die Schleifmaschine in der Metallbearbeitung. Von H. Darbyshire. Autorisierte deutsche Bearbeitung von G. L. S. Kronfeld. Mit 77 Textfiguren. In Leinw. geb. Preis M. 6,—.

Über Sandgebläse. Von Hermann P. A. Knacke. Mit 108 Abbild. im Text. (Sonderabdruck aus „Werkstattstechnik“ 1909, Heft 10 u. 12, 1910, Heft 2, 4 u. 6.) Preis M. 2,40.

Moderne Arbeitsmethoden im Maschinenbau. Von John T. Usher. Autorisierte deutsche Bearbeitung von A. Elfes, Ingenieur. Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 315 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 6,—.

Der Fabrikbetrieb. Praktische Anleitung zur Anlage und Verwaltung von Maschinenfabriken und ähnlichen Betrieben sowie zur Kalkulation und Lohnverrechnung. Von Albert Ballewski. Zweite, verbesserte Auflage. Preis M. 5,—; in Leinwand geb. M. 6,—.

Die Betriebsleitung insbesondere der Werkstätten. Autorisierte deutsche Ausgabe der Schrift: „Shop management“ von Fred. W. Taylor, Philadelphia. Von A. Wallich, Professor an der Techn. Hochschule zu Aachen. Mit 6 Fig. u. 2 Zahlentafeln. In Leinw. geb. Preis M. 5,—.

Fabrikorganisation, Fabrikbuchführung und Selbstkostenberechnung der Firma Ludw. Loewe & Co., Aktiengesellschaft, Berlin. Mit Genehmigung der Direktion zusammengestellt und erläutert von J. Lilienthal. Mit einem Vorwort von Dr.-Ing. G. Schlesinger. Professor an der Techn. Hochschule Berlin. In Leinw. geb. Preis M. 10,—.

Selbstkostenberechnung für Maschinenfabriken. Im Auftrage des Vereines Deutscher Maschinenbau-Anstalten bearbeitet von J. Bruinier. Preis M. 1,—.

Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe. Von C. M. Lewin, Dipl.-Ing. In Leinwand gebunden Preis M. 5,—.

Die Wertminderungen an Betriebsanlagen in wirtschaftlicher, rechtlicher und rechnerischer Beziehung (Bewertung, Abschreibung, Tilgung, Heimfallast, Ersatz und Unterhaltung) von Emil Schiff. Preis M. 4,—; in Leinwand gebunden M. 4,80.

Die Inventur im Fabrikbetriebe. Von Ingenieur Werner Grull. Mit zahlreichen Formularen im Text. Erscheint im Herbst 1910. Preis ca. M. 6,—; in Leinw. geb. ca. M. 7,—.

Hilfsbuch für den Maschinenbau. Für Maschinentechniker sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. Von Fr. Freytag, Professor, Lehrer an den technischen Staatslehranstalten zu Chemnitz. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 1041 Textfiguren und 10 Tafeln. In Leinw. geb. Preis M. 10,—; in Leder geb. M. 12,—.

Hilfsbuch für die Elektrotechnik, unter Mitwirkung einer Anzahl Fachgenossen bearbeitet und herausgegeben von Dr. K. Strecker, Geh. Postrat und Professor. Siebente, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 675 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 14,—.

Johows Hilfsbuch für den Schiffbau. Dritte, neubearbeitete und ergänzte Aufl., herausgegeben von Eduard Krieger, Geheimer Marine-Baurat. Mit 450 Textfiguren, 13 Tafeln und einer Schiffsliste. In Leinwand gebunden Preis M. 24,—.

Handbuch der elektrischen Beleuchtung. Von Jos. Herzog (Budapest) und C. P. Feldmann (Delft). Dritte, vollst. umgearb. Auflage. Mit 707 Textfig. Gebunden M. 20,—.