

7. Teil

Kokskühlung
Koksaufbereitung

Von

Dr.-Ing. Fritz Wehrmann

Duisburg

A. Einleitung. Das Beiprodukt Koks; Anforderungen an die Koksbeschaffenheit und Koksaufbereitung.

Der Koks hat im Entwicklungsgange der Gaswerke vom ursprünglich lästigen bzw. als unvermeidbar hingenommenen Nebenerzeugnis eine immer ausgeprägtere Bedeutung gewonnen, nicht nur als für viele Zwecke besonders geeigneter Brennstoff, sondern vor allem auch als wichtiger und oft entscheidender Faktor in der Wirtschaftlichkeits- und Selbstkosten-Berechnung der Gaswerke. Er kann heute nicht mehr als Nebenprodukt bezeichnet werden, sondern er stellt ebenfalls ein Hauptprodukt dar, und seine Erzeugung und Behandlung ist im allgemeinen in ähnlicher Weise in den Vordergrund getreten und jetzt der Gaserzeugung gleichbewertet, wie in den Kokereien die früher nebenbeachtete Gaserzeugung in gleiche Bewertung mit der Kokserzeugung aufgerückt ist.

Der höheren Bedeutung des Kokes entsprechen die gesteigerten Bemühungen um verbesserte Erzeugung, Behandlung und Aufbereitung.

Hinsichtlich der für die Koksbildung und Verbrennlichkeit maßgebenden Einflüsse (Kohlen-Auswahl und Mischung, Ofenbauart, Entgasungstemperaturen u. dgl.) kann auf die einleitenden Ausführungen (Bd. I, Einl., 1, 2) verwiesen werden.

Die Anforderungen, die an den Verkaufskoks gestellt werden, sind: Wassergehalt in angemessenen Grenzen; Korngrößen-Begrenzung entsprechend der Handelsbezeichnung der Sortierung; möglichst geringer Gehalt an Unterkorn (Zerfall und anhängender Grus); möglichste Lager- und Transport-Beständigkeit.

Die Auswirkung dieser Anforderungen ist naturgemäß örtlich verschieden; bei günstiger Absatzlage pflegen die Anforderungen weniger hoch zu liegen; harter Koks erfordert weniger weitgehende Einrichtungen als weicher Koks. Grundsätzlich soll aber der Gaswerkbetrieb nicht erst Absatzschwierigkeiten abwarten, sondern von vornherein oder bei jeder sich ergebenden Änderungsmöglichkeit die Vorkehrungen treffen, die die Abgabe des wichtigen Beiproduktes Koks in bester Form sichern.

B. Koksbehandlung ab Ofen bis Aufbereitung.

1. Durch Betriebsverhältnisse bedingte Voraussetzungen.

Die Koksbehandlung ist zunächst stark beeinflusst durch die Werksgröße. Weitgehende Mechanisierung kann bei einer gewissen Kleinheit

des Betriebes unwirtschaftlich werden und dann ein weitgehender Handbetrieb mit Kokskarre und Koksgabel die wirtschaftlichste Form sein. Aber je größer die Kammereinheit und damit die jeweils zu fördernde Koksmenge ist, besonders bei aus Lohngründen zusammengedrückten Chargen, desto mehr ist die Mechanisierung notwendig und wirtschaftlich einzurichten. Behr¹⁾ bezeichnet Gaswerke von 1,5 Mill. m³/J. an als geeignet für elektrisch betriebene Koksauflbereitung.

Weiter ist der Kokstransport vom Ofen zur Aufbereitung von der Ofenbauart abhängig. Seine Ausbildung am Horizontal-, Schräg- und Vertikal-Ofen ist bereits in den vorangegangenen Abschnitten bei den betreffenden Ofensystemen eingehend geschildert, so daß auf diese verwiesen wird. Nur hinsichtlich der Kokslöschung ist kurz zurückzugreifen.

Beim Löschvorgang, wie auch bei der späteren Behandlung der Koksauflbereitung, ist besonders auf die Arbeiten hinzuweisen, die bei dem vom DVGW in Erkenntnis der Wichtigkeit dieser Betriebsfragen 1922 erlassenen Preisausschreiben über Koksbehandlung²⁾ mit Preisen ausgezeichnet wurden^{3) 4) 5)}. In diesen sind die damaligen und im wesentlichen auch jetzt noch geltenden Erfahrungsgrundsätze umfassend zusammengestellt.

2. Kokslöschung.

a) Grundsätze der Kokslöschung.

Wenn ein erstarrter Schmelzfluß, wie ihn der Koks darstellt, im glühenden Zustande einer Abschreckung unterzogen wird, so ist die Ausbildung starker Gefügespannungen unvermeidlich. Hinzu kommen treibende Kräfte im Inneren des Koksstückes, da dieses infolge seiner Porosität nicht nur mit Gasen beladen ist, sondern noch zusätzlich Gasbildung erfolgt, solange die Temperatur im Kern noch eine Umsetzung der von außen eindringenden Wasserdämpfe gestattet. Auf dieser Voraussetzung beruhen die immer wieder betonten Forderungen nach schonender Kokslöschung und Behandlung.

Nicht nur beim Löschen ist eine gewisse Schonung nötig, sondern auch in der weiteren Behandlung ist sie besonders erwünscht, solange der Koks noch nicht durch Abdampfen und langsame Durchkühlung, etwa auf Lufttemperatur, diese Spannungen und inneren Drücke hat ausgleichen und abklingen lassen können. Deshalb gibt ein im heißen Zustande auf dem Schüttelsieb herumgeworfener Koks mehr Zerfall als ein kalt sortierter. Ferner ist der Koks mit zunehmendem Wassergehalt transportempfindlicher, deshalb soll der Koks nur soweit gelöscht wer-

¹⁾ Gas- u. Wasserfach 71 (1928), S. 158.

²⁾ DVGW, Gas- u. Wasserfach 65 (1922), S. 161.

³⁾ Binder, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 313.

⁴⁾ Buchholz, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 409.

⁵⁾ Rodde, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 521.

den, daß der heiße Kern der großen Stücke das überschüssige Wasser noch nachverdampfen kann¹⁾).

b) Arten der Kokslöschung.

Der vorgenannten Forderung, den Koks bis zur vollendeten Abkühlung schonend zu behandeln, entspricht der Koks-Rampen-Betrieb, wie er bei den Horizontaklammeröfen allgemein üblich und auch bei Vertikalöfen in Stettin versucht worden ist. Im übrigen aber überwogen im Gaswerkbetrieb Einrichtungen, die den Koks in seinem empfindlichsten Zustand weniger schonen, und erst in neuerer Zeit entwickeln sich Abänderungen und NeufORMen, die, nicht nur in Großwerken, die alten Fehler vermeiden.

Am schädlichsten ist die früher oft bevorzugte Form der Tauchlöschung, die den Koks durch Ersäufen teilweise explosionsartig zersprengt. Obwohl dieses Verfahren sogar patentiert wurde²⁾, wurde es doch von Fachleuten wegen seiner Nachteile wiederholt abgelehnt^{1) 3)} und auf die Notwendigkeit einer Ablöschung in möglichst dünner Schicht hingewiesen.

Die Rinnen-Transporte brachten den Koks zwar in dünner Lage zum Löschen, schadeten aber durch den Heißtransport und die mechanischen Einflüsse sehr. Deshalb wurde dieser jetzt überholte, aber in kleinen und mittleren Einheiten noch gebrauchte Löschransport sehr verschieden ausgebildet.

Die Brouwer-Rinne schleppte den Koks mit einer Mitnehmerkette durch einen gußverkleideten Rinnentrog unter Löschransen entlang; besonders bei aufsteigender Anordnung der Rinne wurde der Koks stark zerkleinert⁴⁾. Die Eitle-Rinne ging deshalb zu einem unterteilten, kettenartig zusammengesetzten Stahlgußtrog über, der in einem Blech-Rinnentrog läuft, daher die mechanische Kokszerkleinerung mindert; ebenso die Bamag-Marshall-Rinne⁴⁾, die kettenartig zusammenhängende Eisenkörbe benutzt und durch deren Böden zugleich eine Bodenlöschung ohne Gefahr des Ersäuens ermöglicht. — Die Rinnen-transporte sind, abgesehen von der Kokszerstörung, wegen der mit Zunahme der Kammergrößen gestiegenen Beanspruchung und Bruchgefahr stark zurückgetreten. Ein weiterer Nachteil war die Schädigung der Öfen und Ofenarmaturen durch die Löschransdämpfe. Diese Schädengefahr besteht auch bei dem Löschturm-Wagen der Schrägkammeröfen, weshalb Müller⁵⁾ diesen Wagen in Leipzig als Überleitungsbunker umbildete und den Koks in einem Muldenwagen einem Löschturm zuführte.

¹⁾ Rodde, Gas- u. Wasserfach **66** (1923), S. 521.

²⁾ Schöndeling, DRP. 348331.

³⁾ Schumacher, E., Gas- u. Wasserfach **72** (1929), S. 97.

⁴⁾ Strache, H., Gasbeleuchtung u. Gasind., 1. Aufl., Braunschweig 1913.

⁵⁾ Gas- u. Wasserfach **70** (1927), S. 677.

Der je nach Betriebsverhältnissen möglichst flach ausgebildete, zum Löschturnm verfahrbare Koksentleerungswagen ist jedenfalls das neuzeitlichste, bewährte und jedem Ofensystem anzupassende Fördermittel.

Der Löschvorgang soll, wie erwähnt, zu plötzliche Abschreckung vermeiden. Es wird deshalb mit gleichmäßig und fein unterteilten Brausen gelöscht und möglichst noch der entwickelte Dampf als Löschmittel verwendet, meist im seitlich und unten fast geschlossenen Kübel, in dem der Dampf vom Wasser zum Teil nach unten gezwungen wird¹⁾ oder auch durch Wasserzutritt von unten²⁾, so daß der aufsteigende Dampf durch den Koks steigt.

Die Dampfwirkung kann verstärkt werden durch Schließen des Löschturmes nach Einfahren des Wagens und geeignetes Einschnüren des Dampfabzuges zum Schlot, so daß in der Löschkammer ein geringer Überdruck herrscht. Worbs berichtet über dieses Verfahren³⁾, daß Löschwasser gespart, weniger Grus gebildet und trockener Koks erhalten wird. Diese Arbeitsweise stellt einen Übergang zu den Kokskühl-Verfahren (s. später) dar.

Der Löschturnm wird zweckmäßig mit Hartklinkern ausgemauert⁴⁾, da Putz und Eisenbeton zu sehr unter den Löschdämpfen leiden. Auch Holzauskleidung, die sich mit Wasser vollsaugt, hat sich bewährt³⁾.

Die je Koksladung gebrauchte Wassermenge wird in einem mit Schwimmer und Skala versehenem Zwischenbehälter dem Löschturnm zugemessen. Bei geeigneter, nicht zu hoher Koksschicht genügen 0,5 bis 0,6 t Wasser je t Koks²⁾, um einen Grobkoks mit unter 5% Wassergehalt zu erhalten.

Verschmutztes Löschwasser kann den Koks äußerlich unansehnlich machen. Eine Wägung des anfallenden Kokses ist im allgemeinen nicht üblich, aber vereinzelt ausgeführt worden⁴⁾.

In England und Amerika ist die Kokslöschung und Behandlung ähnliche Wege gegangen, wie vorstehend beschrieben wurde⁵⁾.

3. Kokskühlung.

a) Grundlagen der Kokskühlung.

Die erwähnten unangenehmen Begleiterscheinungen der Naßlöschung, die zu den verschiedenen Abarten ihrer Handhabung führten, vor allem aber die selbst dem Laien auffallende Tatsache, daß bei der Naßlöschung gewaltige Wärmemengen nutzlos vernichtet werden, führten immer wieder zu Versuchen, dieses Problem auf eine wirtschaftlichere

¹⁾ Buchholz, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 409.

²⁾ Rodde, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 521.

³⁾ Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 869.

⁴⁾ Müller, Gas- u. Wasserfach 70 (1927), S. 677.

⁵⁾ Ellwood, Colliery Guardian 1926, S. 19; Iron and Coale Trad. Rev. 1926

und für das Erzeugnis Koks günstigere Art zu lösen. Die Veröffentlichungen hierüber bringen meist utopistische Berechnungen der gesamten, in Deutschland oder in der Welt aus dem Koks gewinnbaren Wärmemengen. Daß selbst diese gewaltigen Zahlen nicht zu einer schnelleren oder breiteren Entwicklung der Kokskühlung an Stelle der Kokslöschung geführt haben, ist ein Beweis für gewisse, der technischen oder wirtschaftlichen Durchführung vielerorts entgegenstehende Schwierigkeiten, auf die im folgenden noch zurückzukommen ist.

Andererseits ist nicht zu verkennen, daß auch manche innere Ablehnung diesem an sich durchaus richtigen Gedanken entgegenstand,

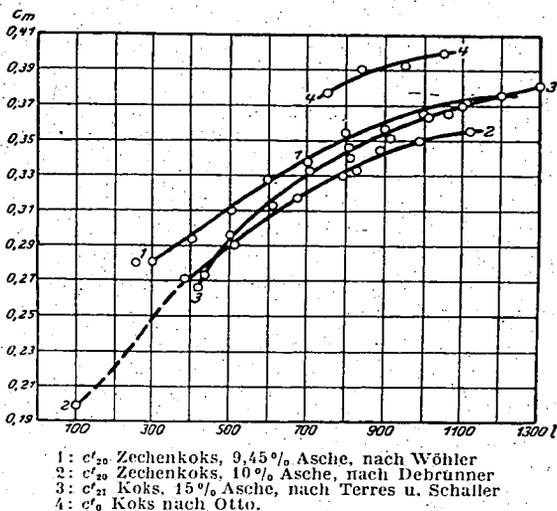


Abb. 1. Mittlere spezifische Wärme verschiedener Kokse.

daß z. B. in vergangener Zeit viele Werke kein Interesse hatten, ihren Koksanfall durch Verringerung des Wasserballastes gewichtsmäßig zu vermindern. Erst seit sich in den letzten Jahren das Bemühen um Gütesteigerung des Kokses allgemeiner durchgesetzt hat, bieten sich der Kokskühlung wieder bessere Aussichten.

Der Wärmeinhalt des glühenden Kokses ergibt sich aus seiner Temperatur und der spezifischen Wärme. Der Einfluß des Aschegehaltes auf diese, den Terres und Schaller untersuchten¹⁾, ist in den praktischen Grenzen nicht von entscheidender Bedeutung. Abb. 1 gibt eine Übersicht über die von den verschiedenen Forschern gefundenen, mittleren spezifischen Wärmen. Die Werte nach Otto kommen zwar den in der Praxis erhaltenen Ergebnissen am nächsten, doch ist hierbei eine teil-

1) Gas- u. Wasserfach 65 (1922), S. 761.

weise Verbrennung noch mit berücksichtigt. Deshalb sind die nahe übereinstimmenden Kurven 1 bis 3 als theoretische Werte wahrscheinlicher.

Bei den betriebsüblichen Temperaturen beträgt der Wärmeinhalt von 1 t Koks rund 400000 kcal, wovon etwa 75%, also 300000 kcal je t, bei geeigneter Anordnung gewinnbar sind, entsprechend etwa 2 bis 2½% des Wärmeinhalts der durchgesetzten Kohlenmenge.

Nicht nur im Wärmegewinn liegt der Vorteil der Kokskühlung, sondern auch in der Gütesteigerung des Kokes. Die obengenannten, die Struktur schädigenden Einflüsse der Naßlöschung fallen weg, es wird also weniger Verlust durch Grus- und Kleinkoks-Abspaltung und ein stückfesterer, besser aussehender Koks erhalten. Der gegebenenfalls zu weitgehende Gewichtsverlust durch Wegfall des ganzen Wassergehaltes kann durch geeignete Betriebsmaßnahmen (s. später) vermindert werden, wenn der Kokspreis nicht der Güte entsprechend zu steigern ist. — Ein weiterer Vorteil, besonders für in der Stadt liegende Werke, ist der Wegfall der Schwaden- und Flugstaub-Belästigung des Naßlöschens. — Der oft für den Naßbetrieb betonte Vorteil, daß der Koks entschwefelt würde, wird anderseits teils bestritten, teils als unwichtig erklärt¹⁾.

b) Arten der Kokskühlung.

α) Vorläufer (*Vorschläge und versuchte Verfahren*).

Die Versuche, den glühenden Koks zu ersticken, gingen 2 Wege, einerseits das Ersticken in Wasserdampf, zum Teil mit dem Nebenzweck, Wassergas zu erzeugen, anderseits das Abkühlen in einem Strom inerter Gase.

Ein Übergangsverfahren der Dampferstickung ist das erwähnte von Worbs²⁾ (S. 6). Auch Rodde³⁾ weist auf die Dampflöschung hin, bezeichnet sie aber als zu teuer in der Anordnung. Kümmel und Kropf⁴⁾ brachten den glühenden Koks in eine Art Gaserzeuger und erstickten ihn mit durchströmendem Dampf, der hochüberhitzt zum Dampfen der Retorten verwendet wurde. Diese Arbeitsweise ist sehr betriebsabhängig; die Kühldauer wird mit 5½ h angegeben.

Die Ausnutzung der Kokswärme zur Wassergaserzeugung bezweckte das in Potsdam betriebene Verfahren Dr. Heller-Bamag, das den Koks in einer gasdicht schließenden Kammer mit heißem Spritzwasser unter Wassergasbildung erstickt. Mit dem Wassergas-Dampf-Gemisch wird in einem Röhrenkessel unter Abgabe eines Teiles seines fühlbaren Wärmeinhalts Dampf erzeugt und das Wassergas zu der Ofengasleitung weiter-

¹⁾ Müller, Fr., Kokereiauschuß-Bericht 24/1926, Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 938 TR.

²⁾ Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 869.

³⁾ Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 521.

⁴⁾ Gas- u. Wasserfach 64 (1921), S. 375 TR.

geleitet (Abb. 2). Es wurde technisch gut durchgebildet, war betriebs-sicher und ergab nach Dr. Heller¹⁾ je t Koks 290 bis 300 kg Dampf und etwa 50 m³ Wassergas; als besonderer Vorteil wird hervorgehoben, daß der Koks ohne Umschüttung im entsprechend ausgebildeten Entleerungs-wagen gekühlt und auf jeden gewünschten Wassergehalt gebracht werden kann. Nachteilig ist, daß wegen der Löschdampf-Unreinigkeiten die Rauchröhren des Kessels und die Armaturen aus Spezialbronze gefertigt sein müssen und daß die für Erzeugung eines brauchbaren Wassergases nötigen Temperaturen sehr bald unterschritten werden.

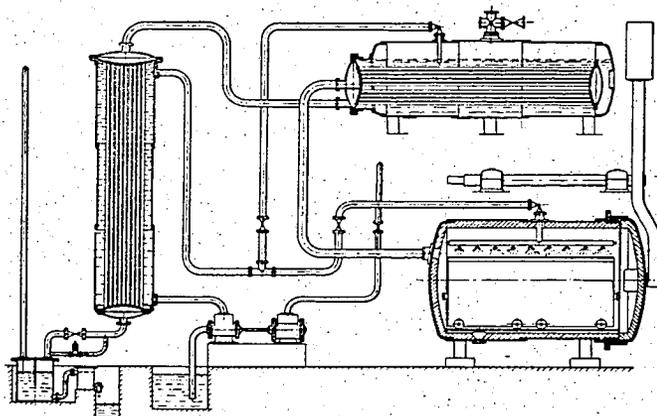


Abb. 2. Kokslöschanlage nach Dr. Heller-Bamag.

Von ähnlichen Gedanken der Kühlung unter Wassergasbildung ging Siegart-Genf aus²⁾.

Die Kühlung von Koks ohne Wasser oder Dampf ist im Ausland und in Deutschland wiederholt versucht und patentiert worden. Außer älteren englischen Patenten³⁾ benutzten Walch⁴⁾ und Schwenke⁵⁾ sowie Ludwig-München einen Strom indifferenten Gase — Rauchgase der Öfen⁴⁾ oder im Koks gebildetes Rauchgas — zur Kühlung des Kokses und unmittelbar angeschlossenen Dampferzeugung. Eine betriebsmäßige Ausführung baute Wunderlich-Karlsbad⁶⁾ mit dem guten Betriebsergebnis von 400 kg Dampf/t Koks. Der Koks wurde aus dem Ofen unmittelbar in eine ausgemauerte, verfahrbare Kokskühlkammer gebracht und an eine feststehende Dampfkessel-Ventilator-Anordnung angeschlossen.

¹⁾ Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 903.

²⁾ Siegart, DRP. 276272.

³⁾ Cantieny, Glückauf 1923, Nr. 14.

⁴⁾ Walch, DRP. 275436.

⁵⁾ Schwenke-Zeche de Wendel, DRP. 348654.

⁶⁾ Gas- u. Wasserfach 70 (1927), S. 199.

β) *Eingeführte Kokskühl-Verfahren.*

Am meisten eingeführt und praktisch bewährt ist das Sulzer-Verfahren, das der Gebr. Sulzer-A.-G., Winterthur, erstmalig 1917 patentiert wurde¹⁾ und jetzt von der Deutschen Ofenbau-Ges. ausgeführt wird. Es besteht darin, daß der Koks auf möglichst kurzem Wege in einem mit Bodenentleerung versehenen Kokskübel zu der in möglichster Nähe der Öfen erstellten Kühlanlage gebracht und in den generatorähnlichen Schacht entleert wird (Abb. 3). Dieser Schacht hat oben und unten seitliche Verbindungen mit dem nebengebauten Dampfkessel, und eine Ventilatoranlage saugt am Fuße des Kessels das im Kühlschacht gebil-

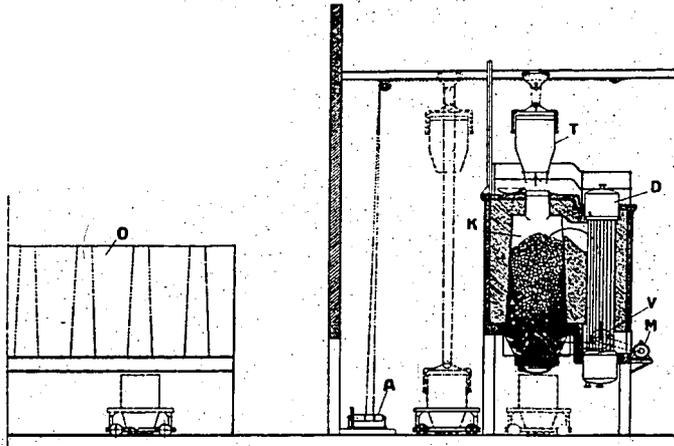


Abb. 3. Kokskühlanlage nach Gebr. Sulzer.

dete inerte Gasmisch aus der heißen Koksfüllung heraus durch den Kessel hindurch und drückt es in ständigem Kreislauf wieder unten in die Kühlkammer. Die Leistung dieses Umwälz-Ventilators ist regelbar; hierin liegt die Anpassungsfähigkeit dieses Kühlverfahrens an die verschiedensten Chargen- und Dampfentnahme-Verhältnisse begründet. Der Koks wird unten aus der Kühlkammer mit 250 bis 300° abgezogen und mit einer geeigneten Fördereinrichtung zur Sieberei gebracht.

Verschiedene grundsätzliche Bedenken gegen in dieser Arbeitsweise liegende Gefahren prüfte Eitner²⁾ mit dem Ergebnis, daß bei normalen Betrieb die Koksverbrennung im Schacht durch Luftzutritt beim Öffnen verschwindend gering und die Bildung explosiver Generatorgasgemische nicht möglich ist. Wesentliche Falschlufansaugung durch bauliche Undichtheiten ist nicht zu erwarten, da der größte Unterdruck in dem am

¹⁾ Gebr. Sulzer, DRP. 369 699, 372 256, 375 785 und weitere 11 Zusatzpatente.

²⁾ Gas- u. Wasserfach 65 (1922), S. 731.

wenigsten erhitzten Unterteil der Anordnung herrscht. Analysen der Umwälgasé zeigten, daß sowohl eine Nachentgasung als auch bei hoher Kokstemperatur eine teilweise Reduktion des Kohlendioxyds stattfindet.

Eine umfangreiche Literatur¹⁾ zeigt das starke Interesse, das die guten praktischen Erfahrungen dieser Bauart seit Beginn ihrer Entwicklung ständig erweckt haben. Anlagen sind in Betrieb für 30 bis 100 t Kokskühlung in Deutschland (Lörrach, Mannheim) und bis 300 t in Holland (Utrecht), ferner Großanlagen in Kokereien bis 900 t/Tag (Homécourt). Die Leistung der Anlage Mannheim würde 1924 durch einen Abnahmeversuch des Gasinstituts Karlsruhe erwiesen. Die Dampfleistung der Sulzer-Anlagen beträgt 350 bis 400 t überhitzten Hochdruckdampf bzw. 50 bis 60 kW elektrische Leistung je t Koksdurchsatz. Auf die Fragen der Wirtschaftlichkeit wird später zurückgekommen.

Praktisch bewährt ist ferner das ebenfalls mit Inertgasen arbeitende Kokskühlverfahren von Collin²⁾. Im Gegensatz zum Sulzerverfahren verwendet dieses keine zentrale Kühlkammer, um die bei größeren Einheiten schwierigeren Heißkoks-Transportanlagen zu vermeiden, und ordnet an Stelle der Koksrampe für je mehrere Horizontalkammern Einzel-Kühlkammern an, die mit Wassertauchdeckeln verschlossen werden und durch absperrbare Kanäle mit dem Dampfkessel verbunden sind. Ein Ventilator am Kesselausgang bewirkt die Umwälzung des Rauchgases aus den Kühlkammern; der Koks wird, auf etwa 220° abgekühlt, am Fuße der Kühlkammern abgezogen. Die in dieser Weise arbeitende Anlage in Hattingen erzeugt 400 kg Dampf/t Koks. — Eine Sonderausführung ist die Collin-Anlage in Kiel, bei der die Kokskühlkammern nicht vom Umwälgas, sondern von dem den Öfen zugeführten Generatorgas durchströmt werden; das Heizgas wird zwar am Koks nicht, wie zunächst angenommen, durch Restentgasung aufge bessert, aber gut vorgewärmt. Da deshalb nur noch eine Luft-Vorwärmung nötig ist, gehen die Ofenabgase heiß ab und die einschließlich Abhitzkessel erzeugte Dampfmenge von 670 kg/t Koks ist nicht mit anderen Kokskühldampf-Ergebnissen direkt vergleichbar. Da die verfügbare Generatorgasmenge weit hinter der möglichen Umwälgasmenge zurückbleibt, wird in Kiel nur eine Kühlung auf 450 bis 480° Koks-Endtemperatur erreicht, deshalb ist noch Wasser-Nachlöschung nötig.

Die Tatsache, daß trotz des Vorhandenseins betriebsbrauchbarer Verfahren und trotz anerkannter³⁾ besonderer Güte des trocken gelösch-

¹⁾ Sulzer, Gas- u. Wasserfach 64 (1921), S. 204; Kukuck, Gas- u. Wasserfach 65 (1922), S. 729; Escher, Feuerungstechnik 1925, S. 105; Pichler, Gas- u. Wasserfach 70 (1927), S. 213; Mon.-Bull. Schweiz. G. u. W.-F. 1926, S. 167; Ges.-Ing. 1927, S. 692; u. a. m.

²⁾ Stahl u. Eisen 1928, S. 903; Elvers, Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 1037; Siebel, Gas- u. Wasserfach 80 (1937), S. 619.

³⁾ u. a. Pichler, Gas- u. Wasserfach 70 (1927), S. 213; Escher, Feuerungstechnik 1925, S. 105.

ten Kokses die Kokskühlung nur in einer verhältnismäßig begrenzten Zahl von Werken eingeführt wurde, hat im wesentlichen zwei Ursachen, betriebliche und wirtschaftliche. Betrieblich ist es bei vorhandenen Anlagen oft nicht möglich, eine Anlage der erforderlichen Größe so zentral unterzubringen, daß der heiße Koks ohne zu viel Transporteinrichtungen und ohne zu große Abkühlung gefördert werden kann. In wirtschaftlicher Hinsicht liegen die Verhältnisse für die Kokskühlung örtlich außerordentlich verschieden und sind auch wieder zum Teil betriebsbedingt. Es ist oft nicht angängig, daß die Betriebsführung die Chargengröße und -folge nur von der günstigsten Belastung der Kokskühlanlagen abhängig macht. Ist das doch möglich, so kommt es darauf an, ob der stark schwankende Dampfanfall ebenso stoßweise verbraucht werden kann oder ob der anlegbare Dampfpreis die zusätzliche Erstellung eines ausgleichenden Dampfspeichers gestattet. Überhaupt sind der örtliche Dampfpreis, das Ausreichen der vorhandenen Dampferzeugung, gegebenenfalls eine Eigenstromerzeugung aus überschüssigem Dampf u. a. m. Punkte, die von Fall zu Fall die Wirtschaftlichkeit der Kokskühlung sehr verschieden beeinflussen. Es sei aber im Hinblick auf die grundsätzliche Bedeutung dieser Verfahren nochmals auf die Beachtung der erwähnten Vorteile der Kokskühlung, des Mehranfalles an Grobkoks infolge der langsamen, keine inneren Spannungen bewirkenden Abkühlung und des sauberen Betriebes hingewiesen, außerdem auf den Dampf- bzw. Stromgewinn. Dem Nachteil des Staubens des Kokses bei völligem Trocknen kann begegnet werden durch gut dosiertes Besprühen des abgezogenen Kokses mittels Sprüh- oder Nebeldüsen in Verbindung mit einer geeigneten Austragevorrichtung.

Auch in Frankreich und England wird die Bedeutung des Sulzer-Verfahrens wiederholt hervorgehoben¹⁾. In der amerikanischen Literatur wird auf den höheren Wert inertgasgekühlten Kokses für den Hochofenbetrieb hingewiesen²⁾. Ein Verfahren der Syracuse-Lighting-Co. NY.³⁾ läßt den glühenden Koks unmittelbar zwischen den Kesselrohren hindurch auf Blech-Jalousie-Rutschen durch den Kesselraum gleiten und befördert die Abkühlung durch Gasumwälzung. Die Dampferzeugung wird trotz der unmittelbaren Einwirkung der Kokswärme geringer angegeben als bei den deutschen Verfahren (235 kg/t Koks).

4. Förderung des gelöschten Kokses.

a) Allgemeine Fragen der Koksbehandlung.

Wie bereits oben unter Kokslöschung ausgeführt wurde, ist naßgelöschter, noch warmer Koks besonders empfindlich gegen Wurf und Stoß.

¹⁾ Carette, Chaleur et Ind., Heft IV, Nr. 40; The Gas World, 1924, S. 16; 1926, S. 14; The Engineer, 9. 5. 1924.

²⁾ Miller, The Iron Age NY. 1923, S. 12/15;

³⁾ Koschmieder, Bergtechnik 1929, S. 78.

Binder berichtet¹⁾ über Vergleichsversuche von Kalt- und Warmsortierung, die im letzten Falle wesentlich mehr Kleinkoks ergaben. Es ist jedenfalls wichtig, daß warmer Koks nicht unnötig geworfen wird, wenn man ihn großstückig erhalten will. Soweit kein Absatz, aber genügend

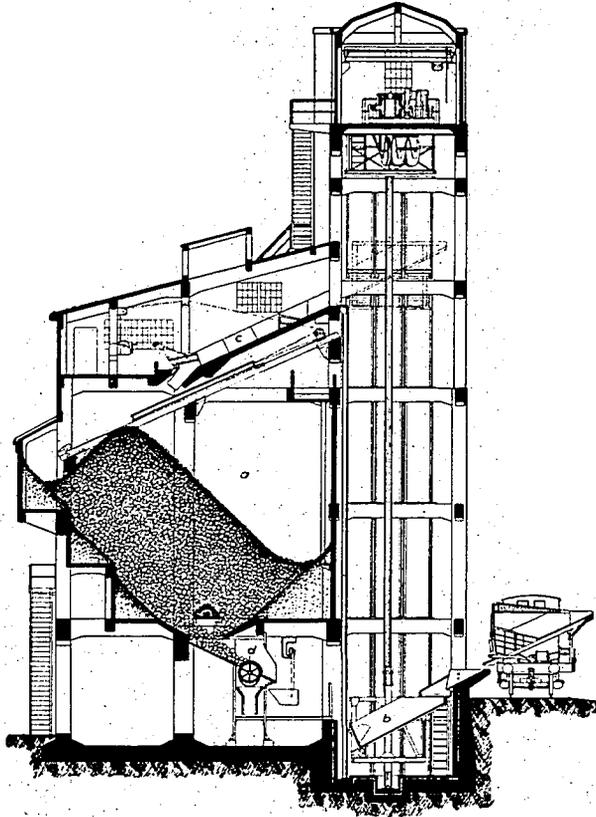


Abb. 4. Koksunker mit Schrägrampen-Aufzug (Koppers).

Lagerplatz vorhanden ist, ist es ratsam, warmen Koks zur langsamen Abkühlung unsortiert auf Lager zu nehmen und erst bei Bedarf aufzubereiten¹⁾. Es gibt aber auch Einrichtungen, die dem Koks vor der Sortierung die nötige Ruhe zum Spannungsausgleich bieten; in erster Linie die Schrägrampe des Horizontalkammerofens (in Stettin auch am Vertikalkammerofen); vom unteren Rand der Schrägrampe wird der Koks mit handbetätigten Staukappen auf unterhalb vorfahrende Kübel oder

¹⁾ Binder, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 313.

ein vorbeiführendes Transportband abgelassen. Die Schrägrampe ist auch in verschiedener Weise mit dem Gebäude der Aufbereitung vereinigt worden. Koppers bringt eine nur für Großanlagen mit Schrägrampenwagen (vgl. Horizontalkammeröfen) in Frage kommende Ausführung (Abb. 4), die den

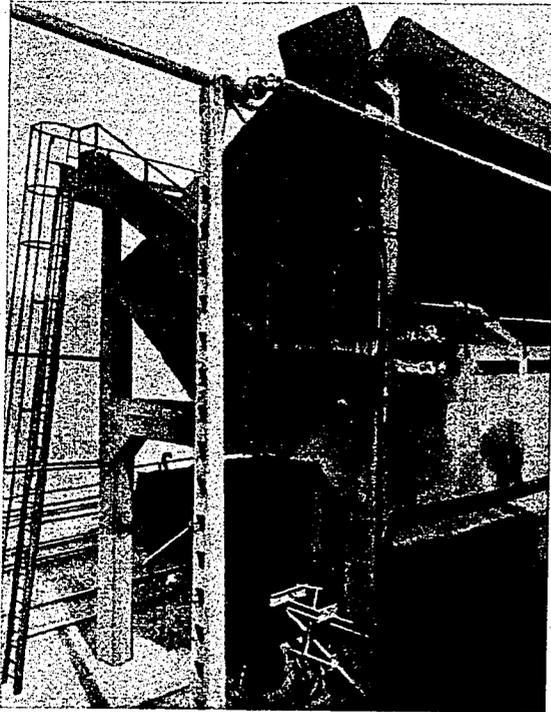


Abb. 5. Schrägrampen-Koksbunker.

Koks im Wagen oder in einem Umfüll-Schrägmühl mit Aufzug bis zu einer über dem Hauptkoksbunker angeordnete Abdampf-Schrägrampe, von der der Koks ohne Fall in den ebenfalls mit Schrägboden versehenen Hauptbunker rutscht¹⁾.

Buchholz zeigt ebenfalls einen Schrägboden-Hauptbunker, dem der Koks mit einer durch Einsatzbleche beliebig zu verkürzenden oder zu verlängernden Propellerschurre so zugeführt wird, daß er nur auf dem Schrägboden oder einer Koksböschung abrutschen kann. Eine von Binder²⁾ gezeigte Ausführung benutzt ähnlich obiger Koppers-Bauart eine Schrägrampe mit verschiebbarer Übergangsrutsche über einem Schräg-

bodenbunker. Auch Quarfort³⁾ zeigt eine auf diesem Grundsatz beruhende Doppel-Schrägbunker-Bauart (Abb. 5).

Dieser Gedanke weitgehender Koksschonung wird oft zu wenig beachtet, bisweilen allerdings auch übertrieben. Man kann hier nicht allgemeingültig urteilen, sondern muß von Fall zu Fall entscheiden. In einer Hochofen-Kokerei, die den nur vom Kleinkoks abgetrennten, möglichst großstückigen Koks in die zum Hochofen gehenden Kübel zu bringen hat, muß jede Bewegung des Kokses schonend eingerichtet sein. Ein Werk aber, das den Grobkoks ohnehin auf Verkaufssortierungen

¹⁾ Gras, W., Ztschr. VDI. 1930, S. 983.

²⁾ Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 313.

³⁾ Gas- u. Wasserfach 73 (1930), S. 77.

brechen muß, braucht zunächst der späteren zwangsläufigen Zerkleinerung nicht durch teure Sondereinrichtungen vorzubeugen.

b) Fördermittel.

Becherwerke, die den aus den Koksentleerungswagen in eine Grube gekippten Koks aus dieser herausarbeiten, wirken zermalmend und sind deshalb nicht anzuraten.

Der Schrägaufzug, ein im Zusammenhang mit Rinnentransporten beliebtes Fördermittel zur Aufbereitung, entnimmt den Koks aus einem Sammelbunker, indem der Kübel, unter dessen Auslauf fahrend, den Auslaufverschluß selbst öffnet und beim Wegfahren durch ein Gegengewicht wieder

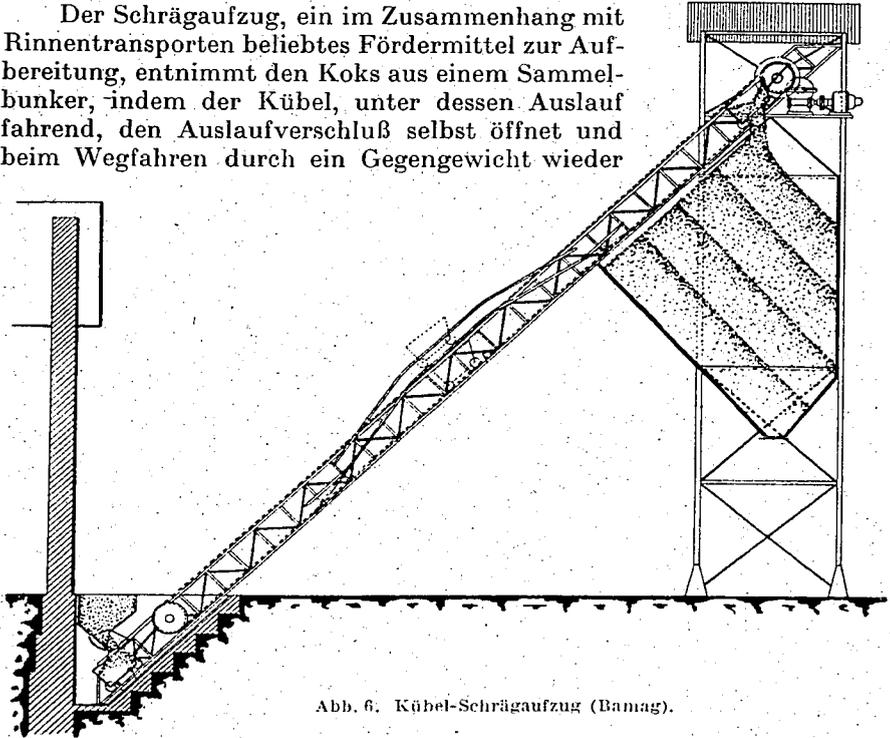


Abb. 6. Kübel-Schrägaufzug (Bamag).

schließen läßt. Abb. 6 zeigt einen Bamag-Doppelkübel-Schrägaufzug mit Ausweiche; der Anschlag für Auslösung der Kübelentleerung über dem Bunker ist zur Verminderung unnötiger Fallhöhen verstellbar. Auch ohne Rinnentransport ist der Kübel-Schrägaufzug, auch als Steil-Schrägaufzug, in den verschiedensten Ausführungen und Größen in Gebrauch (Abb. 7).

Ein besonders günstiger Transport ist immer der im Entleerungskübel (Klapp- oder Kipp-Kübel) ohne Umfüllung bis zum Aufbereitungsbunker. Der Kübel wird zu diesem Zweck in eine Traverse oder einen Kippbügel eingehängt und durch einen Kran, eine Hängebahn-Laufkatze,

für kleine Leistung auch durch einen an einem Ausleger über der Aufbereitung verfahrbaren Elektrozug (Stotz, Demag u. a.) (Abb. 8) o. dgl. zum Aufbereitungsbunker befördert.

Ist die Aufbereitung weiter vom Ofen entfernt, so ist in mittleren Betrieben eine Hängebahn mit Führerstand-Laufkatze sehr geeignet, die

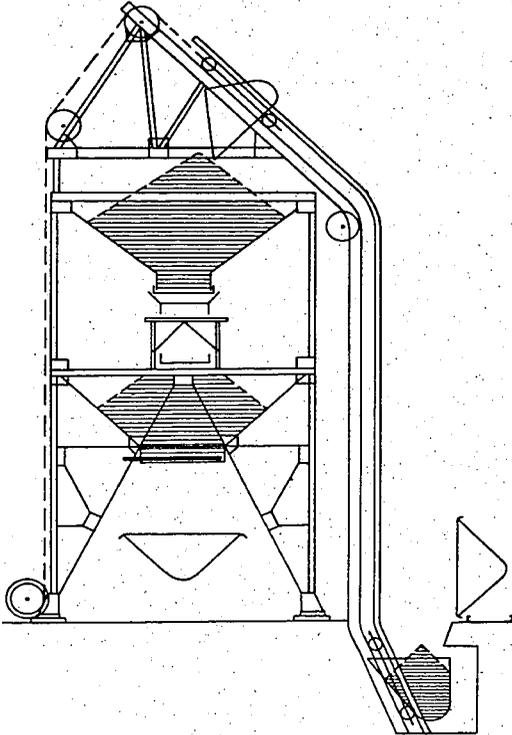


Abb. 7. Kübel-Aufzug.

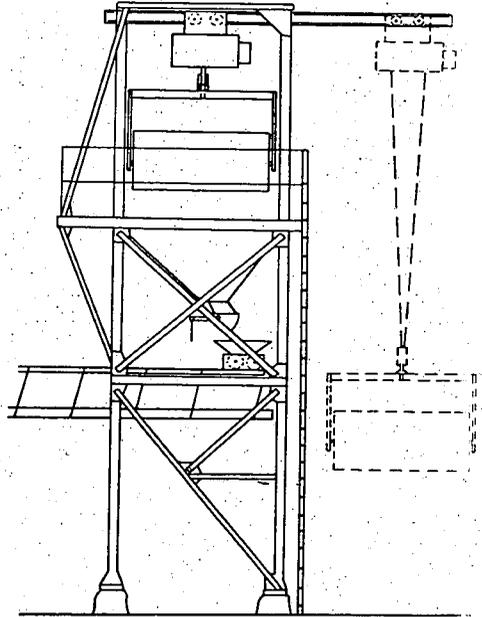


Abb. 8. Kübel-Aufzug (Stotz).

zugleich ein Kokslager mit bedienen kann (vgl. Kokslager-Bedienung). Eine solche Anlage ist allerdings schwer zugänglich und nicht leicht zu überwachen. Deshalb ist für Kleinbetriebe der auf Gleis verfahrbare, an der Aufbereitung hochzuwindende Kübelwagen (vgl. oben) richtiger. Große Betriebe benutzen Kranbahnen (Demag u. a.) oder Band-Transporte (wie u. a. das Gaswerk Berlin-Mariendorf (Bamag) oder das Gaswerk Mainz (MAN)).

An Transportbändern sind üblich 1. Gummitransportbänder, deren Laufrollen bei größeren Bandlängen zur Vermeidung seitlichen Abrollens des Fördergutes muldenförmig angeordnet sind (Mulden-

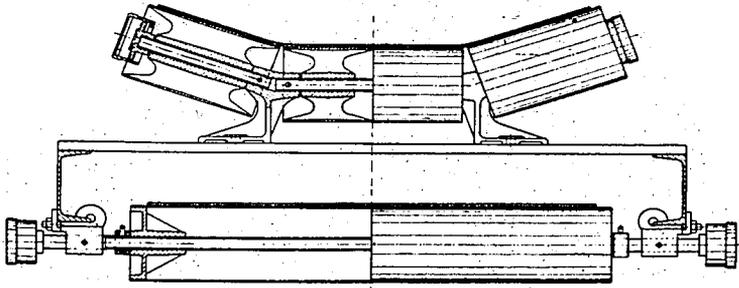


Abb. 9. Tragrollen zum Mulden-Förderband (Bamag).

Transportbänder) (Abb. 9); 2. Stahlgliederbänder aus kettenartig zusammengesetzten Stahlblechgliedern mit hochgebogenen Wangen (Carlshütte, Demag, Bleichert u. a.) (Abb. 10); 3. Stahl-Zellenbänder in Form von Stahlgliederbändern mit Querrippen oder Querwänden an jedem oder jedem zweiten bis dritten Blechglied. Während Mulden- und Stahlglieder-Bänder nur für geringe Steigungen bis zu 15 bis 19° anwendbar sind (für Grobkoks höchstens 17°), eignen sich Zellenbänder auch bei stärkeren Steigungen bis zu 50°. Bandtransporte bieten, wenn genügend Raum vorhanden, eine Gelegenheit zu einer ebenso zweckmäßigen wie formschönen Auflockerung der Betriebsanlagen.

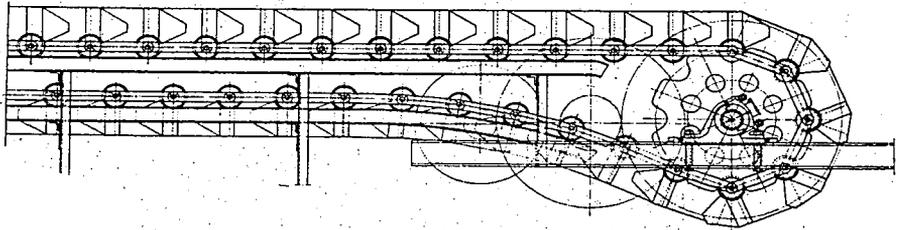


Abb. 10. Stahlglieder-Transportband (Carlshütte).

C. Koksauflösungen.

1. Anordnung von Koksauflösungsanlagen.

Wie schon bei der Frage der Schonung der Koksstruktur erwähnt wurde, sind die Anforderungen an den Ausbau der Koksauflösung sowohl grundsätzlich als auch örtlich zu betrachten, und zwar einerseits nach dem Verwendungszweck oder den an das Erzeugnis gestellten Anforderungen, andererseits nach den örtlichen Möglichkeiten, die bisweilen einen als richtig erkannten Weg technisch nicht im erstrebten Maße erreichbar machen.

Zechenkokereien trennen den möglichst schonend auf hohen Stückkoksanfall behandelten Koks meist in einer Grobsieberei in den unmittelbar zur Verwendungsstelle zu fördernden Stückkoks und das einer gesonderten Kleinsieberei zuzuführende Unterkorn. Eine Grobsieberei wurde oben in Abb. 4 gezeigt. Bei älteren Koksofenbatterien mit waagrechtlicher Rampe sind auch fahrbare Einrichtungen üblich, die den Koks von der Rampe aufgreifen und über ein eingebautes Sieb unmittelbar in die Grobkoks-Transportwagen bringen. Die Kleinsieberei ist der in Gaswerken üblichen Aufbereitung ähnlich, hat aber meist keinen Koksbrecher.

Die in Gaswerken gebräuchlichen Aufbereitungen sind fast stets mit einem Brecher ausgerüstet; um nicht unnötig viel Kleinkoks zu erhalten, wird das unter der Brecher-Spaltweite liegende Korn möglichst durch ein Vorsieb um den Brecher herumgeleitet.

Die Siebeinrichtungen, deren verschiedene Bauarten später gezeigt werden, sortieren im allgemeinen in die handelsüblichen Körnungen. Nachstehende Übersicht zeigt, daß die Normung dieser Körnungen (für Gaskoks im Jahre 1926 durch das Gaskoks-Syndikat eingeführt)¹⁾ sich weitgehend durchgesetzt hat und lediglich in den Handelsbezeichnungen einige Unterschiede bestehen;

Körnung in mm	Handelsbezeichnung		
	bei Gaskoks	bei Zechenkoks	in Österreich genormt
0—10	Gaskoksgrus	—	Gries
10—20	Gasperlkok	Perlkoks bzw. Brechkoks IV	Perl
20—40	Gasbrechkoks III	Brechkoks III	Nuß
40—60	Gasbrechkoks II	Brechkoks II	Würfel
über 60	Gasbrechkoks I	—	Stück
bzw. 60—90	—	Brechkoks I	—

Die Schweizer Normen²⁾ sehen Gries 0—15 mm, Perl 15—25 mm, Nuß 25—40 mm vor. — An Stelle der Sortierung über 60 mm ist allerdings auch in Gaswerken die strengere Bezeichnung 60—90 mm vorwiegend eingeführt und in manchen Werken wird noch ein Stückkoks über 90 mm für besondere industrielle Zwecke oder Großheizungen gehandelt oder in der Wassergasanlage selbst verarbeitet. Andererseits sind vereinzelt aus örtlichem Herkommen noch andere Zwischengrößen, z. B. 25/40 oder 60/80 mm u. ä. üblich. Eine allgemeine Durchführung der Normen, mindestens im Zusammenhang mit Neueinrichtungen, ist aber dringend erwünscht. Auf den Einfluß der Siebausbildung auf die Körnung wird später noch zurückgekommen.

¹⁾ Wirtsch. Vereingg. D. Gasw., Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 664.

²⁾ Schweiz. Mon.-Bull. 1926, S. 201, 272.

Koksaufbereitungen werden in Gaswerken als zentrale Gesamtaufbereitungen oder auf Ofenblocks verteilte Einzelanlagen ausgeführt. Die zentrale Anordnung überwiegt infolge der neuzeitlich verbesserten Fördermöglichkeiten.

Die Sortiereinrichtungen müssen so eingebaut oder ausgebildet sein, daß sie keine Gebäudeschwingungen hervorrufen. Die neuere Entwicklung der Siebeinrichtungen entspricht dieser Notwendigkeit. — Außer der in der Koksaufbereitung zunächst vorzunehmenden Sortentrennung ist vor der Abgabe an den Verbraucher oder der Waggonverladung eine Nachsortierung notwendig deren Bedeutung für den Verkaufswert des Kokses sich in neuerer Zeit immer mehr durchgesetzt hat.

An ausführlichen Darstellungen der Entwicklung der Koksaufbereitungen sind zu erwähnen die Arbeiten von Thau¹⁾ und Steding²⁾, sowie der Vortrag von W. S. Edwards (England) zur Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz London 1928³⁾.

2. Koksbrecher.

a) Walzenbrecher:

Die ursprünglichste und am meisten eingeführte Form der Koksbrecher ist der Walzenbrecher, in Kleinausführung mit einer Zahnwalze, die gegen eine Brechplatte arbeitet, sonst allgemein als Zweiwalzenbrecher, der dadurch, daß die eine Walze mit feststehender, die andere mit federnd und verstellbar gelagerter Welle ausgeführt ist, eine Anpassung an verschiedenste Anforderungen von Grob- bis Kleinkokszerkleinerung ermöglicht, je nach der Ausbildung der Brecherzähne (s. später). Die einfachste Form des Antriebes an der feststehenden Welle mit Übertragung durch ein Zahnradpaar

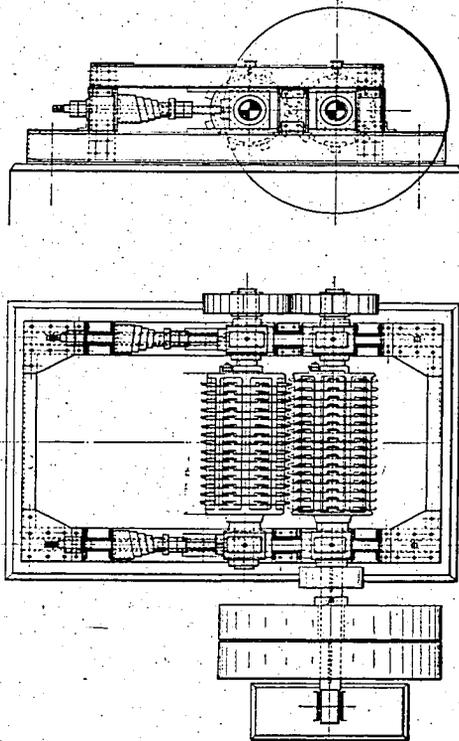


Abb. 11. Koksbrecher (Carlshütte).

¹⁾ Glückauf 1922, S. 1369, 1404, 1425, 1451; Stahl u. Eisen 1922, S. 1868.

²⁾ Gas- u. Wasserfach 71 (1928), S. 931.

³⁾ Gas- u. Wasserfach 71 (1928), S. 610 TR.

auf die verstellbare Welle gestattet eine Änderung des Walzenabstandes nur im Rahmen der Schnitttiefe der zwei Zahnräder (Abb. 11). Eine größere Verstellbarkeit ergibt der Antrieb jeder Walze einzeln von gemeinsamer Transmission, wobei allerdings von Fall zu Fall Änderungen der Riemenlänge bei der Verstellung nötig werden. — Diese Schwierig-

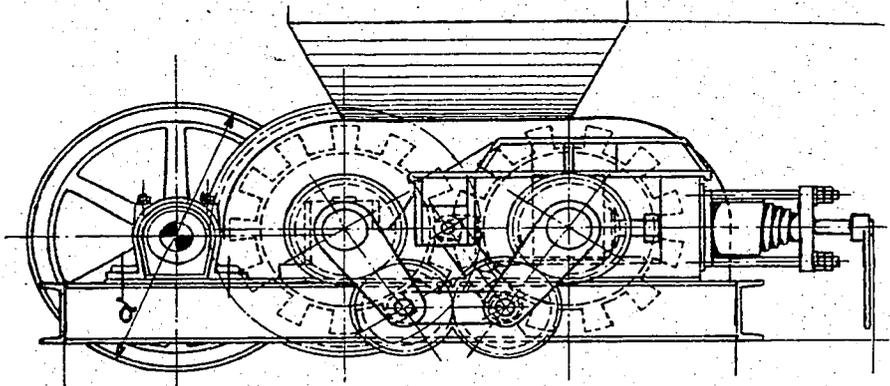


Abb. 12. Walzenbrecher mit Zahnradkette (Bamag).

keit umgeht der Bamag-Walzenbrecher mit »Zahnradkette«¹⁾, d. h. mit einer beweglichen Verbindung der beiden Walzen (Abb. 12). Diese besteht aus 2 zwischen den beiden Walzen-Zahnrädern in einer Laschenanordnung, der sog. Parallelogramm-Führung, beweglich aufgehängten, mit den großen Zahnrädern gleichgeschnittenen Zahnrädern; die Wellen dieser 4 Räder bleiben bei jeder Stellung der Walzen in gleichem Abstand untereinander, die bewegliche Welle kann also im Betrieb weitestgehend verändert werden.

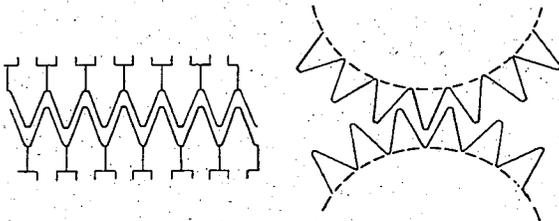


Abb. 13. Koksbrecher, Pyramidenzähne.

Die Brecherwalzen sind als Zahnwalzen ausgebildet. Die Brecherzähne werden meist als Brecherringe, entweder als ganze oder als zweiteilige Ringe, auf die Grundwalze aufgeschoben oder aufgeschraubt,

können aber auch als Zahnleisten längs auf den Walzenkörper gesetzt oder als Einzelzähne eingeschraubt werden. Als Zahnform war früher wie beim Kohlenbrecher der pyramidenförmige Zahn üblich (Abb. 13). Er ist aber wegen seiner nachteiligen quetschenden Wirkung verlassen

¹⁾ Bamag-Meguín A.-G., DRP. 503 661, 627 435.

worden und an seine Stelle traten Zahnformen der verschiedenartigsten Ausbildung. Diese wirken durch stechenden oder schneidenden Angriff vorwiegend auf die in der Koksstruktur bereits vorgebildete Klüftung, andererseits lassen sie durch ausreichende Zwischenräume kleineres Korn ohne Weiterzerkleinerung durchfallen. Als Beispiele zeigt Abb. 14 einen Brechring mit punktförmig wirkenden Zähnen, Abb. 15 einen messer-

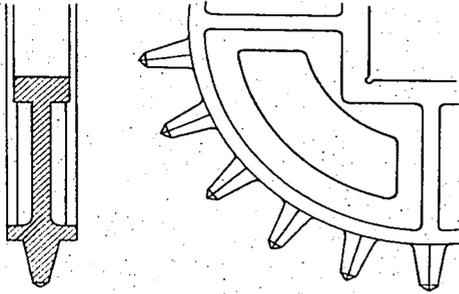


Abb. 14. Koksbrecher, Spitzzähne.

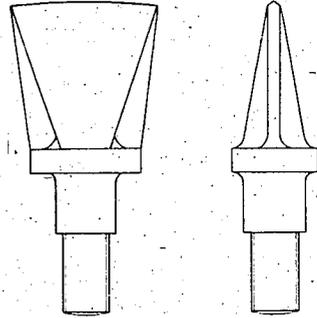


Abb. 15. Koksbrecher, Messerzähne.

artig schneidenden Einzelzahn und Abb. 16 einen Brechring mit hinter-schnittenen Zähnen, die die Punkt- und Schneidwirkung aufeinander folgen lassen. Zähne dieser Art müssen natürlich, um ihren Zweck zu erfüllen, aus einem besonders verschleißfesten Material hergestellt werden; vornehmlich bewährt hat sich Mangan-Hartstahlguß oder auch oberflächengehärteter Stahlguß.

Walzenbrecher werden von den zahlreichen Aufbereitungsfirmen für Leistungen von 1 bis 50 und mehr t/h hergestellt, auch bis 100 t/h (Humboldt), doch steigt dabei der Kraftbedarf unverhältnismäßig stark an. Eine Teilung in 2 Systeme ist dann oft vorteilhafter.

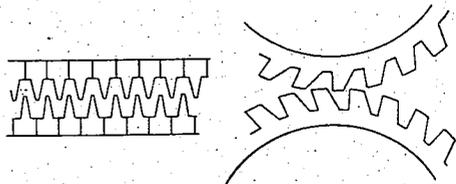


Abb. 16. Koksbrecher, Messerzähne.

Außer der üblichen Anordnung eines Brechers sind für Fälle weitgehender Zerkleinerung (Bamag)¹⁾ oder zur Gewinnung eines möglichst hohen Anteils an Mittelkorn (Humboldt) 2 Brecher verschiedener Einstellung mit Zwischenabsiebung verwandt worden, wobei sich ein geringerer Kleinkoksanfall ergab.

Zur Gruppe der Walzenbrecher gehören auch die Feinkoks-Walzwerke, die in der Koksauflbereitung eine zunehmende Bedeutung ge-

¹⁾ Steding, E., Gas- u. Wasserfach 71 (1928), S. 931.

winnen. Der Koksgrus kann in feingemahlener Form als Zusatz (Magerungsmittel) zur Kohle wirtschaftlich verwendet werden, und zwar um so besser, je feiner er gemahlen und je inniger er der Kohle beigemischt ist. Eine wirkliche Feinmahlung des harten Grus-Kornes zwischen bereits vorhandenem nassem Feinstkorn kann nur in Glattwalzwerken mit

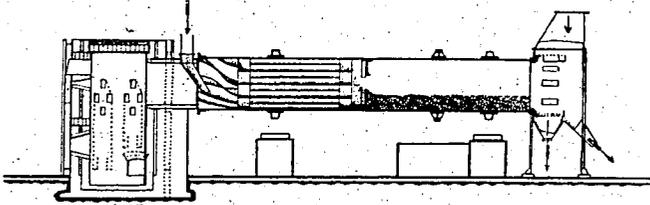


Abb. 17. Koksgrus-Trocken-Mahl-Trommel.

feststehenden Walzen aus besonders verschleißfestem Manganhartstahl erfolgen. Soweit nicht für die Fernhaltung von Fremdkörpern Sonder-einrichtungen vorgeschaltet sind, kann eine Welle in Gummipuffern federnd gelagert werden. Von entscheidender Wichtigkeit ist infolge der starken Verschleißwirkung des Koks das Glatthalten der Walzen, deshalb wird der Aufbau eines Schmirgelstein-Schleifwerkes mit Sonderantrieb vorgesehen oder ein solches fest eingebaut. Feinwalzwerke dieser Art werden für Leistungen von 30 bis 1 t/h abwärts (Eschwerke Duisburg) und auch bis $\frac{1}{2}$ t/h (Masch.-Fbr. Deutschland Dortmund) hergestellt und haben sich in einigen Gaswerken und Kokereien bewährt.

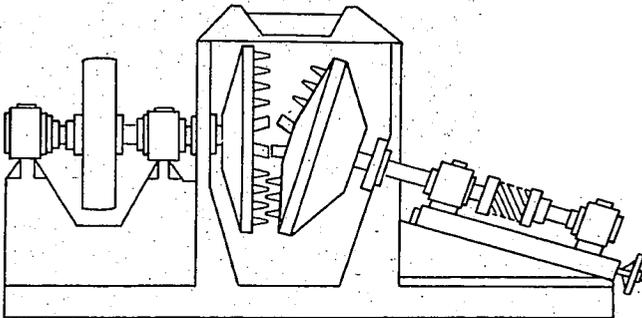


Abb. 18. Nadel-Brecher (Koppers).

Auf grundsätzlich andere Art wird der zur Kohle zuzusetzende Feingrus erhalten in der Trocken-Mahl-Trommel der Büttnerwerke (Ürdingen) (Abb. 17). Der Grus wird auf 2 bis 3% Endfeuchtigkeit durch heiße Gase getrocknet und in der anschließenden Kugelmühle feinstgemahlen. Umdrehung, Trommellänge und Aufgabemenge sind so abge-

stimmt, daß der Grus in einem Durchgang auf die verlangte Feinheit gemahlen wird. Die Anlage eignet sich jedoch nur für große Leistungen (ab 5 t/h).

b) Scheibenbrecher.

Eine den Walzenbrechern verwandte, aber grundsätzlich neue Bauart ist der Nadelbrecher (Koppers, Abb. 18), der den Koks zwischen zwei gleichsinnig gedrehten, mit Brechnadeln besetzten Scheiben aufsprengt und eine Grusbildung dadurch zurückhält, daß die Nadeln langsamer als beim Walzenbrecher in das Koksstück eingetrieben werden und Kleinkoks sich zwischen die Nadeln legt. Die horizontal starr gelagerte Scheibe ist plan, die verschiebbar und gefedert schräg gelagerte Scheibe stumpfkegelig geformt, die Nadeln aus hochwertigem Material sind auswechselbar. Dieser Brecher kann, außer als schonender Grobstückbrecher auch so ausgebildet werden, daß er von jeder Grobkörnung auf beliebiges Kleinkorn arbeitet.

c) Kegeltrecher.

Auf weitgehende Brechung und gleichmäßiges Kleinkorn arbeitet auch der Kegel- oder Kreiseltrecher. Er besteht aus einem trichter-

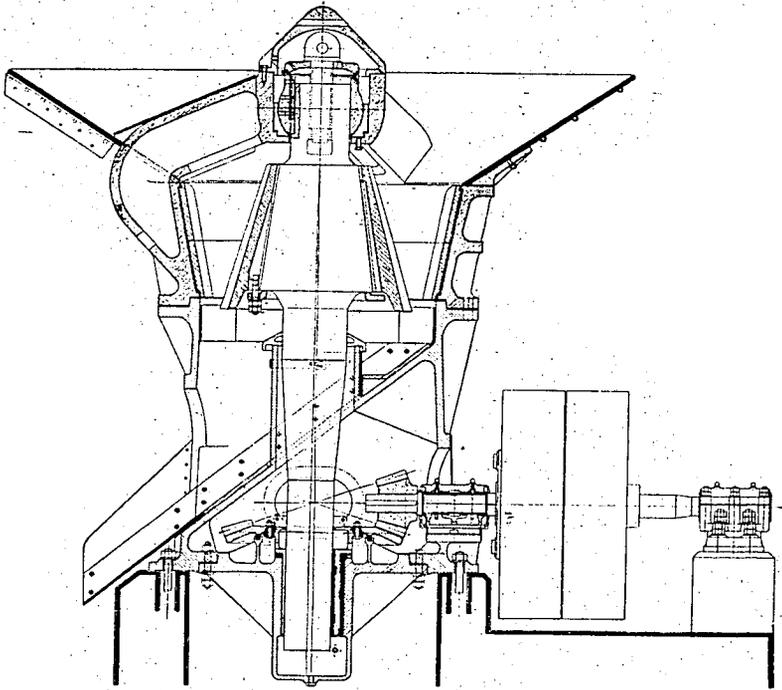


Abb. 19. Kreiseltrecher (Esch).

förmigen Brechmaul und einem in dessen Mitte in Taumelbewegung kreisförmig pendelnden Stumpfkegel. Je nach dem Neigungswinkel von Trichter und Kegel und nach der unteren Spaltweite kann von jeder auf jede Körnung gebrochen werden. Abb. 19 zeigt einen Esch-Kreiselbrecher, ähnlich ist der Symons-Kegelbrecher¹⁾ (Krupp-Gruson). Brecher dieser Art kommen für Koksaufbereitung wohl nur in Sonderfällen in Frage, wenn der Kleinkoksbedarf den Anfall ständig sehr überschreitet.

3. Kokssortieranlagen.

a) Roste.

Für die erwähnte Vorabsiebung von Grobkoks vor der Kleinsieberei oder vor dem Brecher (also für Stücke über 90 oder 80 mm, in Sonderfällen auch bis 50 mm) werden vorwiegend bewegte Roste verwendet. Feststehende Stabschrägroste sind selten gebraucht und praktisch wenig wirksam. Bewegte Stabroste mit Exzenterantrieb sind ebenso wie Lochblechvorsiebe auch in Gebrauch, doch bringen die meisten dieser Ausführungen trotz Massenausgleich am Schwungrad die Gefahr von Gebäudeschwingungen. Die günstigste Form der Vorabsiebung sind Rollen- oder Scheibenroste, die stoßfrei arbeiten.

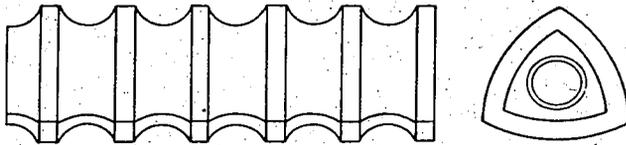


Abb. 20. Kaliber-Rollenrost (Humboldt).

Rollenroste bestehen aus einer Reihe paralleler, fest oder veränderbar eingebauter Hartgußwalzen von elliptischem, exzentrisch-rundem oder dreikantigem Querschnitt, auch als Kaliberrost (z. B. Humboldt, System Distl-Susky) mit an die Welle angegossenen Rippen (Abb. 20). Rollenroste zeichnen sich durch sehr große Leistung aus und erreichen mit bis 2,5/5,0 m Fläche bis zu 300 bis 450 t Koks/h. Der Antrieb der Rollen erfolgt durch Gallsche Kette oder Kegelräder, ebenso bei den Scheibenrosten. Diese bestehen aus ebenfalls parallelen Wellen mit aufgeschobenen Scheiben, deren Höhe und Nabenlänge der Korngröße angepaßt wird. Gleiches Material vorausgesetzt, ist an den schmaleren Tragflächen der Scheibenroste ein stärkerer Verschleiß zu erwarten; dagegen ist der üblicherweise in der Mitte des Rostes stärkere Verschleiß bei Scheibenrosten leichter auszuwechseln.

Den Rostscheiben werden verschiedene Formen gegeben, die teils

¹⁾ Dollinger, Ztschr. östr. Ver. G. u. W.-F. 1934, S. 106.

eine gute Fortbewegung des aufliegenden Gutes, teils einen guten Durchfall des Unterkorns bezwecken.

Der Fortbewegung dienen Fingerscheiben oder Fingeransätze (an allen Scheiben oder nur in Abstand mehrerer Scheiben), Exzenter-

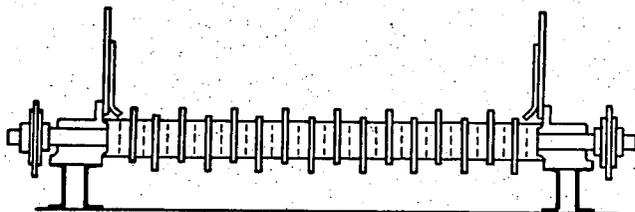


Abb. 21. Exzentrerscheiben-Rost (Humboldt).

scheiben mit versetzter Exzentrizität (Humboldt, Abb. 21) oder gezahnte Scheiben (Koppers, Abb. 22) (Blomquist-Schweden)¹⁾, deren Zahnform mitnehmerartig wirkt.

Für einen guten Koksdurchfall ist der Molin-Scheibenrost gebaut, indem der Rostscheibe an der Nabe eine wesentlich geringere Stärke

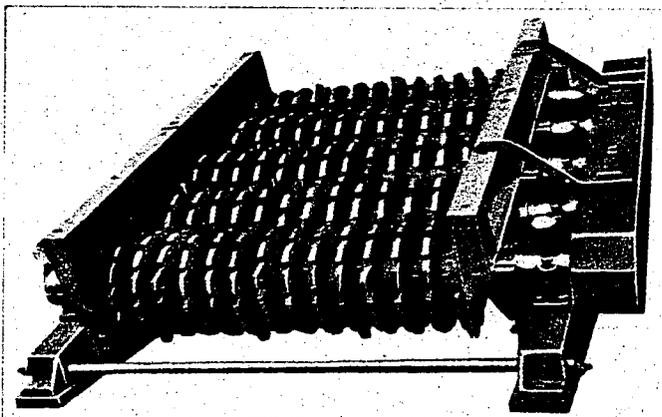


Abb. 22. Zahnscheiben-Rost (Koppers).

gegeben wird als am Umfang (Abb. 23)²⁾. Ein in den Hohlraum zwischen diesen Scheiben durchfallendes Koksstück wird also nicht so leicht wie bei außen abgenutzten Planscheiben festgeklemmt, aber natürlich nur, solange die äußere Scheibenverstärkung noch nicht verschlissen ist.

¹⁾ Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 298.

²⁾ Quarfort (Stockholm), Gas- u. Wasserfach 73 (1930), S. 77

Rollen- und Scheibenroste können mit Zubringereinrichtung arbeiten oder den Koks am Bunkerauslauf selbst wegarbeiten.

Auch für Nachsiebung (s. später) eignen sich diese Roste.

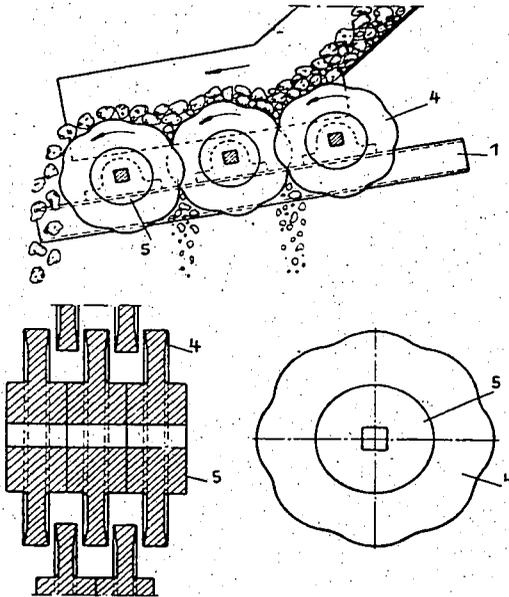


Abb. 23. Hohl-scheiben-Rost (Molin).

verschieden beurteilt. Dies ist einmal im Material Koks an sich begründet, das durch seine Härte (Schmelzflußcharakter) hinsichtlich der Verschleißfestigkeit ebenso hohe Anforderungen stellte, wie hinsichtlich der Siebausildung durch die Verschiedenartigkeit seiner Kornformen. Dazu kommt noch die Verschiedenheit der Kokseigenschaften in den einzelnen Werken und damit die wechselnden Anforderungen.

Die zunächst vorherrschende Bauart war das einteilige, lange, mit den Siebblechen aller Lochungen besetzte Schüttelsieb mit Antrieb von einer starr verlagerten Kurbelwelle. Die Siebbleche waren in der Siebrichtung mit zunehmender Lochgröße angeordnet, so daß die ganze Koksmenge auf das Sieb aufgebracht wurde und der mengenmäßig größte Anteil, der Grobkoks, über die ganze Sieblänge hin sowohl selbst geworfen und damit geschädigt wurde als auch verschleißend wirken mußte. Hierzu kamen bei der Vollbelastung des Siebes und der einseitigen Bewegung eine schwere Ausbildung des Antriebes und nicht zu vermeidende Gebäudeschwingungen.

b) Plansiebe.

α) Sieb-Einrichtungen.

Die Kokssiebtechnik hat in den letzten 10 Jahren eine außerordentlich vielseitige Ausbildung gefunden, nicht nur hinsichtlich der Zahl der vorgeschlagenen Ausführungsformen und der Zahl der herstellenden Firmen, sondern auch verschieden in bezug auf die Bewährung der Einrichtungen. Wiederholt haben sich Anordnungen, die entweder ins Auge fallende Vorteile zeigten oder in anderen Zweigen der Siebtechnik bewährt waren, in der Kokssiebung nicht oder nur vorübergehend halten können oder sie wurden in verschiedenen Werken ganz verschieden beurteilt.

Die weitere Entwicklung ging sehr verschiedene Wege, die sich teils überschneiden, und zwar:

1. Aufteilung des einteiligen Schüttelsiebes in zwei gegenläufige Hälften (zur Teilung des Koksstromes und Ausgleich der Schwingungen) oder in noch mehr Einheiten,
2. Ganzer oder gruppenweiser Übergang zur Anordnung in abnehmender Lochung,
3. Umbildung des Antriebes auf praktisch oder ganz erschütterungsfrei in sich schwingende Anordnung,
4. Zunahme der Umlaufzahl des Antriebes und Übergang vom schwingenden zum vibrierenden Sieb.

Zwischen schwingenden und vibrierenden Sieben ist keine eindeutige Grenze zu ziehen, zumal nicht nur die Schwingungszahl allein für die Charakteristik des Siebvorganges maßgebend ist, sondern auch die Amplitude, d. h. die Höhe, Länge und Kurve des Schwingungsaus-schlages. Auch hinsichtlich der übrigen Entwicklungsrichtungen ist keine einfache Gruppierung möglich, sondern es können nur eine Anzahl der üblichsten und neuesten Ausführungen kurz nebeneinander gestellt werden, ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu erheben.

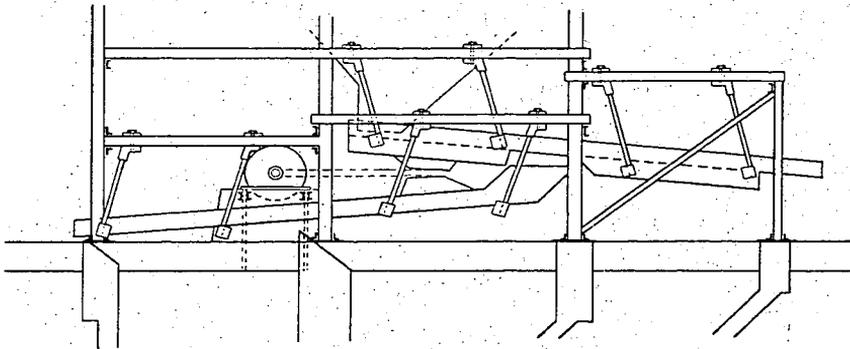


Abb. 24. Doppel-Kurbelschwingsieb (Bamag).

β) Schwingsiebe.

Zweiteiliges Kurbelschwingsieb. Gegenüber dem obengenannten einfachen Kurbelschwingsieb gibt das sehr verbreitete Doppelschwingsieb (Abb. 24) mit Antrieb von einer gemeinsamen Kurbel- oder Exzenterwelle einen gewissen Ausgleich der schwingenden Massen, der aber zusätzlich durch entsprechende Bemessung der Teilgewichte und der Schwungradgewichte erreicht werden muß und dennoch Schwingungsübertragungen auf das Gebäude nicht ganz vermeiden kann, weil die Schwere des Antriebes zu dessen festem Einbau in die Konstruktion

zwingt. Der Koks fällt im allgemeinen auf das 40-mm-Sieb des oberen Siebkastens, durch das alles Korn unter 40 mm auf das unterliegende Schwingsieb mit Grus- und Perlsieb abgezweigt wird, während das Grobkorn auf dem oberen Sieb über die 60- und 90-mm-Lochung läuft.

Der Angriff von der Kurbelwelle auf die Siebkästen wird durch Schubstangen bewirkt, die den zu übertragenden Kräften entsprechend starr und festverbunden sein müssen und nur durch ihre Formgebung eine gewisse Elastizität haben, z. B. ausgekehlte Flachvierkantholzfedern (Bamag) oder in Gußköpfen gehaltene parallele Rundholzstangen (Eschwerke). — Die Siebkästen hängen oder stehen, wie bei den Schwingsieben bisher üblich, in schräggestellten Schwingern (Holzfedern, Stahlfedern, Manilarohre).

Die Umdrehungszahl der Antriebswelle beträgt 200 bis 300/min. Das Siebgut erhält bei jedem Hub des Siebes eine Wurfbewegung und fällt auf das Sieb zurück. Trotz dieser Hubbewegung ist eine Schrägstellung der Siebe notwendig, um die Fortbewegung des Kokes zu beschleunigen.

Resonanzsiebe. Der plötzliche Richtungswechsel der beim Schwingsieb in kurzer Folge hin und her gehenden Massenkräfte beansprucht den Antrieb stärker als die eigentliche Siebarbeit. Diese Massenkräfte führen die Resonanzsiebe (Carlshütte, System Schieferstein-Carlshütte; Humboldt; Krupp-Gruson)¹⁾ als nutzbare Schwingungen auf die bewegten Siebkästen zurück durch Anordnung starker Spiralfedern besonderer Bauart, die an den die Siebkästen tragenden Schwingern rechtwinklig zu diesen eingebaut sind. Sie verwandeln also kinetische Energie in potentielle und sparen dadurch wesentlich an Antriebsenergie^{2) 3)}. Diese Kraftumwandlung stellt allerdings an diese »Resonanzfedern« sehr erhebliche Anforderungen, die in der Zeit ihrer Entwicklung öfter zu Brüchen und

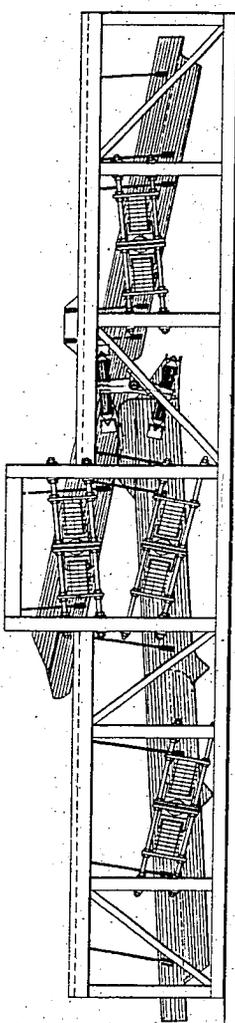


Abb. 25. Resonanz-Sieb (Schieferstein-Carlshütte).

¹⁾ Schieferstein, DRP. 431928 u. Zusatz- und Auslands-Pat.

²⁾ Müller, Fr. (Kokereiaussch.-Ber. 24/1926), Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 938 TR.

³⁾ Bamag, Gas- u. Wasserfach 72 (1929), S. 436.

zu einer dementsprechend schweren Ausbildung führten. Die Theorie und Praxis dieser Schwingungen sind vom Laboratorium für Schwingungstechnik, Berlin, weitgehend durchgearbeitet worden, so daß auf diese Veröffentlichungen¹⁾ besonders hinzuweisen ist.

Die jetzt bis zu Leistungen von 100 t/h ausgeführten Schieferstein-Carlshütte-Schwingsiebe können sowohl in geneigter wie waagerechter Anordnung gebaut werden (Abb. 25); sie lassen »die Siebkästen zwischen elastischen Mitteln in der Resonanzlage oder in deren Nähe schwingen«. Der Antrieb wird durch Schubstangen oder durch ein in Öl laufendes Schwinghebelgetriebe über elastische Verbindungen vermittelt. Der Schwingungsausschlag der Siebkästen ist innerhalb weiter Grenzen regulierbar. Die Siebblechanordnung entspricht der des gegenläufigen Doppel-Kurbelschwingsiebes.

Bamag-Schwingsieb. Die gegenläufigen ausgeglichenen Siebkästen dieser Bauart hängen ähnlich den Resonanzsieben in einem Gitterträger. Dieser ist nicht mit dem Gebäude verankert, sondern die geringen verbleibenden Schwingungen werden durch eine lose Rollenverlagerung übernommen, so daß Gebäudeerschütterungen nicht in Frage kommen; eine leichte Federung hält das Siebgerüst in Mittellage²⁾. Die Art der Siebbewegung gestattet eine waagerechte Anordnung der Siebfläche, also günstigsten Durchgang des Siebgutes. Die Umdrehungszahl ist normal 300/min.

Koppers-Isodyn-Sieb. Die ebenfalls in einem Gitterträger gegenläufig aufgehängten Siebkästen sind in ihrer Bewegung nicht nur statisch, sondern einschließlich einer beliebig wechselnden Siebaufgabe auch dynamisch ausgewuchtet³⁾ (Abb. 26). Der Antrieb wird auf die Siebkästen über freischwingende Schwingrahmen (*G* in Abb. 26) übertragen, die sich bei Veränderung der Siebbelastung selbsttätig gegenseitig so verlegen, daß sich die Massenkräfte ausgleichen. Außerdem sind alle Gelenke außer den Pleuelstangen-Kopflagern zur Aufnahme der kinetischen Energie des Siebrichtungswechsels gummigepuffert. Die Umdrehungszahlen um 300/min und der Hub werden dem Siebgut angepaßt durch Herstellung des für dieses günstigsten Verhältnisses zwischen senkrechter und waagerechter Materialbewegung. Hierzu dient die Verbindungsspindel der Schwingrahmen (*H* in Abb. 26). Dieses Sieb zeichnet sich besonders durch Schwingungsfreiheit der Konstruktion und geringen Kraftverbrauch aus. Die Siebkästen hängen waagrecht und werden nicht durch eingespannte Schwingerfedern, sondern durch in Gelenken hängende Tragstäbe gehalten.

¹⁾ Schieferstein, H., Bayr. Ind. u. Gew.-Blatt 1925, Nr. 19/20; »Maschinenbau« (VDI-Verl.), Bd. 7, S. 749; Ztschr. VDI. 77 (1933), Nr. 3.

²⁾ Bamag-Meguïn A.-G., DRP. 472049.

³⁾ Koppers, DRP. 606397 und Ausl.-Pat.

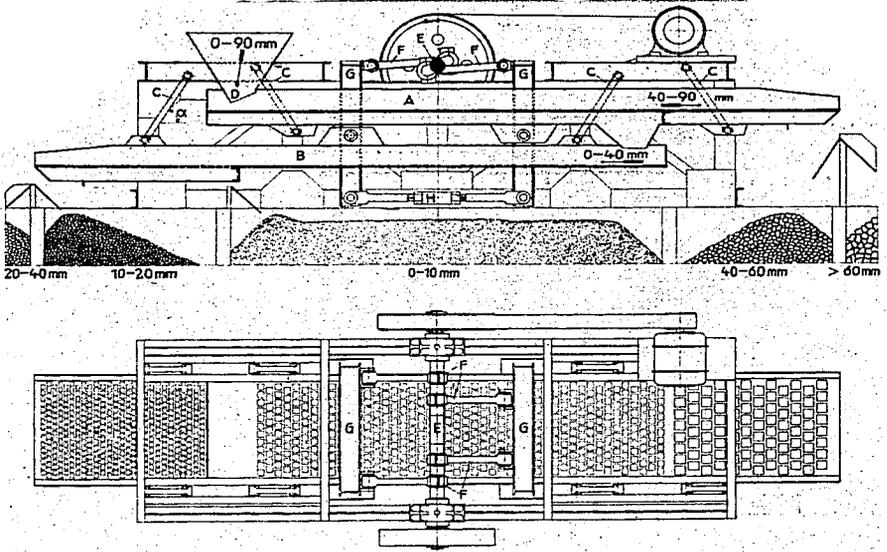


Abb. 26. Isodyn-Sieb (Koppers).

Das Humboldt-Wißmann-Ellipsensieb¹⁾, nach seiner geringen Umlaufzahl von unter 200 min und dem starken Hub als Schwing-sieb zu bezeichnen, gibt der Siebbewegung durch besondere Übertragung des Kurbelantriebes die Form einer Ellipse und dem Siebgut einen fast senkrechten Fall auf das waagrecht schwingende Sieb. Die Schwingungen sind durch Schwungräder mit Gegengewichten ausgeglichen.

Ein Schwingsieb mit Antrieb nach Schenck-Heymann wurde im Gaswerk Darmstadt 1932 an Stelle eines älteren Kurbel-

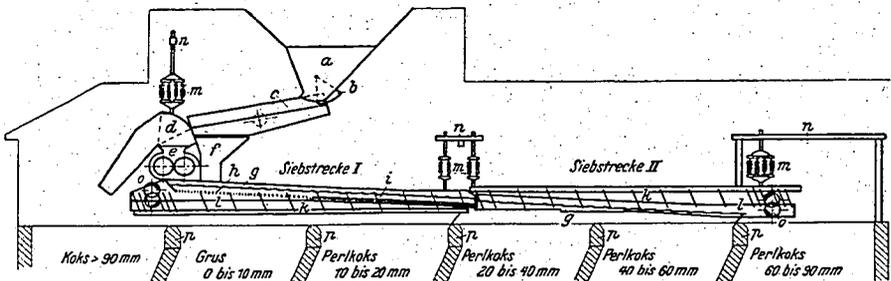


Abb. 27. Schwingsieb (Schenck-Heymann).

¹⁾ Humboldt-Wißmann; DRP. 98 658.

schwingsiebes eingebaut¹⁾), und zwar aus örtlichen Gründen ein hintereinandergeschaltetes doppeltes Flachschwingsieb (Abb. 27). Die Siebkästen hängen bzw. stehen auf schrägen Blattfedern in als »Isolierbett« bezeichneten Gitterträgern, die in starken Spiralfedern hängen zur Verhütung von Gebäudeschwingungen. Der Antrieb nach Schenk-Heymann mit 1000 U/min bei niedrigem Schwingungshub ergibt eine den Vibratoren (s. später) nahekommende Bewegung und eine besonders hohe Siebgeschwindigkeit. Dieser Antrieb erfolgt für jeden Siebkasten getrennt durch am Ende angebrachte Schwingungserreger (Exzenter-Rotoren); diese sind mit dem direkt gekuppelten Motor durch eine Gelenkwelle verbunden. Diese Anlage ist auch insofern bemerkenswert, als dem oben unter einfachen Kurbelschwingsieben erwähnten förder-technischen Nachteil der Belastung der Kleinsiebe mit der gesamten Koks menge dadurch begegnet ist, daß das Asche- und Perlsieb von einem großgelochten Kaskadensieb überlagert ist. Dieses läßt nur das Kleinkorn unter 20 mm auf die Kleinsiebe kommen, entlastet sie aber völlig vom Grobkokstransport.

Das Reubold-Freilauf-Schwingsieb²⁾, eine auf schrägen Schwingern mit mittlerer Umlaufzahl (400/min) und sehr geringem Hub waagrecht angeordnete Siebrinne, hat die besondere Einrichtung, daß der Fliehkraft-Antrieb erst mit dem Sieb gekuppelt wird, wenn er normale Betriebsdrehzahl erreicht hat, und entsprechend bei Stillsetzen sofort ausgekuppelt wird. Dadurch wird das bei vibrierenden Sieben (s. später) oft störende allmähliche »Aufschaukeln« mit unerwünscht großen Interferenzschwingungen vermieden.

γ) *Vibrationssiebe.*

Die Vibrationssiebe, die in der neuzeitlichen Siebtechnik eine ständig wachsende Bedeutung gewinnen, werden grundsätzlich durch Unbalancen, d. h. exzentrisch belastete, nicht ausgewuchtete Wellen angetrieben, wobei die exzentrisch liegende Masse verhältnismäßig gering ist. Diese Unbalancewelle ist im Siebrahmen fest eingebaut und würde diesem, wenn er frei aufgehängt wäre, eine der Schwerkraftverlagerung entsprechende kreisende Schwingung übertragen. Der Siebrahmen wird aber auf einem Unterrahmen oder Unterbau in Federn aufgestellt und die kreisende Schwingungsneigung wird dadurch in eine stark gedämpfte, vibrierende Schwingung übergeführt. Die Unbalance-Welle wird durch Riemen oder unmittelbar durch Gelenkwellenkupplung mit 1000 bis 3000 U/min angetrieben. Beim Anlaufen des Siebes überwiegt einige Sekunden lang die kreisende Siebrahmenbewegung, bis das Tragfeder-system zu gleichmäßiger Schwingung erregt ist und ergibt das sog.

¹⁾ Nuß, M., Zeitschr. VDI. 76 (1932), S. 757.

²⁾ Reubold, W., DRP. 530483.

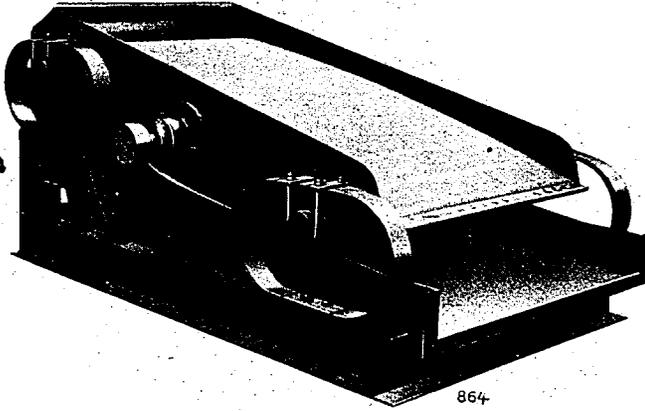


Abb. 28. Girotor (Strebtechnik).

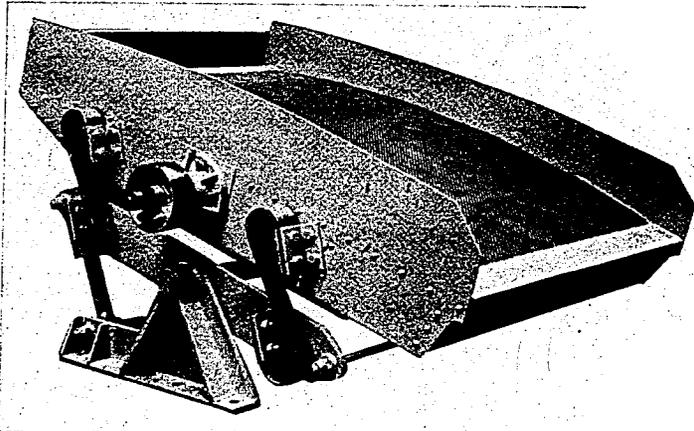


Abb. 29. Vibrator (Carlshütte).

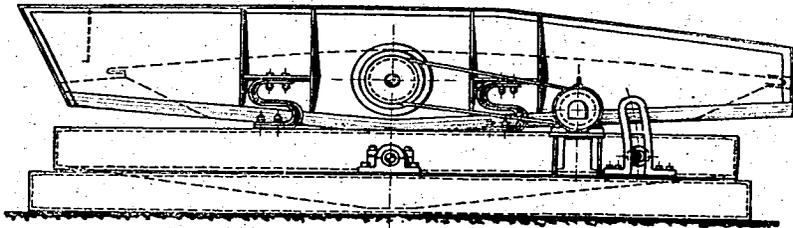


Abb. 30. Vibrator (Flämrich):

Aufschaukeln des Vibrators; ebenso folgt beim Stillsetzen kurz vor dem Stillstand ein kurzes »Abschaukeln« des Siebrahmens.

Hinsichtlich Art der Siebe wird auf die Besprechung der Siebeläge (S. 37) verwiesen. Die leichten Siebe kleiner Körnungen werden gewölbt aufgespannt, nur schwere Beläge plan aufgelegt.

Die dem Siebgut vom vibrierenden Sieb übertragene Bewegung ist keine Wurfbahn wie beim Schwingsieb, sondern ein entsprechend der Art und Zahl der Impulse weniger hohes, aber häufigeres Springen, das einem Schweben nahe kommt. Im einzelnen ist die Bewegungsart des Kornes auf der Siebfläche beeinflusst von der Form, Lage und Stärke der Federn, der Umlaufzahl und Stärke der Unbalance, der Neigung

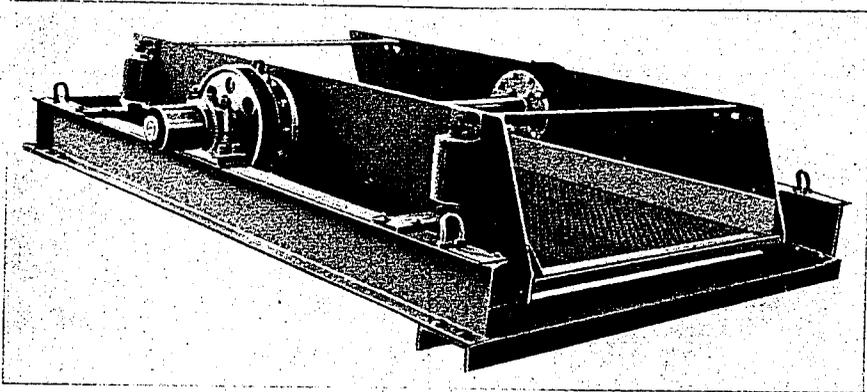


Abb. 31. Vibrator (Esch).

der Siebfläche und der Korngröße und Menge der Aufgabe. Die Abstimmung von Korngröße, Aufgabemenge und Siebneigung ist für den Sieberfolg besonders wichtig. Größeres Korn erfordert größere Neigung.

Vibratoren werden sowohl mit einem Siebelag ausgeführt und in dieser Form wegen der guten Übersicht oft bevorzugt, andererseits aber auch mit 2 oder 3 Belägen — in abnehmender Sieblochung — zur Gewinnung mehrerer Sortierungen auf engstem Raum gebaut.

Der Kraftbedarf ist, da keine großen Massen zu bewegen, sondern nur die Schwingungen einzuleiten und zu erhalten sind, sehr gering und beträgt nur wenige PS. Die Isolierung der Siebschwingungen gegen die Gebäudeschwingungen ist beim Vibrator an sich leichter, weil seine Schwingungszahlen mit 1000 bis 3000/min wesentlich höher liegen als die bei festen Gebäuden vorkommenden; bei den üblichen Vibratorsieben erfolgt deshalb keine Schwingungsübertragung. — Die zunächst für kleinere Leistungen bewährten Vibratoren werden in neuerer Zeit für immer größeren Durchsatz erfolgreich angewandt.

Nachfolgend sind einige Ausführungsformen von Vibratoren — ohne kritischen Vergleich — nur hinsichtlich der augenfälligen, in der Anordnung der Federung liegenden Unterschiede als Beispiele angeführt.

Die Vibratoren (leichte Bauart) und Girotoren (schwere Bauart, bis 5 m² Siebfläche und bis 125 t Koks/h) der »Siebtechnik« stehen in paarig zusammengefaßten, hufeisenförmigen Federn (Abb. 28, 41), die Carlshütte-Vibratoren auf schräggestellten S-Federn (Abb. 29),

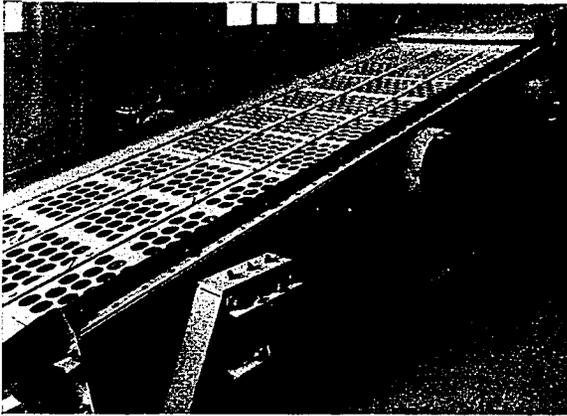


Abb. 32. Vibrator (Schenck).

die Flämrich-Vibratoren auf waagrecht gestellten Mehrblatt-S-Federn (Abb. 30).

Spiralfedern verwendet der Esch-Vibrator (Abb. 31), der den Siebkasten aufgeführte Spiralfedern stellt, und der Schenck-Heymann-Vibrator (Wuchtsieb), der das Sieb zwischen stehenden und hängenden Spiralfedern anordnet (Abb. 32).

Die in der Federung liegende Betonung der senkrechten Wurfkomponente wird mehrfach als für den Vibratoreffekt besonders wichtig hervorgehoben.

Vibratoren können praktisch jedem Siebzweck entsprechend ausgebildet werden. Besonders geeignet sind sie aber ihrer Natur nach für Aussiebung eines relativ kleineren Unterkornanteils (vgl. Nachsiebung), wobei die Siebfläche durch das Oberkorn weitgehend gleichmäßig belastet bleibt.

δ) Rätter.

Zu den Plansieben gehört noch der durch seine Bewegungsform einzeln stehende Rätter. Seine Bewegung ist der beim Sieben mit Handsieb üblichen waagrecht schwenkenden nachgebildet.

Die Planrätter (Humboldt), meist als Doppel-Planrätter ausgeführt, sind geneigte, kugelgelagerte Plansiebe, die durch eine senkrechte Kurbelwelle eine waagerechte, schüttelnde Bewegung erhalten.

Im einzelnen hat der gebietsweise verbreitete Rätter je nach dem Verwendungszweck eine sehr verschiedene Ausbildung erfahren.

Bei allen mehrsiebigen Anordnungen der Vibratoren und Rätter sind die Siebbeläge in abnehmender Lochung eingebaut, im allgemeinen auf 2 übereinander angeordnete Aggregate verteilt, wobei jeweils das Unterkorn auf das nächst kleinere Sieb durchfällt und jeder Siebbelag nur die ihm entsprechende Körnung zu fördern hat.

c) Trommelsiebe.

Gegenüber den starken Schwingungen und Massenbewegungen der Kurbelschwingsiebe und den dafür nötigen großen Antriebskräften haben die Trommelsiebe den Vorteil eines völlig schwingungsfreien Laufes und nur geringen Kraftbedarfs.



Abb. 33. Herold-Siebtrömmel (Reubold).

Der vereinzelt im Kokereibetrieb angewandte Trommelrost, eine Siebtrommel aus in Richtung der Achse angeordneten Stäben, diente sowohl zum Wegtransport von Koks am Bunkerauslauf als auch gleichzeitig zum Absieben des Kleinkokses, der erst in das Trommelinnere und entgegengesetzt wieder hinausfällt (vgl. in Abb. 4 am Bunkerauslauf).

Trommelsiebe bestanden ursprünglich aus einem Rohr mit Sieb-
lochung, dem zum besseren Fördern Leit- oder Förderbleche eingebaut wurden.

Eine grundsätzlich neue Art der Trommelabsiebung stellt die vielfach gebrauchte Herold-Siebtrömmel dar¹⁾. Bei dieser sind auch die Förderbleche im Innern der Trommel als Siebkörper ausgebildet und die Trommelwandung ist nur soweit gelocht als sie vom Koksstrom berührt wird (Abb. 33). Die Fördersiebkörper stellen Gewindegänge im Trommelraum dar; durch Öffnungen in der Trommelwand wird der durch die Innensiebe abgetrennte Koks in unterliegende Bunker auf schnellstem Wege abgelassen. Die Trommel läuft mit 8 bis 10 U/min. Diese wegen ihrer an sich sehr sauberen Klassierung lange Zeit und örtlich auch jetzt noch beliebte Siebtrommel²⁾ hat allerdings besonders den Nachteil

¹⁾ Reubold, W., DRP. 325 627.

²⁾ Steinbach, Gas- u. Wasserfach 72 (1929), S. 182.

der zunehmenden Lochung mit einem Gesamtkokstransport durch den kleingelochten Anfang der Trommel, damit also starken Verschleiß, dessen Ersatz naturgemäß schwieriger ist als bei einem Flachsieb. Bei sehr nassem Koks wird durch die sanftere Bewegung in der Trommel der anhängende Grus nicht gut abgeschüttelt. Diese Siebart hat deshalb in anderen Industriezweigen auf die Dauer mehr Bewährung gefunden als für den ihr ungünstigeren Koks.

d) Siebbeläge.

Das früher fast allein übliche Rundlochsieb ist zwar auch jetzt noch vielerorts in Gebrauch, in sehr vielen Fällen ist es aber durch andere Locharten oder andersartige Beläge verdrängt worden, hauptsächlich

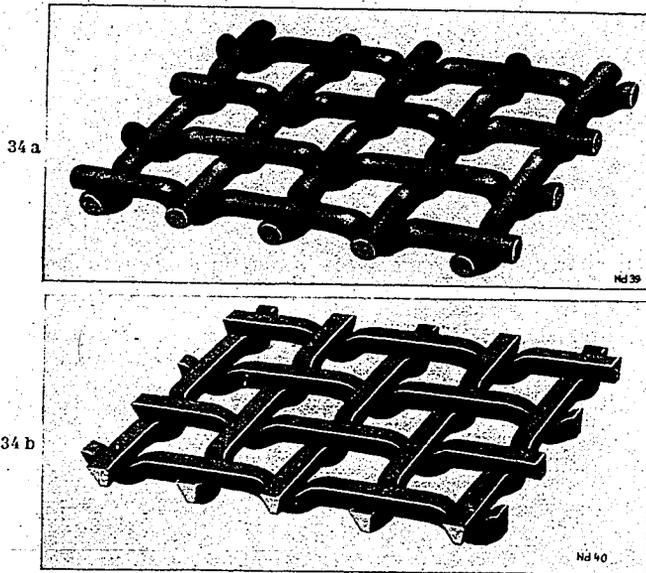


Abb. 34. Dovex-Siebe (Herrmann).

wegen seiner verhältnismäßig geringen freien Siebfläche. Mit einem Viereckloch läßt sich je m^2 Siebblech viel mehr freie Öffnung unterbringen, natürlich je nach Stegbreite noch verschieden, und es sind Vierecklochebleche sowohl in diagonal-quadratischer, wie neuerdings in seitenparallel-quadratischer oder auch schwach rechteckiger Lochung stark verbreitet.

Als Material wird neben handelsüblichen Stahlblechen, die durch Koks schnell verschleifen, ein zähhartes Mangan-Hartstahlblech vorgezogen, dessen hoher Preis der besseren Verschleißfestigkeit entspricht, oder auch Flußstahlbleche höherer Festigkeit.

Noch weiter als die Vierecklochbleche gehen hinsichtlich der freien Siebfläche die Drahtgewebesiebe, sie sowohl aus Runddraht wie auch aus Profildraht hergestellt werden (Herrmann-Dovex-Siebe) (Abb. 34). Der Profildraht bezweckt gegenüber dem parallelwandigen Loch des Lochblechs oder dem in der Mitte eingeschnürten Loch des Runddrahtsieves eine in der Durchfallrichtung erweiterte Öffnung zur Verhütung des Festklemmens von kleinen Stücken. Diese Drahtgewebe eignen sich weniger für Schwingsiebe, die dem Koks nur eine Wurfbewegung geben. Diese Bewegung genügt nicht, um ein stengeliges oder keilförmiges Koksstück, das senkrecht in einer Masche steckt, wieder hinauszuerwerfen. Dagegen ist bei vibrierenden Sieben mit stark vertikaler Komponente das Drahtsieb besonders geeignet. Wegen der geringen Stegbreite können nur sehr verschleißfeste Drähte verwendet werden (Federstahl, Manganhartstahl, für Feinsiebe auch Phosphorbronce).

Zur Absiebung von Feinkorn oder Staub wird, weil ein so enges Maschensieb sich leicht zusetzt, ein Langmaschengewebe oder besser noch ein Harfenge-webe (Querdrahtabstand 100 bis 150 mm) vorgezo-gen. Noch weiter geht in dieser Richtung der Flämrich-Harfenvibrator, der das Siebgewebe durch in Bündeln zusammenge-

faßte, über gerillten Querstäben straffgespannte Einzeldrähte ersetzt¹⁾ (Abb. 35). Die dadurch völlig glatte Oberfläche und eine leichte Eigenschwingung der langen Drahtabschnitte ermöglichen eine sehr weitgehende Feinabsiebung.

Zwecks ständiger Umlagerung und dadurch verbesserter Absiebung werden auch Treppensiebe mit den üblichen Rund- und dgl. Lochungen,

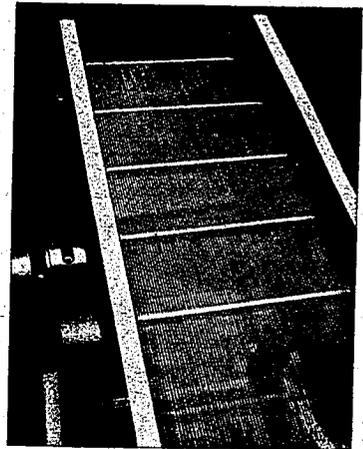


Abb. 35. Harfen-Vibrator (Flämrich).

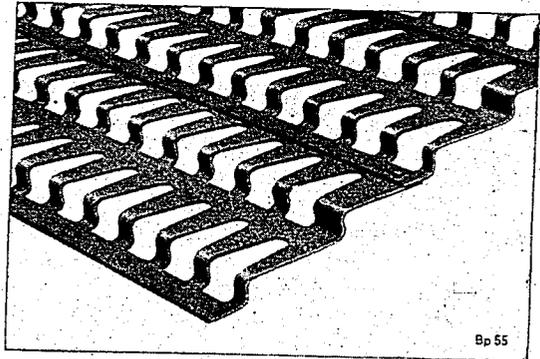


Abb. 36. Stufensieb (Herrmann).

¹⁾ Flämrich, DRPa.

oder besser mit dem in der Wurfriechung erweiterten, sich daher nicht versetzenden Schlitzloch (Herrmann-Dresden) (Abb. 36) verwendet. Letzteres ist auch besonders geeignet als feststehendes Schrägsieb für Nachsiebung kleiner Körnungen (s. daselbst). Zur Gruppe der Treppensiebe gehört auch das Kaskadensieb nach Schenk¹⁾ (Abb. 27).

Hinsichtlich des obenerwähnten Überganges vom Rundloch zu den viereckigen Lochungen oder Maschen muß darauf hingewiesen werden, daß z. B. ein 60-mm-Rundloch mit einem 60-mm-Quadratloch keinesfalls gleich bewertet werden kann, daß vielmehr letzteres infolge der um 28% größeren freien Öffnung wesentlich größere Koksstücke durchfallen läßt als das Rundloch. Verschleißt das Quadratloch auf z. B. 63 mm Kantenlänge, so ist seine Öffnung um 40% größer als ein 60-mm-Rundloch, während ein auf 63 mm Dmr. verschlissenes Rundloch nur 10% größer ist als bei 60 mm Dmr. Ähnlich sind die Größenverhältnisse bei den 40- und 90-mm-Rund- und Quadratlochsieben.

Da, wie oben erwähnt, die Handelskörnungen genormt sind, ist es nicht gleichgültig, ob das Korn durch ein der Normbezeichnung entsprechendes Rundloch oder eine wesentlich größere Sieböffnung abgetrennt wird. Im Interesse der Vereinheitlichung der Verkaufserzeugnisse muß gefordert werden, daß so starke Abweichungen der Lochgrößen vermieden werden. Das kann, wie durch eingehende Versuche des DVGW-Ausschusses »Kokssiebnormung« 1936/37, festgestellt wurde¹⁾, durch Verwendung einer der Rundlochoffnung näherkommenden Vierkantöffnung erreicht werden, deren Durchmesser wenige mm niedriger liegt als der des entsprechenden Rundloches. Auf vorgenanntes Beispiel angewandt ergibt dies folgendes: Ein Quadratloch von 57 mm hat nur 15% mehr Öffnung als das 60-mm-Rundloch, und bei Verschleiß erreicht es nicht so schnell so abweichende Werte wie das an sich schon viel zu große 60-mm-Quadratloch. Es ist deshalb richtiger, Quadratlochblechen grundsätzlich eine um wenige mm kleinere Lochung zu geben, z. B. 37-, 56-, 85-mm-Vierkantloch statt 40-, 60-, 90-mm-Rundloch.

Zur Prüfung der Kokskörnungen wurde von obengenanntem Ausschuss ein Prüfverfahren (Durchsteckverfahren) ausgearbeitet (vgl. auch »Untersuchungsmethoden« in Band 5), das jede Kokskörnung eindeutig zu charakterisieren gestattet²⁾, durch Festlegung der Begriffe Überkorn, Normalkorn und Unterkorn, sowie einer einfachen Versuchseinrichtung, die reproduzierbare Werte ergibt.

e) Bunker, Nachsieb- und Verlade-Einrichtungen.

Zwischen den sich grundsätzlich widersprechenden Forderungen auf möglichst großen Bunkerraum als Verladereserve, möglichst geringe Fallhöhe im Bunker und vielseitige, aber auch vollständige Entleerbar-

¹⁾ Nuß, M., ZVDI 76 (1932), S. 757.

²⁾ Wehrmann, Fr. (Ausschußbericht), Gas- u. Wasserfach 81 (1938), S. 164.

keit muß nach örtlichen Verhältnissen ein geeigneter Mittelweg gesucht werden.

Die erwähnte, für Grobkoks sehr dienliche Schrägbodenbunker-Bauart (S. 14) ist wohl für Sammelbunker geeignet, für die Grobkörnigen in der Aufbereitung aber baulich schwer unterzubringen. Eine gewisse Fallhöhe muß deshalb im allgemeinen in Kauf genommen werden. Der

zerstörende Fall von Grobkoks kann nur durch Einbauten gemildert werden, z. B. durch Einbau einer Schrägfläche in der oberen Hälfte des Bunkers oder besser durch Spiralrutschen (Humboldt, Carlshütte) (Abb. 37).

Das Bunkerinnere muß wegen der verschleißenden Wirkung des Kokes, wenigstens bei Grobkör-

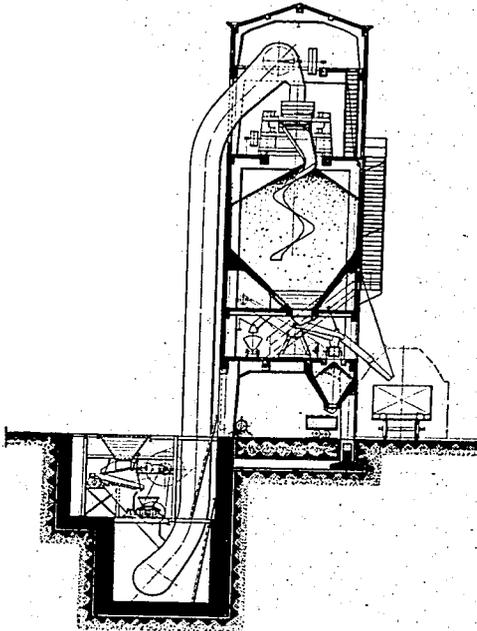


Abb. 37. Spiralrutsche im Koksunker (Carlshütte).

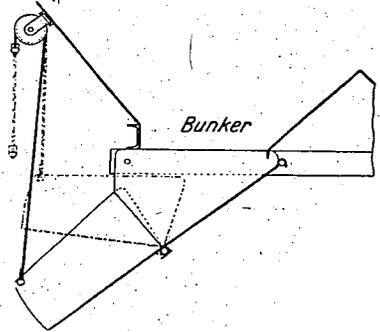


Abb. 38. Koksunker-Auslaufschurre.

nungen, gut geschützt sein, Eisenbunker durch leicht auswechselbare Schleißbleche, auch Gußplatten, oder Betonbunker durch einen Tortret-Spritz-Putz. Bei Bunkern für Grus hat sich auch Glasverkleidung bewährt.

Die Ausbildung des Bunkerbodens richtet sich nach der Zahl der verlangten Entleerungsmöglichkeiten, zumeist üblich sind ein Auslauf in der Mitte für Waggönverladung und zwei Seitenausläufe. Beschränkung auf zwei Zapfstellen je Bunker ermöglichen bessere Bunkerraumausnützung.

Die Bunkerausläufe sollen möglichst den Koks schonen. Rund- und Flachschieber quetschen den Koks beim Schließen, günstiger sind Klappschürren (Abb. 38), die durch Böschungswinkel abschließen, oder bewegliche, wegfördernde Einrichtungen, z. B. Trommelroste, Rollen-

roste oder Förderbänder, die den Koks am offenstehenden Auslauf weg-
arbeiten.

Über Vorrichtungen zum Schutz der Bunkerausläufe gegen Frost-
störungen mittels Heizung sind verschiedene Vorschläge gemacht
worden¹⁾ ²⁾. Das einfachste Verfahren ist eine Gasfackel, ein mit Schlauch
an eine geeignete Zapfstelle an der Aufbereitung angeschlossenes Gas-
rohr von solcher Länge, daß die Ausläufe damit von unten erreichbar
sind, zum Auftauen nach längerer Gebrauchspause.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Nachsiebung des Kokses vor
der Verladung oder Einzelabgabe, um so mehr, je weicher und klüftiger
die Koksbeschaffenheit und je größer die Fallhöhe im Bunker ist. Unter-
korn in Mengen von mehr als 2 bis 3% schädigt das Aussehen einer
Körnung und damit den Verkaufswert, sowie zumeist auch den prak-
tischen Verbrauchswert. Alle vorher aufgewandte Sorgfalt ist unter
Umständen nutzlos, wenn die Nachsiebung vernachlässigt wird. Die
obenerwähnten Arbeiten über Kokssiebnormung³⁾ erstreckten sich ins-
besondere auch hierauf und es wurde als Ergebnis festgestellt:

Feststehende Flachsiebe sind praktisch wertlos, wenn der Koks
nicht in ganz dünner, unter normaler Leistung liegender Schicht
darüberrollt;

für kleine Körnungen (Nuß III) und bei sehr hartem, an sich
unterkornarmem, gröberem Koks ist ein feststehendes Stufensieb
im allgemeinen anwendbar;

für Unterkorn enthaltenden Koks sind aber grundsätzlich
bewegte Nachsieveinrichtungen notwendig.

Scheibenroste sind für diese Nachsiebung brauchbar, haben aber
den Nachteil, daß sie das untere Grenzkorn, das noch zur Sortierung
gehört, mehr durchfallen lassen als Loch- und Maschensiebe. Flachsiebe
mit vorwiegend horizontaler Wurfbahn sind, da das durch das Sieb
fallende Gut in seinem Mengenanteil sehr gering ist, viel weniger ge-
eignet als Vibrationssiebe und diese um so mehr, je stärker die vertikale
Bewegungskomponente ausgeprägt ist. Ferner ist zu beachten, daß der
verhältnismäßig große, auf dem Sieb bleibende Anteil geringere Sieb-
belastungen zuläßt als beim Sieben stark unterschiedlicher Körnungs-
gemische.

Nachsieveinrichtungen müssen entsprechend den örtlichen Absatz-
verhältnissen so bemessen sein, daß Fahrzeugbelastungen ohne Über-
lastung des Siebes in angemessener Zeit erfolgen können. — Um Nach-
zerkleinerung nach der Nachsiebung einzuschränken, wird der Koks

¹⁾ Pfeiffer, Gas- u. Wasserfach 65 (1922), S. 582.

²⁾ Gaswerk Horsens, Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 89.

³⁾ Wehrmann, Fr., Gas- u. Wasserfach 81 (1938), S. 164.

vom Nachsieb über ein heb- und senkbares Gummiförderband mit möglichst geringer Fallhöhe in den Waggon oder das Fahrzeug abgeladelt. — Einrichtungen für Sackverladung oder für den Verkauf über Raumgefäße werden zweckmäßig in Fuhrwerkshöhe angebracht, um ein Hochheben der Säcke oder Kübel zu vermeiden.

D. Kokslager und Lagerbewegung.

1. Das Kokslager.

Die Meinungen über die zweckmäßigste Durchführung des Kokslagers sind sehr geteilt und werden vorwiegend örtlich zu beurteilen sein.

Buchholz¹⁾ fordert, daß Überschußkoks sofort sortiert werden soll, weil unsortierter beim Nachsortieren nochmals Zerfall gibt. Binder²⁾ zieht die Lagerung des unsortierten Koks vor, damit er durch langsame Abkühlung auf dem Lager weniger Zerfall hat. Rodde³⁾ verlangt gedeckte Lagerung wegen Frostgefährdung.

Weiter ist die Forderung zu erwähnen, daß selbst sortierter Koks nur nachsortiert abgesetzt werden darf.

Alle diese Forderungen haben ihre grundsätzliche Berechtigung. Der Vorteil der Kaltkoks-Sortierung wurde oben (S. 4, 13)²⁾ betont. Nachsortieren ist auf jeden Fall nötig. Lagern unsortierten Koks bedeutet zugleich einen Mehr-Lagerbestand von 10 bis 15% Kleinkoks, der bei Zentralgeneratorbetrieb oder dgl. laufend verarbeitet werden kann und bei knappem Lagerplatz sehr stört. Zweimaliges Sortieren gibt natürlich etwas mehr Zerfall als einmaliges, aber bei gutem festem Koks ist dies nicht erheblich. Gedeckte Lagerung ist meist nicht durchführbar. Nasser Lagerkoks wird möglichst mit Frischkoks in der Aufbereitung gemischt. In frostreichen Gegenden kann durch Zerfrieren nassen Koks zeitweise ein Mehranfall an Kleinkoks eintreten, doch ist dieser Schaden sicher geringer als die Anlage- und Betriebskosten für eine Halle mit Sondertransportanlagen.

Abgesehen von der Frostgefahr und den Wassergehaltänderungen durch Regen bleibt der Lagerkoks physikalisch unverändert; chemisch tritt langsam eine Verringerung des Sulfid-Schwefel-Gehaltes durch Oxydation des Schwefeleisens ein⁴⁾.

2. Die Bedienung des Kokslagers.

Mehr noch als die grundsätzliche Behandlung des Kokslagers zeigen die zugehörigen Transportanlagen eine ungeheure Verschiedenartigkeit, so daß nur ein Überblick über die grundsätzlichen Möglichkeiten gegeben

¹⁾ Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 409.

²⁾ Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 313.

³⁾ Gas- u. Wasserfach 66 (1923), S. 521.

⁴⁾ Brüggemann, Glückauf 1927, S. 564.

werden kann, nebst Erwähnung einiger ausgeführter, besonders hervortretender Anlagen.

Kleinwerke bis zu 1,5 Mio m³ kommen, wie erwähnt¹⁾, im allgemeinen mit Handbedienung zum und vom Lager aus und sortieren dann den Bedarfskoks mit einem verfahrbaren Schüttelsieb. Als erste Hilfs-

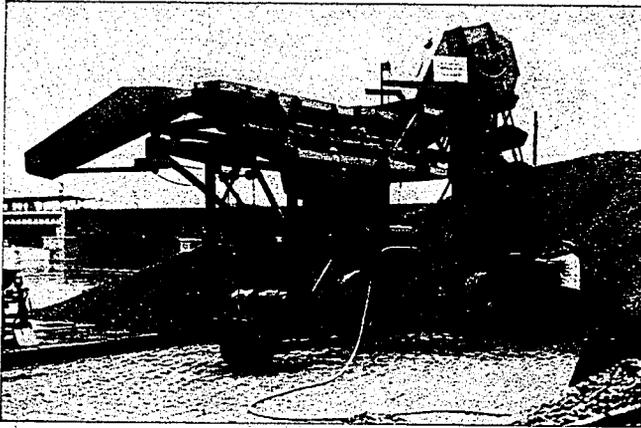


Abb. 39. Fahrbare Koksauflbereitung (Bamag).

einrichtung tritt hierzu das fahrbare Gummitransportband (Bleichert, MAN, Bamag u. a.) sowohl zum Stapeln als auch zur Zuführung des Koks zur fahrbaren Siebanlage. Die fahrbaren Siebanlagen mit oder ohne Brecher haben je nach Größe die verschiedensten Aus-

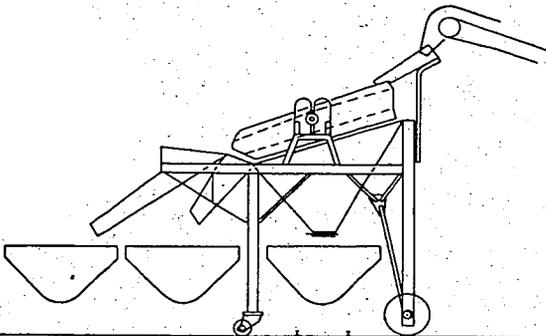


Abb. 40. Fahrbare Koksauflbereitung (Siebtechnik).

bildungen erfahren, die im kleinen die oben geschilderten Entwicklungen der Aufbereitungstechnik wieder spiegeln (Eitle, Bamag (Abb. 39), Stotz, Schenk, Siebtechnik (Abb. 40) u. a. m.)²⁾. Die zentrale, feststehende Aufbereitung ist aber vorzuziehen und setzt sich immer mehr durch wegen der einfacheren Bedienung. Zur Verbindung

¹⁾ Behr, Gas- u. Wasserfach 71 (1928), S. 158.

²⁾ Haasters, C., Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 27; Het Gas 1923, Nr. 6.

zwischen dem Lager und der Aufbereitung dienen Fördereinrichtungen, die möglichst sowohl zwischen den Öfen und der Aufbereitung als auch zwischen der Aufbereitung und dem Lager arbeiten.

Die einfachste und anpassungsfähigste Form hierfür ist die Hängebahn mit Führerstand-Laufkatze und Greifer bzw. Traverse. Die Hängebahn ist, vor allem für geringe Leistungen, räumlich leicht unterzubringen, andererseits ist sie schwer zugänglich und zu überwachen. Die Laufkatze hat offenen Führersitz und Elektrozug oder bei größerer Anlage Führerhaus und Windwerk (Abb. 41, 42).

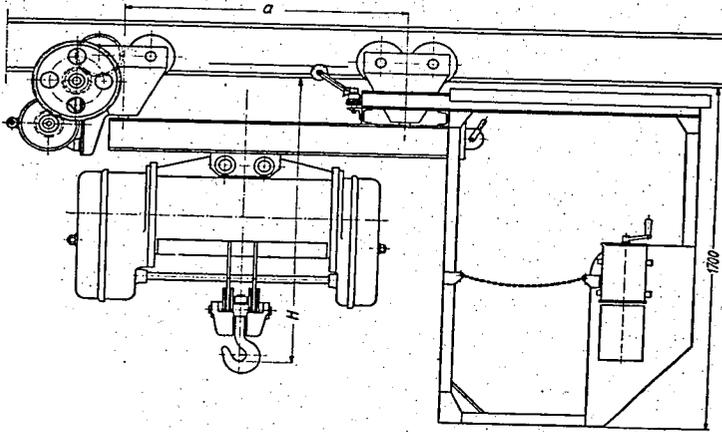


Abb. 41. Führerstand-Laufkatze (Bamag).

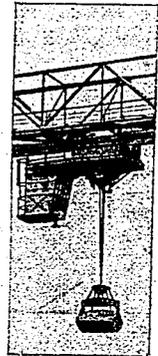


Abb. 42. Führerhaus-Laufkatze mit Greifer-Windwerk.

Mit Zunahme der Lagerplatzgröße werden Kranbrücken verwandt, und zwar sind steigend folgende Bauarten in Gebrauch:

Kranbrücken mit Laufkatze, auf feststehenden parallelen Laufgurten oder Krangerüsten laufend, sind noch üblich, werden aber neuerdings verdrängt durch fahrbare Portalbrücken. Diese werden ausgeführt:

- a) mit einfacher Laufkatze; hierbei muß meist bei jedem Arbeitsgang Katze und Brücke gleichzeitig verfahren werden (Abb. 43), oder
- b) mit Drehkatze; diese hat einen Ausleger von beschränkter Länge, bestreicht also immerhin einen breiteren Streifen ohne Verfahren der Brücke;

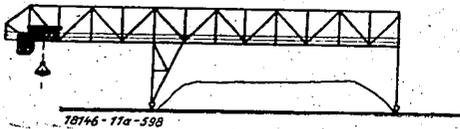


Abb. 43. Brücke mit Laufkatze (Demag).

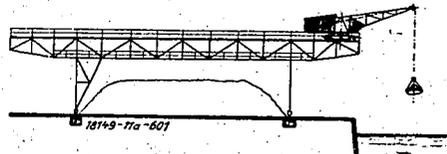


Abb. 44. Kran-Brücke (Demag).

- c) auf der Brücke fährt ein Drehkran, der einen je nach Ausladung breiteren Streifen bestreicht (Abb. 44), und
- d) Brücke mit Wippkran, der die besten Ausnutzungsmöglichkeiten infolge seines großen Auslegerbereichs bietet.

Die Ausführungen mit Laufkatze sind leichter und billiger, erfordern aber eine um die Katzenhöhe höhere Brücke, während der auf der Brücke laufende Kran die ganze lichte Höhe der Brücke auszunützen gestattet (Abb. 43, 44).

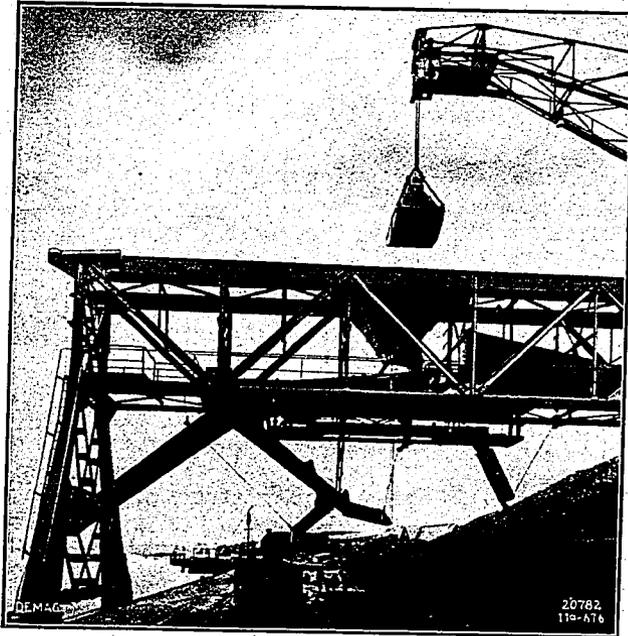


Abb. 45. Kranbrücke mit eingebauter Siebanlage (Demag).

Langgestreckte schmale Lagerplätze oder Werksgrundstücke werden mit einem auf langer Kranbahn verfahrbaren Dreh- oder Wippkran bedient. Die Kranbahn kann gegebenenfalls auch in Kurve (bis zu $r=140$ m) geführt werden.

Bei großen Lagern mit ausgedehnten Verladeanlagen ist der Rücktransport des Kokes zur zentralen Aufbereitung zu umständlich; dann kann eine Sortier- oder Nachsiebanlage auch in die Verladebrücke (s. oben) eingebaut werden (Abb. 45).

An Darstellungen mit Abbildungen von Großanlagen sind zu er-

wähnen die Berichte über die Kokstransportanlagen der Berliner Werke¹⁾ und von München²⁾.

Zum Greifen des Kokses vom Lager ist fast ausschließlich der Schalengreifer in Gebrauch, meist als Zweiseil-Greifer, mit Hubwerk und Schließwerk. Eine neue, an jedem nur mit Hubwerk ausgestatteten Kran bzw. Laufkatze verwendbare Bauart ist der Einseil-Greifer (Ulmog-Greifer³⁾) (Abb. 46). Der Schließmotor mit der von ihm angetriebenen Schließhydraulik ist im Kopf des Greifers eingekapselt, die Kabelzuführung wird von einer selbstaufrollenden Trommel geführt. Der Greifer ermöglicht sehr raschen Übergang von Seilbetrieb auf Greiferbetrieb. — Der für Grobkoks sehr günstige Polyp-Greifer (Demag; Abb. 47) kommt nur für Sonderanlagen in Frage.



Abb. 46. Ulmog-Einseil-Greifer.

E. Zusammenfassung und Ausblick.

Der grundsätzlich durchgeführten Gütesteigerung des Kokses entspricht die Steigerung der Anforderungen an die Koksauflbereitung. Als ungeeignet erkannte Förderarten zwischen Öfen und Aufbereitung sind, wenn auch örtlich stellenweise noch be-rechtigt, im allgemeinen neueren Ausführungen gewichen, die auf tunlichste Koks-schonung, geringen Wassergehalt und

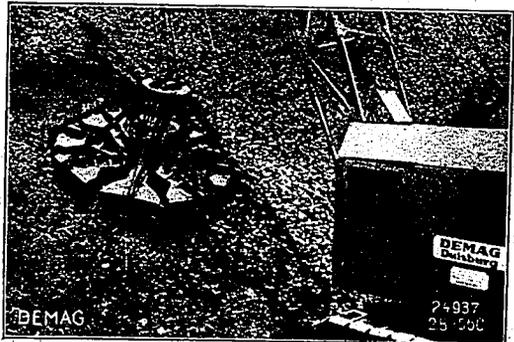


Abb. 47. Polyp-Greifer.

¹⁾ Schoeneberg, W., Gas- u. Wasserfach 69 (1926), S. 828, 858, 880.

²⁾ Spaeth, W., Gas- u. Wasserfach 79 (1936), S. 363.

³⁾ Unruh u. Liebig, DRP 620 332.

gutes Aussehen hinzielen. Im Rahmen dieser Bestrebungen gebührt der Kokskühlung an Stelle der Naßlöschung eine größere Bedeutung als sie praktisch erreicht werden konnte.

In der Koksbrechung setzten sich die den Koks möglichst wenig zermalmenden Bauarten durch, in der Absiebung die schwingungsarmen und schwingungsfreien Siebanordnungen. Die Vibrationssiebe und einige Sonderbauarten ausgeglichener Schwingsiebe werden an Stelle der schweren Kurbelschwingsiebe zunehmende Anwendung finden.

Die vielerorts schon erkannte Notwendigkeit, eine normgemäße und von abweichendem Korn möglichst freie Körnung zu erzeugen, muß noch allgemeiner durchgeführt werden. Eine Verbesserung der oft noch unzureichenden Nachsiebung ist hierfür besonders wichtig, ebenso eine laufende oder zeitweise Prüfung der Körnung und damit der Arbeitsweise der Aufbereitung.

Die Ausgestaltung des Kokslagerplatzes und der damit zusammenhängenden Fördermittel wird mit dem zunehmenden Erfolg der örtlichen Koksabsatzwerbung und mit steigender Werksgröße immer wichtiger und kann bei der Fülle der neuzeitlichen Fördermöglichkeiten in jedem Falle eine den vorliegenden Erfordernissen günstigste Lösung finden.