

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 29

18. Juli 1925

61. Jahrg.

Neuere Erkenntnisse und Richtlinien der Feuerungstechnik¹.

Von Dipl.-Ing. F. Schulte, Direktor des Dampfkessel-Überwachungs-Vereins
der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund zu Essen.

Die Feuerungstechnik befindet sich zurzeit in regster Weiterentwicklung, die durch das Bestreben hervorgerufen worden ist, die bisher als minderwertig angesehenen Brennstoffe zu verwerten, den Feuerungswirkungsgrad zu verbessern und die Leistungen der Feuerungen den erhöhten Ansprüchen anzupassen, kurz, die Wirtschaftlichkeit der Feuerungsanlagen zu heben. Man suchte in erster Linie den eigentlichen Verbrennungsvorgang zu erforschen, um daraus Erkenntnisse für die Ausgestaltung der Feuerungen zu schöpfen. Noch während des Krieges führten die Bestrebungen, eine bessere Ausgestaltung der Zündgewölbe zu erreichen, zum Erfolg², der später durch die Entwicklung des von Loschge angegebenen Gedankens erweitert wurde. Bekanntlich hatte auch die Anwendung des Untervindes, der Beiluft und deren Vorwärmung bereits vor dem Kriege eingesetzt und während seiner Dauer durch die Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe eine starke Förderung erfahren. Aus der nach dem Kriege wieder aufgenommenen Fühlung mit den Vereinigten Staaten von Nordamerika entsprangen weitere Anregungen, die vornehmlich in der Anwendung größerer Feuerräume und in der Freimachung des Feuerungsbauers von den Rücksichten auf den Baustoff bestanden.

Die so gekennzeichnete Entwicklung ist bei weitem noch nicht abgeschlossen, sondern wir stehen in der sinngemäßen Anwendung des Untervindes und der Beiluftzuführung sowie in der Ausgestaltung der Feuerräume und Zündgewölbe erst am Anfang der Entwicklung. Vor allen Dingen fehlen die für eine sichere Beurteilung notwendigen Zweckversuche, auf die sich daher auch die vorliegende Arbeit nicht stützen kann. Sie will lediglich die bisherigen Erkenntnisse auf Grund von Erfahrungen bei neuern Versuchen weiterführen und einige Gesichtspunkte für den Bau der Feuerungen angeben. Hierbei sollen vornehmlich die mechanischen Großfeuerungen betrachtet und die Erörterungen auf feste Brennstoffe beschränkt werden. Auch die Kohlenstaubfeuerung wird, als aus dem Rahmen der Arbeit herausfallend, unberücksichtigt bleiben.

Die Zusammensetzung der festen Brennstoffe und ihr Einfluß auf die Verbrennung.

In neuern Veröffentlichungen ist bereits auf die große Bedeutung des verfügbaren, d. h. nicht an Sauerstoff gebundenen Wasserstoffs und sein Verhältnis zum festen und flüchtigen Kohlenstoff in den Brennstoffen hingewiesen worden. Zum Verständnis des Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse erforderlich.

Die Steinkohlen haben je nach ihrem Alter eine verschiedene Zusammensetzung an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, für deren Beurteilung der Gehalt der Kohle an Wasser und Asche zunächst ausscheiden möge. Über diese Zusammensetzung unterrichtet eine übersichtliche Zusammenstellung Broockmanns¹, auf deren Zahlen Abb. 1 unter der

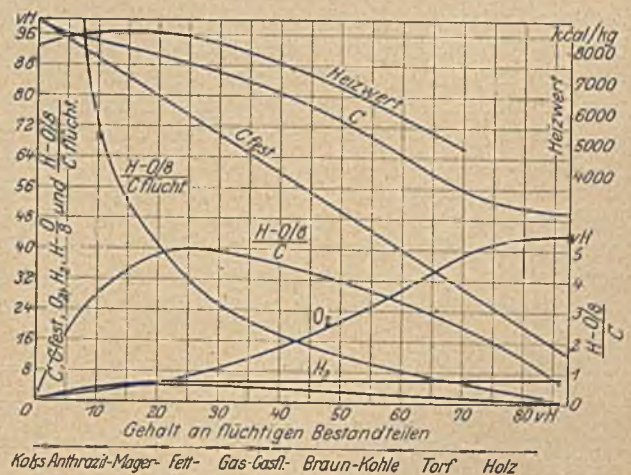


Abb. 1. Zusammensetzung der Brennstoffe.

Annahme allmählicher Übergänge beruht. Darin ist auf der Wagrechten der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, unter gleichzeitiger Kennzeichnung nach der Brennstoffsorte, und auf der Senkrechten der Anteil der einzelnen Bestandteile des wasser- und aschenfreien Brennstoffs aufgetragen. Wie aus dem Schaubild hervorgeht, nehmen die Linien des Wasserstoffgehalts und des festen, nicht an Wasserstoff gebundenen Kohlenstoffs einen ziemlich regelmäßigen

¹ Vorgetragen auf der Kohlentagung in Essen, Glückauf 1925, S. 587.
² Z. V. d. I. 1917, S. 721.

¹ Sammelwerk, Bd. 1, S. 259; Glückauf 1923, S. 810.

Verlauf. Der Wasserstoffgehalt beträgt bei fast allen festen Brennstoffen etwa 5 %, nur bei magern Brennstoffen wird dieser Wert unterschritten. Der feste Kohlenstoff nimmt mit dem Alter der Kohle gleichmäßig zu. Der verfügbare Wasserstoff $H - \frac{O}{8}$ ist am höchsten bei der

Kohle mit mittlern Gasgehalt, nämlich der Fettkohle, und fällt nach den gashaltigen Kohlen hin sehr flach, nach den magern Kohlen hin etwas steiler ab. Die Linien für den Kohlenstoff und für den Sauerstoff zeigen einen auffallenden Verlauf, jedoch insofern eine Übereinstimmung, als der Gehalt an Kohlenstoff mit rascher sinkendem Sauerstoffgehalt stark ansteigt. Unverkennbar ist aber, daß mit dem zunehmenden Alter der Kohle der Sauerstoffgehalt abnimmt, und zwar zunächst stark, bei den magern Brennstoffen allmählich schwächer, und daß der Kohlenstoff im umgekehrten Sinne zunimmt. Aus dem Vergleich der Linien für den Gesamtkohlenstoff und für den festen Kohlenstoff geht hervor, daß die Unregelmäßigkeit im Kohlenstoffgehalt allein auf den in den flüchtigen Bestandteilen enthaltenen Kohlenstoff zurückzuführen ist. Die

Linie $H - \frac{O}{8} : C$, d. h. das Verhältnis

des freien Wasserstoffs zum Kohlenstoff, hat besondere Bedeutung, weil dieses Verhältnis die Verbrennung ausschlaggebend beeinflusst. Es ist wiederum für die Kohle mit mittlern Gasgehalt, nämlich für die Fettkohle, am günstigsten und fällt zu den gashaltigen schwach, zu den gasarmen stark ab. Die Verbrennung von gashaltigen Kohlen ist daher, wie ja auch die Erfahrung lehrt, feuerungstechnisch erheblich einfacher und besser als die der magern Brennstoffe. Das günstigste Verhältnis besteht bei der Fettkohle, die erfahrungsgemäß auch im praktischen Betriebe in der Regel die beste Ausnutzung bringt.

Auch dem Verhältnis $H - \frac{O}{8} : C$ flüchtig kommt besondere Bedeutung für die Betrachtung des Feuerungsverlaufes der flüchtigen Bestandteile zu; es nimmt von den magern Kohlen zu den gashaltigen zunächst sehr stark, später weniger stark ab. Dieser Verlauf der Linien scheint darauf hinzuweisen, daß das aus dem Brennstoff entwickelte Gas bei magern Kohlen schneller verbrennt als bei gashaltigen. Sehr lehrreich ist auch Abb. 2, welche die Einzelanteile der Bestandteile in den verschiedenen Brennstoffen deutlich erkennen läßt. Während bei der Braunkohle auf den festen Kohlenstoff, die brennbaren Gase und die nicht brennbaren Gase ungefähr je ein Drittel entfällt, bestehen Koks und Anthrazit fast nur noch aus Kohlenstoff.

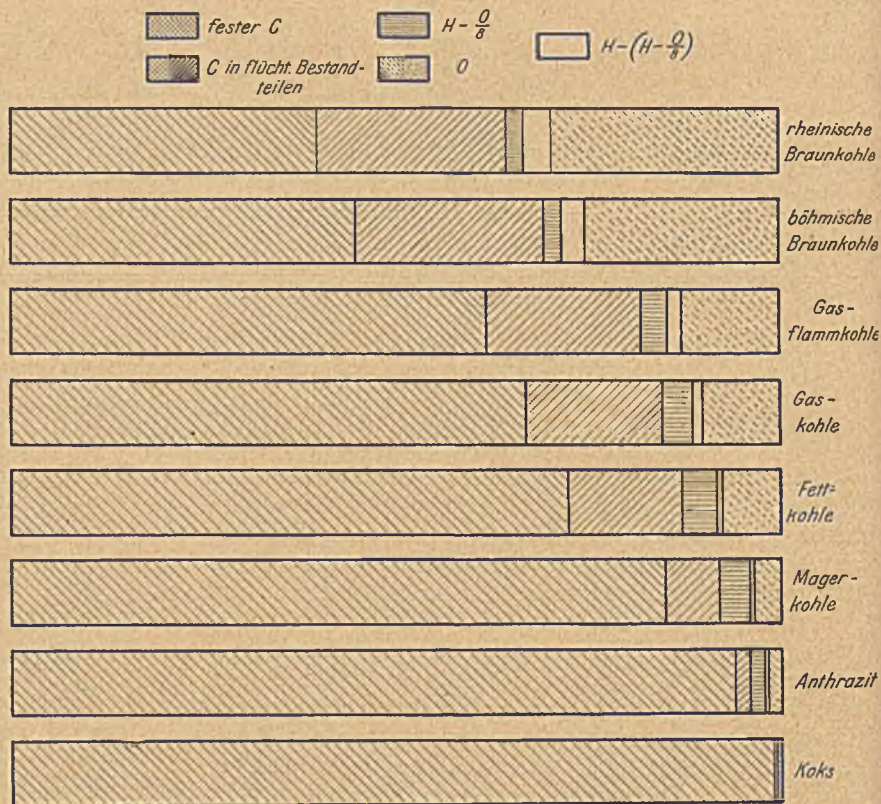


Abb. 2. Zusammensetzung verschiedener Kohlenarten (Reinkohle).

In neuerer Zeit neigt man der Ansicht zu, daß der in den Brennstoffen enthaltene Sauerstoff nicht unbedingt an Wasserstoff gebunden zu sein braucht, sondern sich darin auch in fester Form befinden kann. Nach eingeleiteter Verbrennung würde er dann um so wirksamer auftreten und daraus sich die leichte Entzündlichkeit der jungen Brennstoffe mit hohem Sauerstoffgehalt erklären.

Der Heizwert wird sehr stark durch den Gehalt an Wasserstoff in günstigem Sinne beeinflusst, während ihn der Sauerstoff stark vermindert. Der höchste Heizwert liegt daher nicht bei der Fettkohle, sondern bei der Magerkohle. Bekannt ist, daß die Verbrennungstemperatur vom Heizwert und Luftbedarf abhängig ist; da letzterer aber in einem gewissen Zusammenhang mit dem Heizwert steht, werden bei schwankendem Heizwert die Verbrennungstemperaturen durch den im gleichen Sinne veränderlichen Luftbedarf wieder ausgeglichen, so daß die Verbrennungstemperaturen wenigstens für die mittlern und hochwertigen Brennstoffe gleich hoch sind. Erst bei erheblichem Wassergehalt tritt eine Verringerung der Verbrennungstemperatur durch Verdampfung und Überhitzung des Wasserdampfes ein.

Es soll hier nicht ausführlich erörtert werden, ob der Kohlenstoff zunächst zu CO_2 oder zu CO verbrennt. Neuere Forschungen scheinen darauf hinzuweisen, daß anfänglich beide auftreten und daß der Grad der Verbrennung von CO_2 und CO von der

Temperatur und dem Wasserdampfgehalt abhängt. Die anfängliche CO-Bildung ist jedoch bei den im Betriebe herrschenden Verhältnissen so gering, daß man sie vernachlässigen und allgemein damit rechnen kann, daß die Verbrennung des festen Kohlenstoffs auf dem Rost, die der flüchtigen Bestandteile über dem Rost erfolgt.

Der Feuerungswirkungsgrad.

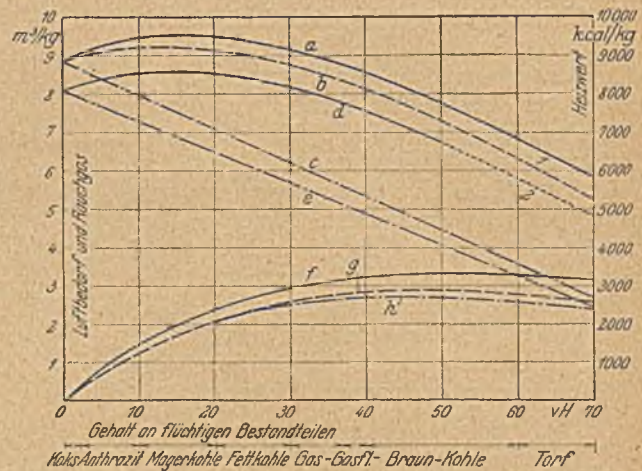
Die Untrennbarkeit des Feuerungsvorganges von dem Feuerungszweck und die Verquickung des Feuerungswirkungsgrades mit dem Wirkungsgrad der Gesamtanlage war der Grund, weshalb dem Feuerungsvorgang an sich bisher zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde; und doch ist es notwendig, den Feuerungswirkungsgrad aufs höchste zu steigern, d. h. die dem Brennstoff innewohnende Wärmemenge schon in der Feuerung vollständig zu entbinden, weil die im Feuerraum nicht freigewordene Wärme später schwerlich oder gar nicht nutzbar gemacht werden kann. In neuerer Zeit haben daher führende Feuerungstechniker immer wieder darauf hingewiesen, daß außer dem Gesamtwirkungsgrad der Anlage der Feuerungswirkungsgrad für sich herausgehoben werden müsse. Wie außerordentlich verschieden diese Wirkungsgrade ausfallen können, haben die Versuche von Ebel¹ mit minderwertigen Brennstoffen bewiesen, bei denen Wirkungsgrade von 78–96 % aufgetreten sind.

Flüchtige Bestandteile und Koksrückstand.

Will man für die Beurteilung einer Feuerung hinsichtlich der Größe der Feuerräume und der Rostfläche zuverlässige Unterlagen gewinnen, so muß man noch weiter gehen und den Feuerungsvorgang der flüchtigen Bestandteile von dem des Koksrückstandes trennen, weil ja die flüchtigen Bestandteile über dem Rost, d. h. im eigentlichen Feuerraum, und zwar schwebend, die Koksrückstände auf dem Rost, also ruhend verbrennen. Die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile ist durch die Dauer des Schwebzustandes vor Berühren der Heizfläche zeitlich eng begrenzt und währt in der Regel nur wenige Sekunden, die der Koksrückstände ist, je nach der Windgeschwindigkeit sowie der Länge und Vorschubgeschwindigkeit des Rostes, zeitlich sehr weit begrenzt und währt etwa 1/2–1 1/2 st. Für die Verbrennung der Koksrückstände ist günstig, daß sie sauerstoffreiche Luft erhalten, ungünstig jedoch, daß diese Luft in der Regel nicht vorgewärmt ist. Die flüchtigen Bestandteile dagegen erhalten zwar vorgewärmt, jedoch, je nach dem Kohlenstoffgehalt des Brennstoffs, bereits mehr oder weniger sauerstoffarme Luft.

Luftbedarf, Rauchgasmenge und Heizwert.

Wie außerordentlich verschieden der Luftbedarf der Brennstoffe ist, geht aus Abb. 3 hervor. Der Gesamtluftbedarf für die Reinkohle fällt naturgemäß mit dem Sauerstoffgehalt der Kohle, ist also bei den jungen Braunkohlen erheblich geringer als bei den

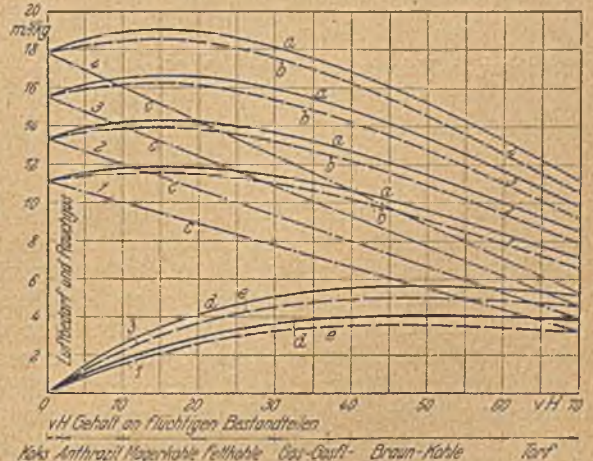


a Rauchgasmenge insgesamt, b Luftbedarf insgesamt, c Luftbedarf und Rauchgasmenge des festen C, d Heizwert insgesamt, e Heizwert des festen C, f Rauchgasmenge aus flüchtigen Bestandteilen, g Luftbedarf der flüchtigen Bestandteile, h Heizwert der flüchtigen Bestandteile.

Abb. 3. Luftbedarf, Rauchgasmenge und Heizwert der Reinkohle.

alten Steinkohlen; er ist am höchsten bei der Magerkohle und sinkt zum Anthrazit und Koks hin wieder etwas ab. Der Luftbedarf für die Koksrückstände steigt gleichmäßig mit dem Alter der Kohle, der Luftbedarf der flüchtigen Bestandteile ist dagegen für die gashaltigen Brennstoffe vom Torf bis zur Gaskohle fast gleichmäßig, um dann zunächst schwach, später stärker bis zum Koks zu fallen.

Die Linien für die entwickelte Rauchgasmenge und den Heizwert zeigen große Ähnlichkeit mit denjenigen des Luftbedarfs. Eine stärkere Abweichung tritt nur beim Heizwert für die flüchtigen Bestandteile ein. Ähnliche Linien ergeben sich bei Berücksichtigung des Luftüberschusses für den Luftbedarf und die Rauchgasmenge (s. Abb. 4), jedoch sind



a Rauchgasmenge insgesamt, b Luftbedarf insgesamt, c Luftbedarf und Rauchgasmenge des festen C, d Anteil der flüchtigen Bestandteile an der Rauchgasmenge, e Anteil der flüchtigen Bestandteile am Luftbedarf.

Luftüberschuß 1: λ = 1,25, 2: λ = 1,50, 3: λ = 1,75, 4: λ = 2,00.

Abb. 4. Luftbedarf und Rauchgasmenge bei verschiedenem Luftüberschuß.

¹ Glückauf 1924, S. 507; Z. V. d. I. 1924, S. 1031.

die Linienzüge mit steigendem Luftüberschuß stärker gekrümmt. Die Linienzüge für den Luftbedarf und die Rauchgasmenge der flüchtigen Bestandteile streben mit zunehmendem Gasgehalt der Kohle auseinander, während die Linienzüge für den festen Kohlenstoff das Umgekehrte erkennen lassen. Da aber die letztgenannte Wirkung stärker ist, liegen die Linien des Luftbedarfs und der Rauchgasmenge für die Gesamtkohle bei den Magerkohlen weiter auseinander als bei den Gaskohlen, d. h. ein übermäßiger Luftüberschuß ist feuerungstechnisch bei den Magerkohlen von ungünstigerer Wirkung als bei den gashaltigen Kohlen. Der Grund für diese Erscheinung liegt in dem großen Luftbedarf des verfügbaren Wasserstoffs und der daraus gebildeten Rauchgasmenge mit hoher Stickstoffbelastung, während der an Sauerstoff gebundene Wasserstoff nur Wasserdampfvolumen ohne Stickstoff und ohne Heizwert hervorruft.

Wie groß der Anteil des Luftbedarfs und der Rauchgasmenge für die flüchtigen Bestandteile werden kann, zeigt Abb. 5. Er beträgt bei der Anthrazitkohle rd. 10%, bei der Magerkohle rd. 20%, bei der Fettkohle rd. 30% und steigt über die Braunkohle mit rd. 40% bis auf rd. 50% beim Torf.

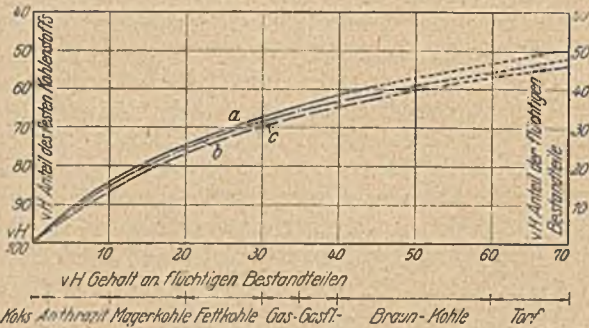


Abb. 5. Anteil der flüchtigen Bestandteile an Luftbedarf, Rauchgas und Heizwert.

Den Einfluß des Sauerstoffgehaltes macht der abgeflachte obere Teil der Kurve kenntlich. Wird auch der Aschen- und Wassergehalt noch berücksichtigt und in ein räumliches Koordinatennetz eingetragen, so ergibt sich ein anschauliches Bild über den Luftbedarf und die Rauchgasmenge der Brennstoffe (s. Abb. 6); die Linienzüge flachen sich bei hohem Aschen- und Wassergehalt immer mehr ab, so daß für 25% Luftüberschuß bei etwa 70% Asche + Wasser die Linien des Luftbedarfs und der Rauchgasmenge fast gerade sind. Die Linien sind nach den gashaltigen Brennstoffen hin etwas geneigt. Der ausgleichende Einfluß des Aschen- und Wassergehaltes tritt deutlich hervor. Nur bei Rohbraunkohlen mit einem Wassergehalt bis zu 60% übt dieser einen wesentlichen Einfluß auf die Rauchgasmenge aus.

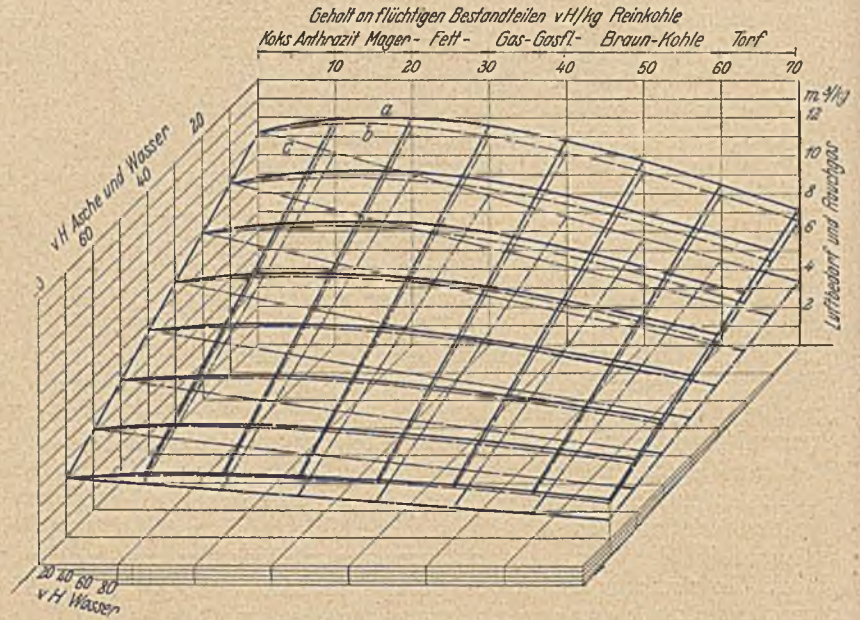


Abb. 6. Luftbedarf und Rauchgasmenge bei $\lambda = 1,25$ in m^3 je kg Rohkohle.

Die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile.

Die Brennzeit und die Vollkommenheit der Verbrennung des Gases werden beeinflusst durch: 1. die Brenngeschwindigkeit des Gases, 2. die Verbrennungstemperatur, 3. die Lufttemperatur, 4. den Luftüberschuß, 5. den Sauerstoffgehalt der Luft, 6. die Mischung mit der Luft, 7. die Form und Größe des Zündgewölbes und 8. die Form und Größe des Feuerraumes.

Als Verbrennungstemperatur kommt in erster Linie die Eigenverbrennungstemperatur des Gases in Frage, da unter dem Zündgewölbe der auf dem Rost lagernde Kohlenstoff in der Regel noch nicht in voller Glut, also noch nicht auf höchster Temperatur ist. Die Verbrennungstemperaturen der in den festen Brennstoffen enthaltenen Gase sind, je nach dem Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen, dem Luftüberschuß und dem Wassergehalt außerordentlich verschieden. Der Aschengehalt hat hierauf naturgemäß keinen Einfluß. Die Zahlen der Zahlentafel 1 und die Linienzüge der Abb. 7 stellen die

Zahlentafel 1. Verbrennungstemperaturen der flüchtigen Bestandteile.

Wasser-gehalt	Luft-über-schuß	Gehalt der Reinkohle an flüchtigen Bestandteilen %							
		5	10	20	30	40	50	60	70
0	1,0	2160	2175	2180	2140	2120	2045	1940	1845
	1,25	1885	1900		1840		1770		1630
	1,5	1660	1655		1595		1540		1440
	1,75	1500	1485		1435		1380		1290
	2,0	1340	1330		1295		1240		1165
10	1,0	1710	1910	2010	2005	2000	1935	1840	1750
	1,25	1500	1680		1740		1680		1535
	1,5	1360	1490		1525		1475		1365
	1,75	1230	1330		1365		1310		1215
	2,0	1120	1200		1225		1185		1110

Wasser- gehalt	Luft- über- schuß	Gehalt der Reinkohle an flüchtigen Bestandteilen %							
		5	10	20	30	40	50	60	70
20	1,0	1310	1635	1835	1855	1850	1795	1715	1630
	1,25	1180	1440		1610		1570		1425
	1,5	1055	1290		1420		1375		1275
	1,75	960	1155		1275		1240		1130
	2,0	885	1055		1150		1115		1035
30	1,0	910	1325	1625	1660	1675	1630	1555	1465
	1,25	820	1195		1470		1440		1295
	1,5	760	1075		1305		1280		1175
	1,75	700	970		1170		1140		1040
	2,0	640	840		1055		1035		955
40	1,0						1460	1375	1280
	1,25						1290		1145
	1,5						1155		1035
	1,75						1035		930
	2,0						935		845
50	1,0						1220	1150	1060
	1,25						1090		955
	1,5						980		870
	1,75						900		795
	2,0						820		725
60	1,0						945	880	795
	1,25						860		715
	1,5						780		655
	1,75						705		605
	2,0						650		555

theoretischen Temperaturen dar. Daraus geht wiederum hervor, daß die Verbrennungstemperaturen bei den Kohlen mit mittlern Gasgehalt von 15–25 %

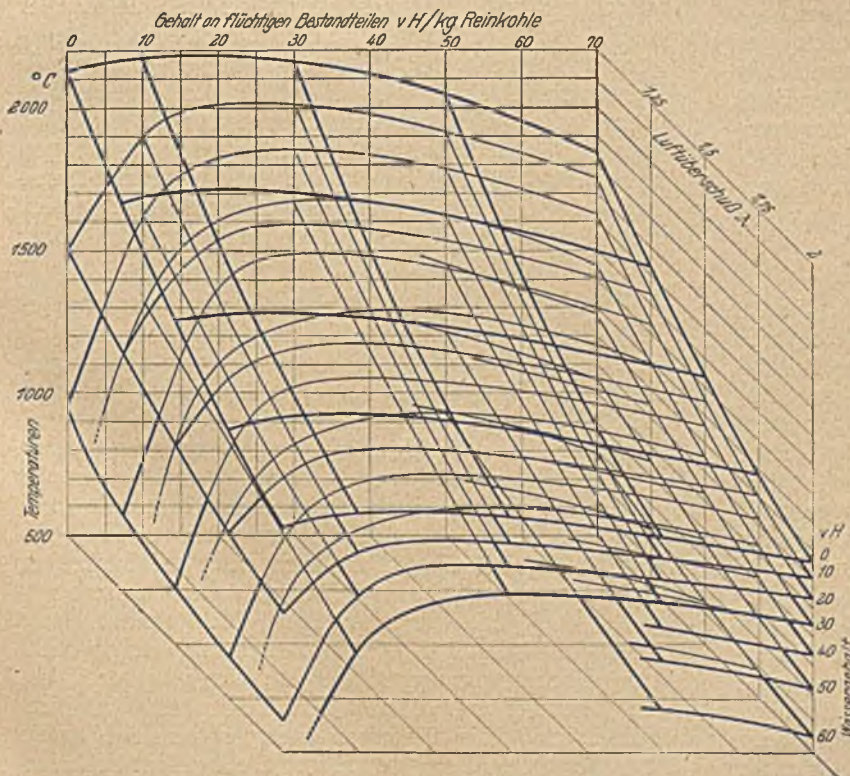


Abb. 7. Verbrennungstemperaturen der flüchtigen Bestandteile bei verschiedenem Luftüberschuß und Wassergehalt.

am höchsten sind; sie fallen von da nach beiden Seiten gleichmäßig ab, senken sich aber naturgemäß bei gashaltigen Kohlen tiefer und liegen bei Braunkohle (Reinkohle) etwa 150° tiefer als bei Fettkohle. Mit steigendem Luftüberschuß senkt sich die Temperatur ziemlich gleichmäßig, jedoch wirkt auch hier der Luftüberschuß insofern ausgleichend, als der Abstand der Linien mit zunehmendem Luftüberschuß geringer wird.

Von größter Bedeutung ist aber der Wassergehalt des Brennstoffs. Die Wirkung macht sich natürlich bei sehr hohem Gasgehalt weniger stark bemerkbar, so daß die Braunkohle trotz ihres hohen Wassergehaltes noch verhältnismäßig hohe Temperaturen ergibt. Bei den gasarmen Brennstoffen, der Magerkohle und der Anthrazitkohle, tritt jedoch eine so plötzliche Absenkung der Temperaturlinie ein, daß die Zündtemperatur schon bei verhältnismäßig niedrigen Wassergehalten der Kohle unterschritten wird. Diese Erscheinung ist der Grund für die geringe Zündfähigkeit und die Schwierigkeit, die Verbrennung bei wasserhaltigen magern Brennstoffen zu unterhalten. Es muß jedoch betont werden, daß die Verbrennungstemperaturen des Gases nicht allein die Temperatur des Zündgewölbes bestimmen. Auch die Rückstrahlung der glühenden Koks-schicht übt darauf einen Einfluß aus, der nach der Dichte des Flammenschleiers mehr oder weniger groß ist. Bei magern Brennstoffen wird der Einfluß der Koks-rückstrahlung größer sein und dadurch der ungünstige Einfluß des Wassergehaltes gemildert werden.

Auch auf die bekannte Erscheinung ist hinzuweisen, daß ein gewisser Wassergehalt, auch der magern Brennstoffe (schätzungsweise 10–12 %), auf die Verbrennung günstig einwirkt. Die Ursache dafür ist noch nicht aufgeklärt, vermutlich liegt sie in der katalytischen Wirkung des Wasserdampfes.

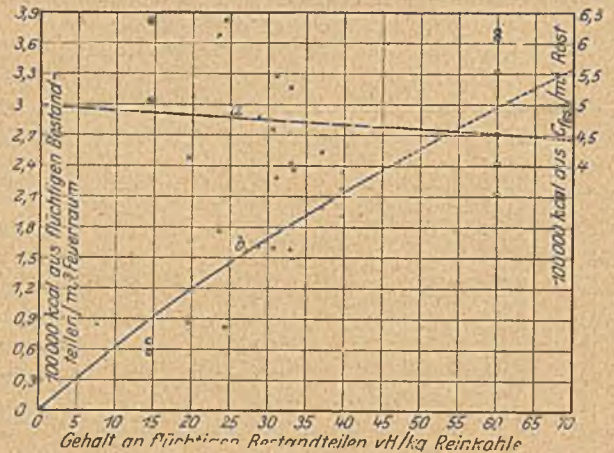
Eine vollkommene Mischung des Gases mit der Verbrennungsluft im Feuerraum läßt sich nicht erreichen; zwar tritt die Verbrennungsluft durch die zahllosen Kanäle des Rostbettes fein verteilt in den Feuerraum ein, aber doch immerhin nur von einer Seite her, und da die Verbrennungsluft schwerer ist als die Gase und beide sofort unter die Einwirkung des Schornsteinzuges geraten, besteht immerhin die Gefahr der Schichtung nach dem spezifischen Gewicht innerhalb des Feuerraumes. Bei allen chemischen Vorgängen werden zu ihrer Förderung nach Möglichkeit Einbauten oder Rührwerke angebracht, die sich aber aus naheliegenden Gründen bei den Feuerungen nicht anwenden lassen. Es liegt aber nahe, auch bei den Rostfeuerungen ähnlich zu verfahren wie bei den Kohlenstaubfeuerungen, d. h. mit Hilfe von Sekundärluftzuführung die erwünschte Wirbelbildung und Durchmischung im

Feuerraum zu erzielen. Dieser Kunstgriff läßt sich aber nur in beschränktem Maße anwenden, weil sich in demselben Umfange, in dem die Oberluft zugeführt wird, die Unterwindzuführung vermindert und dadurch sich auch die Brenngeschwindigkeit der Kohle auf dem Rost verringert.

Die Oberluftzuführung wird daher bei Wanderrosten und Vorschubrosten nur in besondern Fällen anwendbar sein. In erster Linie kommt sie für sehr gashaltige Brennstoffe in Frage, die außerdem mit hoher Kohlenschicht gefahren werden, so daß unter Umständen in der Brennschicht Kohlenoxydbildung auftritt und damit auch eine Vermehrung der brennbaren Gase, wie es z. B. beim Vesuviorost der Fall ist. Um die schädliche Wirkung verminderter Unterwindzufuhr zu vermeiden, kann man bei Wanderrosten die Windzuführung im ersten Rostteil, der Entgasungszone, absperren. Sie stört hier ja sogar die Zündung der Koksrückstände, der sie räumlich entgegenwirkt. Statt dessen könnte dieselbe Luftmenge möglichst hoch vorgewärmt von oben auf die Rostbahn geblasen werden. Sie würde dort eine kräftige Durchwirbelung der Gase bewirken und deren Verbrennung erheblich beschleunigen können. Die Wirkung würde durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft noch erhöht werden. Bis zu einem gewissen Grade kann auch die Gewölbeform die Mischung begünstigen, wenn man dem Gewölbe eine rückkehrende Neigung gibt und damit die Gase zusammenzwängt. Diese Maßnahme läßt sich aber nur bei sehr mageren oder minderwertigen Brennstoffen anwenden. Man kann auch das Zündgewölbe und das Schlackengewölbe nahe aneinander rücken, wie es neuerdings in Amerika geschieht, begibt sich aber damit der Möglichkeit, die Strahlung in vollem Maße auszunutzen. Ferner besteht dann die Gefahr, daß die Temperatur auf dem Rost wegen der verminderten Abstrahlung zu hoch wird und die Roststäbe durch die fließende Schlacke angegriffen werden. Dieser Kunstgriff dürfte daher nur von bedingtem Wert sein.

Feuerraumleistung.

Die restlose Verbrennung der Gase im Feuerraum ist mit allen Mitteln zu erstreben. Keinesfalls dürfen Gase unverbrannt die Heizflächen der Dampfkessel bestreichen, da alsdann eine so starke Abkühlung stattfindet, daß die Gefahr des Auftretens unverbrannter Gase entsteht. Wie wichtig dieser Hinweis ist, beweisen Beobachtungen sogar an neuesten Feuerungen, wobei Nachverbrennungen noch im Überhitzer und sogar am Ende des Kessels im Fuchs beobachtet worden sind. Außerdem treten bei nicht beendetem Ausbrand der Gase die bekannten Ansinterungen der Flugasche an den Heizflächen auf. Bei der Größenbemessung der Feuerräume wird man sich weder nach der Rostgröße noch nach der Heizfläche richten können. Maßgebend wird vielmehr die Gasmenge oder, noch genauer ausgedrückt, die Wärmeleistung der entwickelten Gase sein. Sehr anschaulich stellt Abb. 8 die Feuerraumbelastung durch Verbrennung der flüchtigen Be-



a Rostbelastung durch Verbrennung von festem C, b Feuerraumbelastung durch Verbrennung von flüchtigen Bestandteilen, x genaue Versuchspunkte, o durch Brennstoffanalyse ergänzt.

Abb. 8. Feuerraum- und Rostbelastung.

standteile dar, in der in der Wagrechten der Gehalt der Kohle an flüchtigen Bestandteilen, in der Senkrechten die stündliche Wärmeleistung, bezogen auf 1 m³ Feuerraum aufgetragen ist. Es ergibt sich eine fast gerade Linie von der Magerkohle bis zur Braunkohle. Demnach ist die bei den heutigen Ausführungen übliche Feuerraumbelastung bei Fettkohle etwa doppelt so hoch wie bei Magerkohle und bei Braunkohle wieder etwa doppelt so hoch wie bei Fettkohle. Hieraus geht hervor, daß die Firmen bei der Ausführung ihrer Feuerungen bisher wenig Rücksicht auf die besondern Eigenschaften der Kohle genommen haben. Setzt man dieselbe Brenngeschwindigkeit der Gase voraus, so müßte die Feuerraumbelastung je m³ für alle Brennstoffe gleich sein. Nun ist der Heizwert, wahrscheinlich aber auch die Brenngeschwindigkeit der aus Magerkohle entwickelten Gase, wegen des größern Wasserstoffgehaltes höher, demnach wahrscheinlich auch die Wärmeleistung in m³ bei Magerkohlen höher als bei gashaltigen Kohlen.

Der Nachweis hierfür fehlt jedoch noch, und es sei daher vorsichtigerweise angenommen, daß die Belastungsfähigkeit des Feuerraumes von der Magerkohle zur Braunkohle hin eine Steigerung erfahren kann. Zu dieser Annahme berechtigt die Erscheinung, daß der Feuerraum bei der üblichen Bauart für die Verbrennung der Gase nicht voll ausgenutzt wird. Die Feuergase ziehen vielmehr in einem mehr oder weniger breiten Bande am Zündgewölbe entlang zur Heizfläche. Das Band wird bei Gaskohlen breiter sein und daher den Feuerraum besser ausfüllen als bei Magerkohlen. Man müßte also eigentlich zwischen Gesamtfeuerraum und wirksamem Feuerraum unterscheiden; unter diesem wäre das Produkt aus dem Querschnitt des Flammenbandes und der Flammenlänge zu verstehen. Da aber der Querschnitt der Flamme eine nicht bestimmbar Größe ist, bleibt vorläufig nichts anderes übrig, als die Flammenlänge zu errechnen, und zwar aus

der Belastungsfähigkeit des Gesamtfeuerraumes. Daraus läßt sich die Höhe des Feuerraumes, also der Abstand der Rostbahn von der Heizfläche, bestimmen.

Bei der üblichen Ausführung der Feuerräume wird man für die gashaltigen Brennstoffe wegen der erwähnten Nachverbrennungserscheinungen in neuern Feuerungen bei gashaltiger Kohle mit erheblich niedrigeren Belastungsziffern als den sich aus Abb. 8 ergebenden rechnen müssen. Legt man eine stündliche Feuerraumbelastung von 100 000–200 000 kcal/m³ zugrunde, so ergeben sich folgende mittlere Abstände der Rostbahn von der Heizfläche bei:

	m
1. Magerkohle	1,6–2,2
2. Fettkohle	2,9–3,1
3. Gasflammkohle	3,4–3,7
4. Preßbraunkohle	2,6–3,3

Die Richtigkeit dieser Zahlen wäre natürlich durch Versuche nachzuprüfen. Man erkennt aus ihnen, daß die Feuerraumhöhe für Gasflammkohle bereits die Höhe des Schrägrohrkessels erreicht. Die sich ergebenden weit größeren Bauhöhen, als sie bisher üblich waren, fallen bei Steilrohrkesseln besonders schwer ins Gewicht, weil bei diesen der Abstand des Rostes von der Heizfläche nur bis zum tiefsten Punkt des ersten Rohrbündels, nicht bis zur Mittelebene gerechnet werden darf.

Zum Vergleich seien die stündlichen Feuerraumbelastungen neuzeitlicher Koksofengasfeuerungen herangezogen, wobei 3–4 Mill. kcal/m³ erreicht werden. Sie betragen also ein Vielfaches der für die Feuerräume der Wanderroste gefundenen Werte, wobei es sich um dasselbe Gas handelt wie bei Rostfeuerungen, die mit Fettkohle arbeiten. Diese erstaunlichen Leistungen werden in erster Linie durch die innige Mischung des Gases mit der Luft erzielt. Die Flammenlänge beträgt bei neuern Gasbrennern nur noch 1–1,5 m, während sie sich bei den Rostfeuerungen der üblichen Bauart auf 4–7 m beläuft. Es ist allerdings zuzugeben, daß die Verhältnisse bei der Gasfeuerung erheblich einfacher liegen. Das Gas braucht nicht entwickelt zu werden, es ist vorhanden und wird im Brenner oder vorher innig gemischt und so unter günstigen Bedingungen in den Feuerraum befördert. Aber gerade die zielsichere Entwicklung der Brennerbauarten beweist, welche Erfolge auf diese Weise zu erzielen sind, denn bei den Brennern älterer Bauart betragen die stündlichen Feuerraumbelastungen etwa 0,5–1 Mill. kcal/m³, also nur einen Bruchteil der heutigen. Die Firmen sollten daher der Erhöhung der Brenngeschwindigkeit der Gase bei den Rostfeuerungen ihre Aufmerksamkeit zuwenden, um dadurch die Feuerräume zu verkleinern und die Anlagekosten zu verringern.

Im Zusammenhang damit ist die Strahlung der Gase zu erwähnen, über die Schack zuerst berichtet hat¹. Von den in den Feuerungen enthaltenen Gasen kommen hierfür nur die Kohlensäure und der Wasserdampf in Frage. Die Stärke der Strahlung richtet sich nach dem Gehalt der Feuergase an strahlenden

Gasen, nach deren Temperatur und der Strahlungsdauer. Bei den in Betracht kommenden Gehalten der Rauchgase an strahlenden Gasen können schon sehr erhebliche Wirkungen auftreten. Sie werden desto größer sein, je mehr Kohlensäure und Wasserdampf sie enthalten, d. h. je geringer der Luftüberschuß und je höher der Wasserstoff- oder Wassergehalt des Brennstoffes ist. Schack gibt an, daß in Wirklichkeit die Wärmeübergangszahl bei Öfen und Kesseln oft das Achtfache der nach den bisher bekannten Verfahren und Formeln errechneten ist, was nur durch die Gasstrahlung erklärt werden kann. Diese tritt allerdings in nennenswertem Maße nur bei höhern Temperaturen als 800° C auf, die aber im Feuerraum stets vorhanden sind.

Die Abhängigkeit der Gasstrahlung von der Zeit führt zur Anwendung großer Feuerräume mit großen Querschnitten und geringen Gasgeschwindigkeiten, erhöht also die Anlagekosten. Da aber die Gasstrahlung in ihrer Wirkung gegen die Strahlung des Feuers und der leuchtenden Flamme zurücktritt, wird man bei Wasserrohrkesseln die Feuerräume doch in erster Linie nach Gesichtspunkten bauen, die eine bessere Strahlung des Feuers und der Flamme sichern und die Verbrennung fördern. Erwähnt sei noch, daß die Gasstrahlung wegen ihrer die Temperatur stark verringenden Wirkung günstig auf die Haltbarkeit des Mauerwerkes einwirkt.

In Amerika war man bereits eher dazu übergegangen, den Abstand der Heizfläche vom Rost zu vergrößern, und hatte sogar Abstände bis zu 6 m eingeführt. Dieser außerordentlich große Abstand erklärt sich wohl daraus, daß in Amerika auch hochwertige und gasreiche Kohlen mit Unterwind verfeuert werden und die entwickelte Gasmenge daher größer als bei natürlichem Zug ist. Neuerdings soll aber auch dort das Bestreben herrschen, die Feuerräume wieder zu verkleinern.

Die Verbrennung des Koksrückstandes.

Auf die Brennzeit und Vollständigkeit der Verbrennung des Koksrückstandes sind folgende Verhältnisse von Einfluß: 1. die Brenngeschwindigkeit des entgasten Koksrückstandes, 2. die Verbrennungstemperatur, 3. die Lufttemperatur, 4. der Luftüberschuß, 5. die Luftgeschwindigkeit, 6. die Körnung, 7. die Oberflächenbeschaffenheit, 8. die Dichte der Lagerung, 9. die Schichthöhe und 10. der Aschengehalt.

Die Brenngeschwindigkeit des entgasten Koksrückstandes soll je nach dem Ursprung der Kohle verschieden sein. Genauere Laboratoriumsversuche liegen jedoch darüber noch nicht vor.

Die theoretische Verbrennungstemperatur des festen Koks ist unter gleichbleibenden Verhältnissen eine feststehende Größe. Sie wird aber durch den Luftüberschuß und den Wassergehalt des Brennstoffes verringert (s. Zahlentafel 2). Die wirkliche Temperatur in der Brennschicht wird aber desto größer sein, je stärker sie ist. Eine Wärmeabgabe findet in den untern Schichten an die Verbrennungsluft, in den obern Schichten an die Heizflächen oder

¹ Z. V. d. I. 1924, S. 1017.

Zahlentafel 2. Verbrennungstemperaturen von festem C.

Luftüberschuß λ	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
Wassergehalt %					
0	2270	1890	1615	1420	1270
10	2185	1855	1590	1400	1245
20	2145	1795	1560	1375	1220
30	2050	1740	1510	1330	1195
40	1940	1650	1435	1270	1145
50	1805	1550	1355	1205	1080
60	1625	1400	1235	1105	995

an den Feuerraum statt. Demnach wird auch das Maß dieser Wärmeabgabe auf die Temperatur in der Brennschicht Einfluß haben. Bei großem Luftüberschuß in den unteren und starker Abstrahlung der obern Schichten an den Feuerraum oder die Heizfläche wird also die Temperatur niedriger sein als bei geringem Luftüberschuß und geringer Abstrahlung. Ferner ist noch der Gasehalt der Kohle von Einfluß auf die Temperatur in der Brennschicht. Bei Magerkohlen wird die Schichttemperatur am höchsten sein, weil bei ihnen fast die gesamte Verbrennungsluft zur Verbrennung der Kohle auf dem Rost dient, der auf den Koksrückstand bezogene Luftüberschuß daher am geringsten ist. Bei gashaltigen Brennstoffen wird ein sehr großer Teil der Verbrennungsluft (bis zu 50 %) zur Verbrennung der Gase über dem Rost verwandt. Dabei beträgt der auf den Koksrückstand bezogene Luftüberschuß unter Umständen ein Vielfaches desjenigen für Magerkohle (s. Zahlentafel 3 und Abb. 9). Unter andern

Zahlentafel 3. Theoretische Temperatur der entgasten Brennstoffschicht.

Gehalt an flücht. Best.	0	10	20	30	40	50	60	70	
Luftbedarf für C _{fest} %	100	86,5	76,6	69,6	64,5	60,3	56,5	53,5	
λ = 1,0	λ _c	1,00	1,156	1,306	1,437	1,551	1,660	1,771	1,870
	t _c	2270	2010	1825	1675	1560	1520	1400	1340
λ = 1,25	λ _c	1,25	1,445	1,632	1,796	1,939	2,074	2,213	2,338
	t _c	1890	1670	1540	1390	1300	1225	1145	1100
λ = 1,5	λ _c	1,50	1,734	1,958	2,155	2,326	2,489	2,657	2,804
	t _c	1615	1430	1285	1180	1105	1040	985	940
λ = 1,75	λ _c	1,75	2,023	2,385	2,515	2,713	2,903	3,100	3,872
	t _c	1420	1255	1080	1035	965	910	860	815
λ = 2,0	λ _c	2,00	2,311	2,611	2,873	3,100	3,320	3,540	3,740
	t _c	1270	1110	1000	920	860	805	760	720

Umständen kann jedoch die hohe Temperatur störend wirken, wenn nämlich dadurch die in der Kohle enthaltene Asche zum Schmelzen gebracht wird. Diese umhüllt dann die Koksteilchen mit einer schützenden Glasurschicht, sperrt sie von der Luftzufuhr ab, verschmiert die Rostspalten und hindert den Luftzutritt. Dies trifft also vor allem für Magerkohlen zu, wobei ein hoher Aschengehalt und ein niedriger Aschenschmelzpunkt erschwerend wirken können. Die Vorwärmung des Unterwindes wird daher nicht in allen Fällen angebracht sein; sie wird bei gas- und wasserhaltigen Brennstoffen

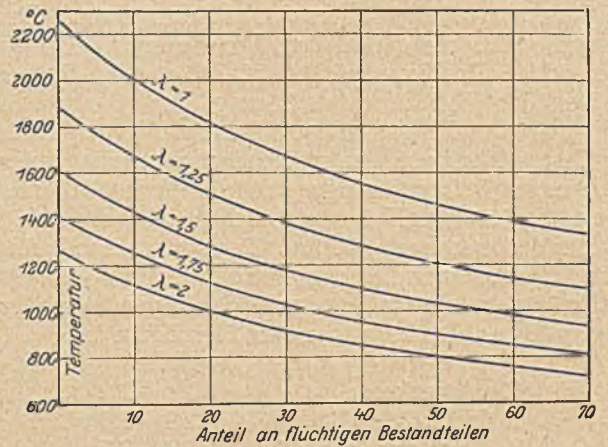


Abb. 9. Theoretische Temperaturen der entgasten Brennstoffschicht.

empfehlenswerter sein als bei mageren und wasserarmen Brennstoffen.

Nusselt stellte schon 1916¹ für die verbrannte Kohle in kg folgende Formel auf:

$$K = 0,1736 \frac{k_0^{0,214} p^{0,786} w^{0,786} F Z O_2}{T^{0,472} d^{0,16} L^{0,054}}$$

worin bedeutet:

- K verbrannte Kohlenmenge in kg,
- k₀ Diffusionszahl bei 0° und 1 at,
- p Gasdruck in kg/m²,
- w mittlere Gasgeschwindigkeit in m/sek,
- F Kohlenoberfläche in m²,
- Z Brennzeit in st,
- O₂ Sauerstoffkonzentration,
- T absolute Temperatur,
- d Durchmesser der Gaskanäle in m und
- L Länge der Gaskanäle in m.

Wenn auch die Formel wegen einer Reihe nicht bestimmbarer Werte (k₀, w, F, p, T, d, L) praktisch nicht verwendet werden kann, so zeigt sie doch, welche Einflüsse überhaupt auf die Verbrennung einwirken und wie hoch man sie ungefähr zu werten hat. Von unwesentlichem Einfluß sind beispielsweise die von der Schichthöhe abhängige Länge der Luftkanäle, deren durch die Dichte der Lagerung bedingter Durchmesser und die Diffusionszahl. Erheblich stärker sind dagegen schon der Einfluß von Temperatur und Windgeschwindigkeit (w und p), der Luftüberschuß ($\frac{1}{O_2}$) und die Kohlenoberfläche, d. h. die

Körnung. Nimmt man die unbestimmbaren Werte für dieselbe Kohlensorte und Feuerung als gleichbleibend an, faßt sie mit der Zahl 0,1736 in eine Konstante zusammen und löst die Gleichung nach Z auf, so ist

$$Z = c \frac{K}{F \cdot O_2}$$

d. h. die Brennzeit wächst mit dem Verhältnis Gewicht zur Kohlenoberfläche und mit dem Luftüberschuß in geradem Verhältnis.

¹ Z. V. d. I. 1916, S. 104.

Bei Versuchen in jüngster Zeit mit Braunkohlenpreßlingen fand Rosin¹ die im Aufbau ganz ähnliche Formel für die Brennzeit:

$$Z = \frac{1000}{\left(\frac{F}{G}\right)^{1,8}}$$

worin F wieder die Oberfläche und G das Gewicht des Kohlenteilchens bedeutet, die jedoch im Exponenten nicht mit der von Nusselt übereinstimmt. Zweifellos wird auch die Konstante und vielleicht auch der Exponent für die verschiedenen Kohlenarten verschieden sein. Durch weitere Versuche wären also die beiden Formeln auf ihre Richtigkeit zu prüfen und die verschiedenen Werte der Konstanten und Exponenten für die einzelnen Kohlenarten zu bestimmen. Wahrscheinlich werden die Formeln auch nur für Würfel und Kugeln volle Gültigkeit haben und bei regelloser Form mehr oder weniger große Abweichungen eintreten. Jedenfalls steht fest, daß das Verhältnis Gewicht zu Oberfläche des Kohlenteilchens für die Brenngeschwindigkeit von der größten Bedeutung ist, und daß also die Verbrennung des Koksrückstandes im wesentlichen eine Oberflächenreaktion ist. Feinkörnige Brennstoffe verbrennen daher mit erheblich größerer Geschwindigkeit als grobkörnige, wenn nur die notwendige Luft zur Verfügung steht. Außerdem spielt noch die Oberfläche der Kohle eine große Rolle, die ja bekanntlich beim Koks am größten ist, wodurch sich die große Aktivität des Koks und besonders des Schwelkoks wenigstens zum Teil erklärt. Der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit macht die schwere Zündbarkeit und geringe Brenngeschwindigkeit der Anthrazit- und Magerkohle erklärlich. Beide Kohlenarten haben an sich schon eine glatte Oberfläche. Während diese aber bei den gashaltigen Brennstoffen durch die Entgasung aufgeraut, bei der Fettkohle außerdem noch aufgebläht wird, tritt diese Erscheinung bei den mageren Kohlenarten wegen des geringen Gasgehaltes nur in bescheidenem Maße ein. Am stärksten wird also der Einfluß der rauhen Oberfläche bei der Fettkohle und deren Koks, am schwächsten beim Anthrazit sein. Bei den im Feuer zerfallenden Kohlen, wie der Braunkohle, wird die günstige Wirkung der Entgasung auf die Oberfläche durch die dichte Lagerung beim Zerfall zum Teil wieder aufgehoben. Sehr wesentlich ist ferner der Einfluß des Aschengehaltes auf die Brenngeschwindigkeit, weil er die wirksame Oberfläche verringert. Rosin fand beispielsweise, daß die Brennzeit bei einem Aschengehalt von 50 % um 50 % vergrößert wurde.

Rostleistung.

Nach dem Gesagten läßt sich die stündliche Leistung einer Feuerung nicht nach dem verbrannten Kohlegewicht in kg m^2 Rostfläche beurteilen. Besser ist es schon, die Brenngeschwindigkeit in kcal/m^2 Rostfläche auszudrücken, weil hierbei der Wärmewert des Brennstoffes Berücksichtigung

Zahlentafel 4. Mittlere Rostbelastungen für verschiedene Brennstoffe.

Brennstoff	Heizwert	Schütt- höhe	Stü-dl. Rost- belastung	Stündl. Rost- belastung
	kcal/kg		kg/m^2	100 kcal/m^2
Anthrazit	7800	70 — 80	60 — 70	470 — 550
Koks	7000	130 — 300	75 — 80	530 — 560
Koksgrus	6000	150 — 300	140 — 150	850 — 900
Gasarme Steinkohle	6800	90 — 130	70 — 110	500 — 750
Gasreiche Steinkohle	7600	90 — 130	90 — 120	700 — 900
Preßbraunkohle .	4800	—	120 — 180	580 — 870
Böhm. Braunkohle	4800	130 — 200	120 — 180	580 — 870
Deutsche „	2400	200 — 300	170 — 380	400 — 900
Torf (gepreßt) . .	3800	—	160 — 180	600 — 700
Lohe „	1300	120 — 180	160 — 280	200 — 370

findet (s. Zahlentafel 4). Noch besser wäre es aber, die stündliche Brenngeschwindigkeit in kcal/m^2 Rostfläche nur für den Koksrückstand anzugeben. Ein Blick auf die Zahlentafel 4 zeigt jedoch, daß die stündlichen Rostleistungen in kcal m^2 trotz der großen Verschiedenartigkeit der Brennstoffe keine ebenso großen Verschiedenheiten aufweisen. Die größte und die kleinste Leistung (hochwertige Steinkohle und feinkörnige Braunkohle) verhalten sich ungefähr wie 2 : 1, während sich der Heizwert dieser beiden Brennstoffe etwa wie 4 : 1 verhält. Trägt man jedoch die stündliche Rostbelastung in kcal/m^2 Rostfläche nur für den Koksrückstand auf, so ergibt sich überraschenderweise eine gerade, fast wagrecht liegende Linie für sämtliche Brennstoffe (vgl. Abb. 8). Die Streuung der Versuchspunkte ist hierbei allerdings sehr stark, ein Beweis dafür, daß andere als die oben erläuterten Umstände von größerem Einfluß auf die Rostleistung sind als die Kohlenbeschaffenheit. Gestalt und Lage der Linie zeigen, daß die Rostbelastung für die Koksrückstände von der Art der Kohle fast unabhängig ist. Nun ist aber die wirksame Rostfläche bei mageren Kohlen erheblich größer als bei gashaltigen und feuchten, weil bei diesen ein erheblicher Teil der Rostfläche der Trocknung und Entgasung dient. Daraus geht hervor, daß bei gasarmen Brennstoffen erheblich geringere Mengen durchgesetzt werden, wahrscheinlich, weil die Entgasung, Zündung und Verbrennung der Magerkohle langsamer erfolgt. Auch eine bereits von Aufhäuser geäußerte Ansicht besagt, daß die Kohle die flüchtigen Bestandteile desto zäher festhält, je weniger davon vorhanden sind.

Bei der Magerkohle wird daher die Zündung des festen Kohlenstoffs annähernd gleichzeitig mit dem Beginn der Entgasung einsetzen. Der Luftbedarf der flüchtigen Bestandteile spielt gegenüber dem des festen Kohlenstoffes nur eine geringe Rolle. Die flüchtigen Bestandteile erhalten aber die Verbrennungsluft bereits sehr stark mit Stickstoff und Kohlensäure angereichert und sehr sauerstoffarm, dagegen auf etwa 700–1000° vorgewärmt. Bei Wanderrosten ohne Stufeneinteilung für den Unterwind wird die Luftzufuhr über die Gesamtlänge des Rostes gleichmäßig verteilt sein. In den ersten Abschnitten

¹ Braunkohle 1925, S. 244.

herrscht, bezogen auf die dort vorhandene Kohle, überall Luftmangel. In Wirklichkeit wird nicht alle Luft verbrannt und zur Verbrennung ausgenutzt, da die Schicht nicht vollständig an der Verbrennung teilnimmt und zu niedrig ist, um jedes Luftteilchen mit Kohlenstoff in Berührung zu bringen. Die Entgasung dürfte bei etwa 40 % der Rostlänge beendet sein. Bei der Gaskohle verläuft die Verbrennung auf dem Wanderrost anders. Die Entgasung setzt frühzeitig ein und erfolgt unter dem Einfluß der von der Flamme oder vom Zündgewölbe zurückgestrahlten Wärme stürmisch, ohne daß sich der feste Kohlenstoff zunächst an der Verbrennung beteiligt. Nach etwa 20 % der Rostlänge wird der größere Teil der Gase entwichen und verbrannt sein, und erst dann setzt die Verbrennung des festen Kohlenstoffes stärker ein. Bei der Verbrennung von Rohbraunkohle auf dem Treppenrost spielt die Verdampfung des im Brennstoff enthaltenen Wassers, auf das bei der mitteldeutschen Braunkohle etwa 50 %, bei der rheinischen etwa 60 % des Brennstoffgewichts entfallen, eine große Rolle. Sie nimmt etwa 20 % der Rostfläche (Vortrocknungsrost) in Anspruch. Danach ist der Verlauf ähnlich wie bei der Gaskohle, d. h. der Brennstoff entgast zunächst fast vollständig, ehe der Koksrückstand zu brennen beginnt. Die Koks menge ist im Vergleich zum ursprünglichen Brennstoffgewicht sehr gering (rd. 15–20 %). Die Magerkohlen beanspruchen also einen geringern Teil der Rostfläche für das Austreiben der flüchtigen Bestandteile, die Gaskohlen bereits etwa 40 %, die Gasflammkohlen etwa 50 % und die Braunkohlen bis zu 80 % der Rostfläche.

Zündgewölbe.

Die Form und Größe der Zünd- und Schlackengewölbe hängt ab von: 1. der Gasmenge, 2. der Zeit der Trocknung und Entgasung, 3. der Zündgeschwindigkeit des Brennstoffs, 4. der Verbrennungstemperatur des Brennstoffs, 5. dem Aschengehalt des Brennstoffs und 6. den Rücksichten auf die Strahlung, die Mischung mit der Luft und den Flammendurchgang.

Bei hohem Gehalt des Brennstoffs an flüchtigen Bestandteilen wird der Abstand des Zündgewölbes vom Rost größer sein müssen als bei geringem. Bei großer Gasmenge wird außerdem dafür gesorgt werden müssen, daß die Gase schnell und ungehindert an die Heizfläche gelangen können. Man wird daher den Zündgewölben Steigung zur Heizfläche hin geben und den Flammendurchgang nach hinten hin möglichst groß machen. Bei gasarmen Brennstoffen, die außerdem noch durch Wasser und Schlacke stark verunreinigt sind, wird man dagegen hierauf keine besondere Rücksicht zu nehmen brauchen, vielmehr die Gewölbeform mehr den Bedürfnissen einer bessern Zündung anpassen können.

In der Vorkriegszeit, als die Wanderroste nur mit hochwertigen Brennstoffen betrieben wurden, genügte auch die schlechteste Gewölbeform zur Herbeiführung einer sichern Zündung. Noch während des Krieges hat Loschge die angenäherte Parabelform als günstigste Gewölbeform angegeben, die alsdann fast allgemein eingeführt worden ist. Für sehr gasarme und magere Brennstoffe genügt dagegen auch diese Form nicht, vielmehr muß das Gewölbe zur Sicherung der Zündung noch mit rückkehrender Neigung versehen werden; hierdurch entsteht unter dem Zündgewölbe Stauhitzte, welche die Zündung begünstigt, allerdings aber auf die Haltbarkeit der Steine ungünstig einwirkt. Durch die Querschnittsverengung wird jedoch die Gasgeschwindigkeit an

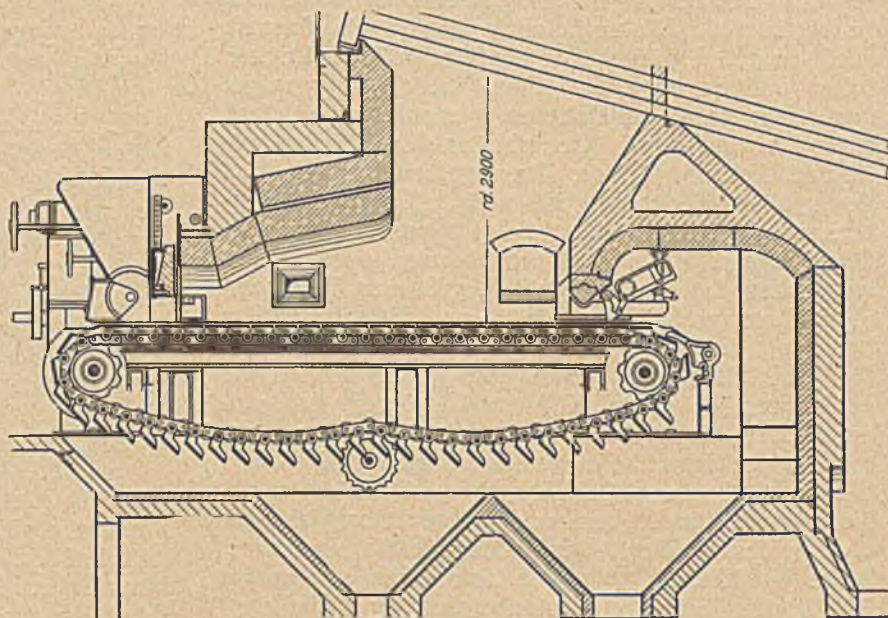


Abb. 10. Deutsche Wanderrostfeuerung.

dieser Stelle erhöht und eine bessere Mischung der Gase mit der Verbrennungsluft herbeigeführt, was auf die Verbrennung günstig einwirkt. Die Länge der Zündgewölbe ist ebenfalls abhängig von der Magerkeit und Minderwertigkeit des Brennstoffes und schwankt zwischen etwa 45 und 55 % der nutzbaren Rostlänge. Noch längere Gewölbe haben sich auch bei minderwertigen Brennstoffen nicht bewährt, sondern eine schleppende Verbrennung und daher Nachverbrennungerscheinungen in den Kesselzügen hervorgerufen.

Einen deutschen Wanderrost neuester Bauart zeigt Abb. 10. Das Zündgewölbe hat annähernd Parabelform (Loschge), seine Länge beträgt ungefähr 70 % der nutzbaren Rostlänge, ist also zu lang, und der Abstand des Rostes von der Heizfläche, 2,9 m, eignet sich daher für Eß- oder Fettkohle. Die weite Öffnung des Feuerraumes nach der Heizfläche begünstigt die Abstrahlung.

Eine deutsche Vorschubfeuerung für einen Steilrohrkessel veranschaulicht Abb. 11. An den schwach geneigten Vorschubrost schließt sich ein fast wagrechter

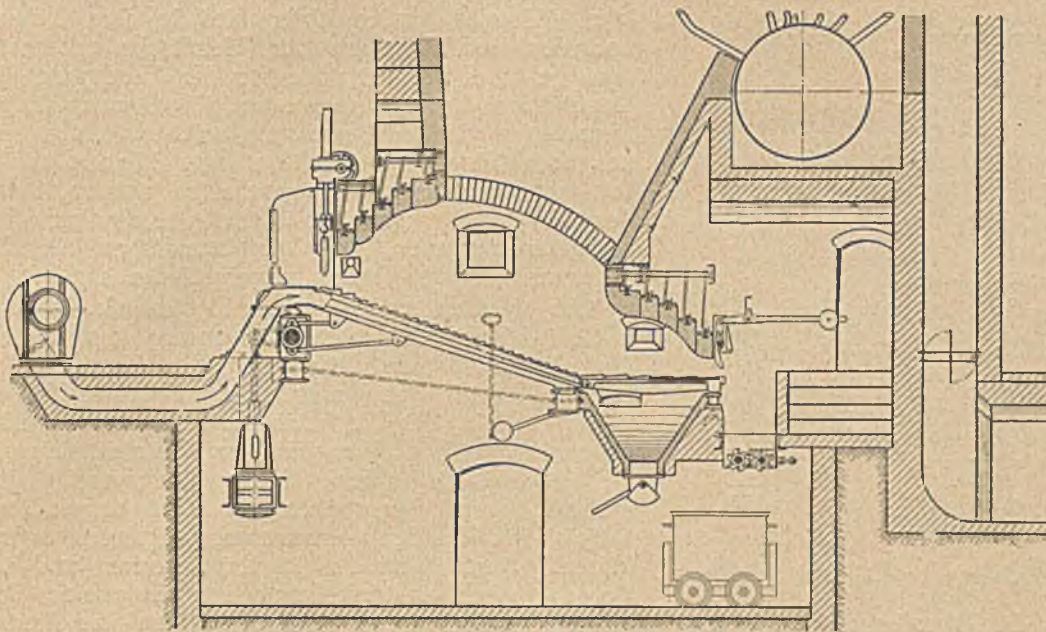


Abb. 11. Plutorost für Steilrohrkessel.

Schlackenrost an. Die Zündung erfolgt teils durch das kurz gehaltene Zündgewölbe, teils durch Aufbringen des frischen Brennstoffes auf die brennende Kohle, also durch Grundfeuerzündung. Der Flammeudurchgang ist sehr weit gehalten. Der Abstand von der Heizfläche beträgt etwa 3,8 m, ist also für Gaskohlen geeignet. Um einen bessern Ausbrand der Schlacke zu erzielen, hat man den Schlackenrost durch ein Schlackengewölbe geschützt. Die Form des Feuerraumes ermöglicht die beste Ausnutzung der Strahlung.

In Abb. 12 ist ein deutscher Vorschubrost für Schrägröhrkessel und minderwertige Brennstoffe wiedergegeben. Die Gesamtlänge des Rostes zerfällt in drei Teile, einen Vorrost mit starker Neigung (19°), einen Mittelrost mit schwacher Neigung (16°) und einen wagrechten Schlackenrost. Die starke Neigung des Vorrostes bewirkt eine große Schichthöhe auf dem Mittelrost; das Zündgewölbe ist wieder sehr kurz gehalten; fast die ganze letzte Hälfte des Rostes schützt ein Schlackengewölbe, das den Ausbrand der Rückstände fördert. Der Abstand von der Heizfläche beträgt rd. 3 m (für Fettkohle).

Bei dem in Abb. 13 dargestellten amerikanischen Wanderrost mit Unterwindfeuerung¹ hat das Zündgewölbe noch nicht die in Deutschland übliche angenäherte Parabelform, sondern ist ganz flach gehalten und liegt sehr

Der Abstand der Heizfläche vom Rost beträgt rd. 5,5 m. Das Schlackengewölbe fehlt.

Bei der amerikanischen Vorschubfeuerung für einen Stirlingkessel² (s. Abb. 15) ist das Zündgewölbe ganz in Fortfall gekommen. Der niedrigste Abstand der Heizfläche vom Rost beträgt rd. 3,6 m, der mittlere rd. 4,8 m.

Die Vorschubroste haben besonders in Amerika eine weite Verbreitung gefunden und sollen sich für Kohle mit wenig und schwerschmelzender Schlacke, mit mittlern und hohem Gasgehalt und wenig Feuchtigkeit

¹ Z. V. d. I. 1924, S. 1309.

² Z. V. d. I. 1924, S. 1312.

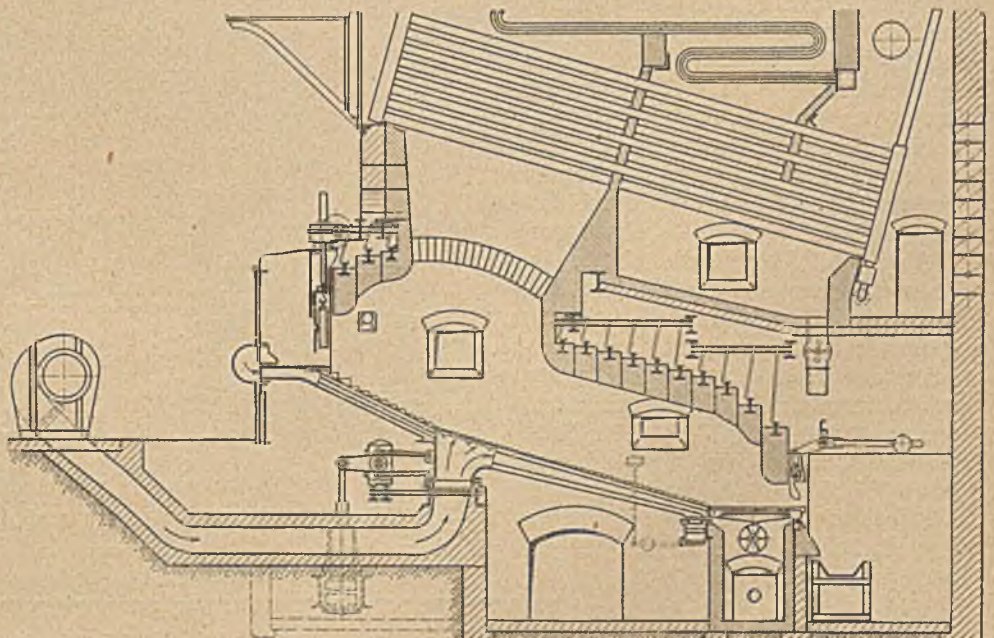


Abb. 12. Plutorost für Schrägröhrkessel.

hoch über dem Feuerraum, etwa 1,25 m. Die Länge beträgt 45% der nutzbaren Rostlänge, der Abstand der Heizfläche vom Rost rd. 4,5 m. Auch hier ist der letzte Teil des Rostes durch ein Schlackengewölbe geschützt. Die weite Öffnung des Feuerraumes nach der Heizfläche ermöglicht die beste Ausnutzung der Strahlung.

Abb. 14 zeigt einen amerikanischen Einheitskessel für das Crawford-Avenue-Kraftwerk mit Wanderrostbetrieb¹. Auch hier liegt das Zündgewölbe sehr hoch über dem Rost (etwa 1,3 m). Die Länge des Zündgewölbes entspricht rd. 50% der nutzbaren Rostlänge.

¹ Power 1924, Bd. 60, S. 1064.

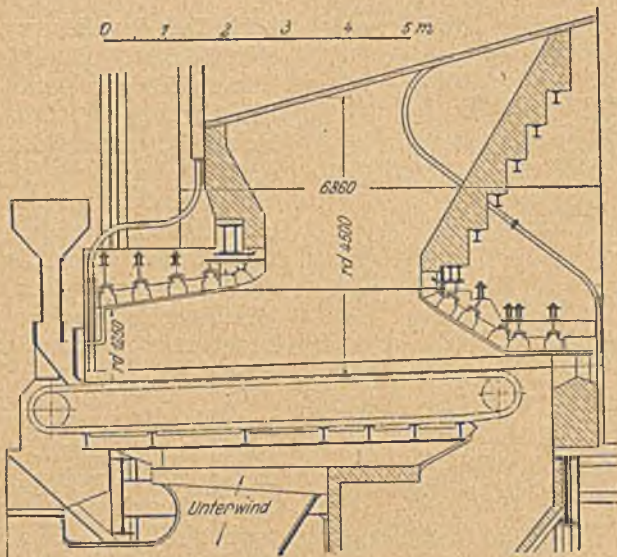


Abb. 13. Amerikanischer Wanderrost mit Unterwind.

eigenen, wobei allerdings die Braunkohle mit ihrer hohen Feuchtigkeit eine Ausnahme bildet. Die kleine freie Rostfläche und der Betrieb mit Unterwind ermöglichen innerhalb eines großen Belastungsreiches hohe Kohlensäuregehalte und gute Wirkungsgrade. Die Roste sind schnell auf hohe Leistung zu bringen und werden daher in Amerika mit Vorliebe für Spitzenkraftwerke verwendet.

Abb. 16 zeigt eine mechanische Treppenrostfeuerung für Braunkohle mit scharfer Trennung in drei Zonen, nämlich die Vortrocknung, die Entgasung und die Verbrennung. Die Zündung erfolgt teils von oben durch das Zündgewölbe, teils von unten durch das auf den Roststäben emporkriechende Grundfeuer. Der Abstand der Heizfläche vom Rost beträgt etwa 4 m.

Eine besondere Rostbauart, die sich in neuerer Zeit für die Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe eingeführt hat, ist der Vesuvio-Kaskadenrost (s. Abb. 17). Durch die eigenartige Schübbewegung und die Mischung des frisch zugeführten Brennstoffs mit dem bereits glühenden soll das Zusammenbacken der Schlacke zu großen Kuchen verhindert werden. Die Rostleistungen sind etwa 800 kg/m^2 . Als stündliche Feuerraumbelastung werden $600\,000$ bis $1\,000\,000 \text{ kcal/m}^3$ genannt, die sich allerdings nicht nur auf die flüchtigen Bestandteile, sondern auf den Gesamt-brennstoff beziehen.

Ein Vergleich der in den Abb. 10–16 gebrachten Feuerräume deutscher und amerikanischer Kesselan-

lagen läßt den großen Unterschied in dem Abstand von der Rostfläche bis zur Heizfläche erkennen. Man geht bei der Vergrößerung der Feuerräume in Deutschland nur sehr zögernd vor, weil zuverlässige Grundlagen für die Bemessung solcher Räume bisher noch fehlen. Diese Grundlagen können natürlich nur durch Versuche geschaffen werden, denn der Feuerungsvorgang läßt sich rechnermäßig nicht voll erfassen, weil die Grundlagen für die Berechnung in der Praxis zu verschieden sind.

Zur Förderung der Feuerungstechnik in der nächsten Zukunft und zur Gewinnung von sichern Grundlagen für die Berechnung der Zündgewölbe und der Größe der Feuerräume und Roste, ferner von Richtlinien für die Form der Zündgewölbe und Feuerräume müßten Forschung und Betrieb, Wärstellen und Dampfkessel-Überwachungsvereine gemeinsam darauf hinarbeiten, die noch ungeklärten Verhältnisse bei den Verbrennungsvorgängen aufzuklären. Durch Versuche im Laboratorium und im Betrieb wären festzustellen: die Zündpunkte des Gases bei verschiedener Zusammensetzung der Brennstoffe verschiedenen Ursprungs und Gasgehaltes sowie der Koksrückstände verschiedener Herkunft, ferner der Verlauf der Entgasung, ob wärme-

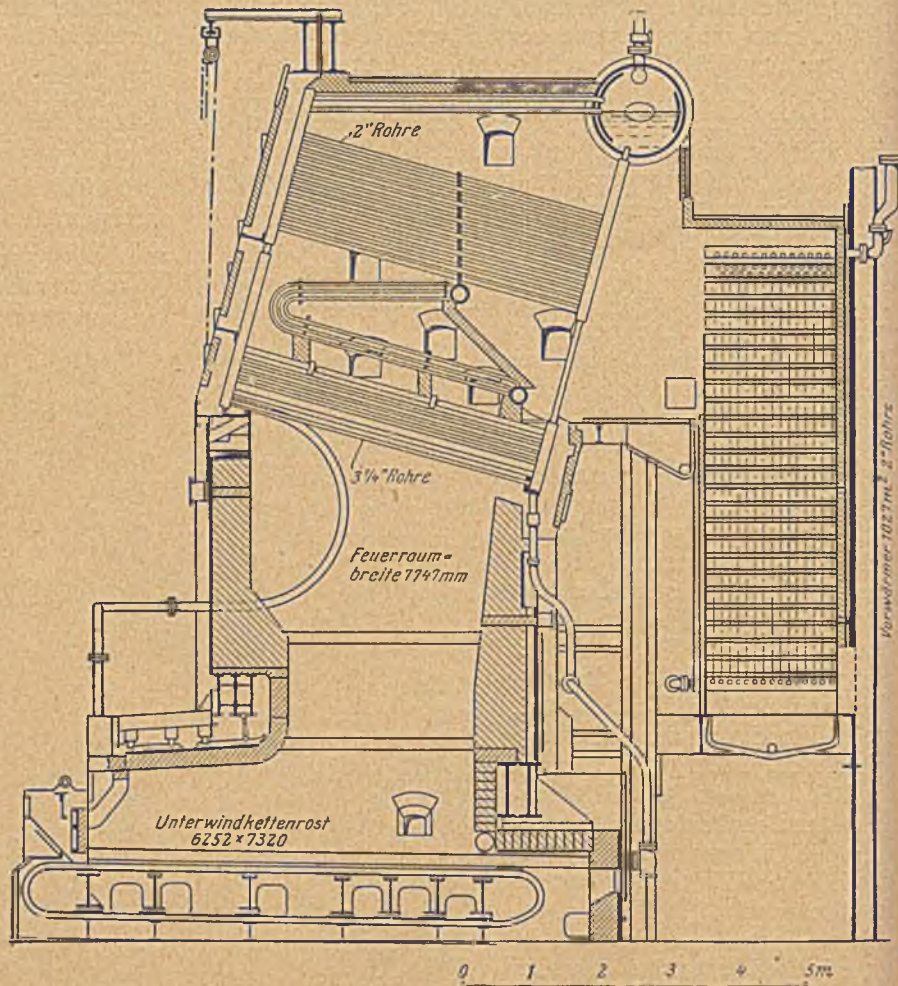


Abb. 14. Einheitskessel für das Crawford-Avenue-Kraftwerk.

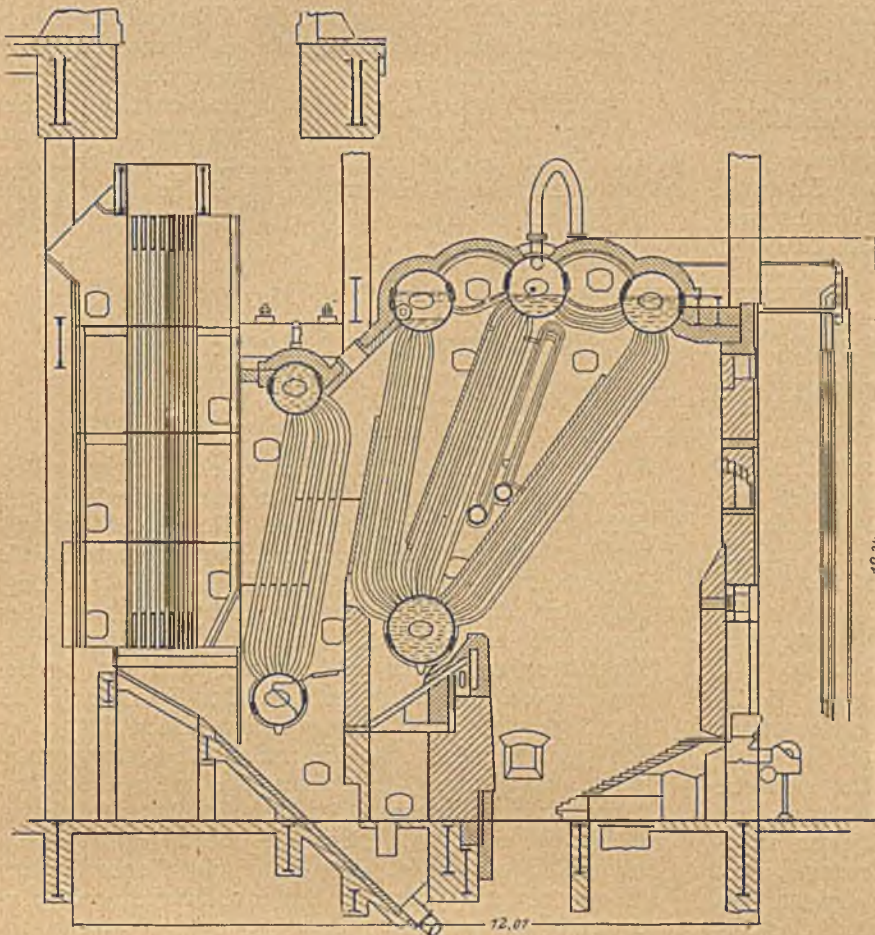


Abb. 15. Stirlingkessel mit Unterwindtreppe, Überhitzer sowie Speisewasser- und Luftvorwärmer.

bindend oder wärmeerzeugend, der Einfluß der Körnung und der Oberflächenbeschaffenheit der Kohlentelchen verschiedener Kohlenarten auf die Brennzeit, der Einfluß des Aschengehaltes, der Form und Größe des Zündgewölbes, der Oberluftzuführung und der Luftvorwärmung auf die Brenngeschwindigkeit, ferner die Höhe der Gasstrahlung bei der Kohlen-

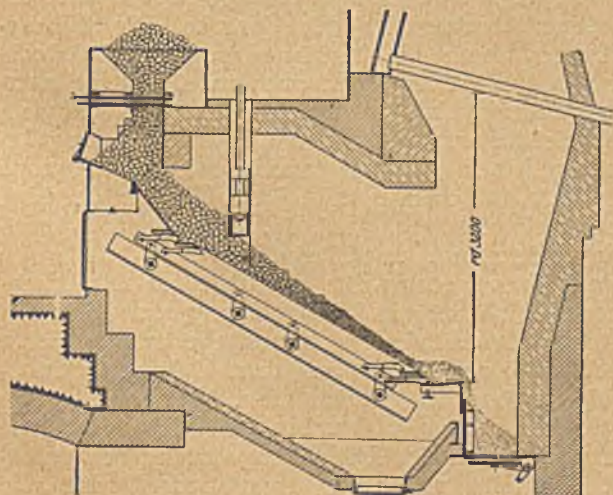


Abb. 16. Braunkohlen-Treppenrostfeuerung.

eine Oberflächenreaktion; die Brennzeit und die Güte der Koksverbrennung werden bedingt durch die Brennschichttemperatur, die Temperatur der zugeführten Luft, die Luftgeschwindigkeit, die Körnung, die Beschaffenheit der Oberfläche und den Aschengehalt.

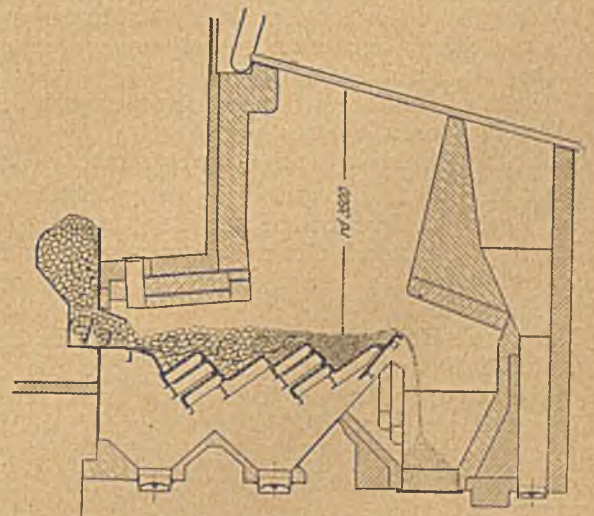


Abb. 17. Vesuviorost.

säure und dem Wasserdampf, die stündliche Leistungsfähigkeit der Feuerräume, bezogen auf 1 m^3 , und ihre Steigerung sowie die stündliche Leistungsfähigkeit der Roste in kcal/m^3 und ihre Steigerung.

Zusammenfassung.

Der Verbrennungsvorgang richtet sich nicht nach fest umrissenen Gesetzen, wenn sich auch eine gewisse Regelmäßigkeit je nach dem Alter der Kohle feststellen läßt. Im besondern ist die Menge und die Wertigkeit des in der Kohle enthaltenen Gases für die Verbrennung bestimmend. Da diese bei allen festen Brennstoffen für die flüchtigen Bestandteile über dem Rost und die festen Bestandteile auf dem Rost erfolgt, ist sinngemäß der Verbrennungsvorgang bei allen Rostfeuerungen grundsätzlich in zwei Teile zu zerlegen, und zwar in die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile und die der Koksrückstände.

Auf die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile, die den Gesetzen der Diffusion gehorcht, sind von Einfluß die entwickelte Verbrennungstemperatur, der Luftüberschuß, die Wertigkeit des Gases, der Wassergehalt des Brennstoffes, die Mischung des Gases mit der Verbrennungsluft sowie die Form und Gestaltung des Zündgewölbes und des Feuerraumes. Die Verbrennung der Koksrückstände ist

Nach den neuesten Versuchen ist die Brenngeschwindigkeit eines Kohleteilchens von dem Verhältnis Oberfläche zu Gewicht abhängig und bildet unter sonst gleichen Verhältnissen eine hyperbolische Funktion. Die Form und Größe des Zündgewölbes richtet sich nach der in der Kohle enthaltenen Gasmenge sowie der Dauer der Entgasung und Zündung. Länge und Vorschubgeschwindigkeit des Rostes werden bestimmt durch die Schnelligkeit der Zündung,

Entgasung und Verbrennung des Koksrückstandes sowie durch den Schlackengehalt des Brennstoffes.

Auf Grund der bisher vorliegenden Versuchsergebnisse lassen sich Näherungszahlen für die Bemessung des Rostes und der Feuerräume aufstellen. Es bleibt jedoch weitem planmäßigen Versuchen vorbehalten, die Belastungsfähigkeit des Rostes und des Feuerraumes für die verschiedenen Brennstoffe genau festzulegen.

Die Wirkungen der verschiedenen Besatzarten beim Schießen mit handfesten Sprengstoffen.

Von Dipl.-Ing. J. Joesten, Berlin-Friedenau.

In der letzten Zeit sind öfter in Fachzeitschriften¹ wie auch in Flugschriften die Wirkungen der verschiedenen Arten des Besetzens bei handfesten Sprengstoffen erörtert worden. Alle diese Erörterungen laufen darauf hinaus, daß man durch bestimmte Anordnungen des Besatzes an Sprengstoffen sparen, also, mit andern Worten, die Wirkung der Sprengstoffe in ihrer Leistung erhöhen könnte.

Im nachstehenden soll untersucht werden, ob die in diesen Ausführungen aufgestellten Behauptungen richtig sind, oder inwieweit sie nur eine Werbung für bestimmte Erfindungen darstellen. Der einfache feste Besatz, wie er früher allgemein üblich war und auch wohl heute noch in den meisten Fällen angewandt wird, scheidet aus diesen Erörterungen von vornherein aus. Hier sei nur kurz der irrigen Ansicht widersprochen, daß ein brisanter Gesteinsprengstoff keines oder nur eines geringen Besatzes bedürfe, und festgestellt, daß auch bei brisanten Gesteinsprengstoffen ein guter, fester Besatz einen wesentlichen Einfluß auf die Wirkung des Sprengstoffes ausübt. Zur Besprechung sollen hier nur folgende Besatzarten kommen.

1. Hohlraumbesatz, und zwar: a) Hohlraum innerhalb der Sprengladung zwischen den einzelnen Patronen, b) Hohlraum zwischen Sprengladung und festem Besatz, c) Hohlraum zwischen Sprengladung und Besatz unter Verwendung von Außenbesatz;
2. Besatz mit Hilfe des Besatzschlauches nach dem Kruskopfschen Verfahren;
3. Besatz mit Hilfe von Wasserpatronen.

Behauptet wird, daß sich mit diesen Besatzverfahren Sprengstoffersparnisse erzielen lassen. Zur Prüfung der Richtigkeit dieser Behauptung ist es zunächst notwendig, auf die Theorie der Sprengstoffe selbst einzugehen.

Die Arbeitsfähigkeit eines Sprengstoffes ist gegeben durch die in ihm enthaltene chemische Energie und die Menge der bei der Umsetzung entwickelten gasförmigen Erzeugnisse (Q.V. »charakteristisches Produkt« nach Berthelot). Wesentlich für die Wirkungsart des Sprengstoffes sind aber außerdem seine

Dichte und seine Detonationsgeschwindigkeit. Von besonderem Einfluß auf die Detonationsgeschwindigkeit sind außer der kubischen Dichte des Sprengstoffes der Durchmesser der Sprengstoffsäule, die Festigkeit des Einschlusses und die Initialzündung. Aus der Menge der entstandenen Gase und der Explosionstemperatur läßt sich nach dem Gay-Lussac-Mariotteschen Gesetz der Gasdruck für einen gegebenen Explosionsraum berechnen. Der Druck wird bei sonst gleichen Verhältnissen desto höher, je größer die kubische Dichte ist, die auch Ladedichte genannt wird, mit andern Worten also, je mehr Gewichtseinheiten des Sprengstoffes auf die Raumeinheit im Bohrloch entfallen. Diese Feststellung ist außerordentlich wesentlich für die nachstehenden Beurteilungen der Wirkungen des Hohlraumes beim Besetzen.

Von der Arbeitsfähigkeit eines Sprengstoffes ist die tatsächliche Sprengwirkung streng zu unterscheiden. Nicht alle bei der Explosion eines Sprengstoffes frei werdenden Energien können in tatsächlich nutzbare Arbeit umgewandelt werden, vielmehr wird die bei der Explosion frei werdende Arbeit verbraucht: 1. in Wärmewirkungen, die sowohl auf die atmosphärische Luft als auch auf das zu sprengende Material ausgeübt werden; 2. zur Zertrümmerung und Zermalmung der Bohrlochwandung; 3. zum Absprengen und Abschleudern der Vorgabe. Die Wärmewirkungen sowie die Zertrümmerung der Bohrlochwandung stellen im allgemeinen an sich keine nutzbaren Sprengwirkungen dar, sondern sind lediglich Arbeitsleistungen, die für den Explosionsvorgang Bedeutung haben und die tatsächliche nutzbringende Arbeit, das Absprengen und Fortschleudern der Vorgabe, beeinträchtigen. Auch die Detonationsgeschwindigkeit bildet, wie bereits erwähnt, einen Faktor der Brisanz eines Sprengstoffes und übt einen sehr erheblichen Einfluß auf die Sprengwirkung aus. Eine sich langsam entwickelnde Detonationswelle kann zur Folge haben, daß der Besatz aus dem Bohrloch herausgeschoben oder daß durch die Schlechten des Gebirges ein gewisser Druckausgleich herbeigeführt wird, der die tatsächliche Sprengwirkung beeinträchtigt. Hiermit ist jedoch nicht gesagt, daß die schnellste Detonationswelle die beste Wirkung erzie-

¹ Kall, Erz und Kohle 1924, S. 250; Steinindustrie 1925, S. 61; Bergbau 1925, S. 210 und 334.

len muß, da einerseits durch eine zu plötzliche Detonation das zu schießende Material unnötigerweise zu fein zerkleinert werden kann, und andererseits durch die plötzlich einsetzende Wirkung die Vorgabe so schnell abgerissen wird, daß die Gase keine Zeit haben, richtig zur Geltung zu kommen, wodurch dann die hereinzugewinnende Vorgabe zu kurz abreißt oder sogar ein Teil des Bohrloches stehenbleibt. Auch diese Feststellung ist für die Beurteilung des Einflusses von Hohlraumbesatz auf die Sprengwirkung außerordentlich wesentlich.

Hohlraumbesatz innerhalb der Sprengladung zwischen den einzelnen Patronen und zwischen Sprengladung und Besatz.

Das Hohlraumschießen in obiger Weise ist im Bergbau und besonders im Kalibergbau schon lange bekannt. Früher wurde dieser Hohlraum dadurch hergestellt, daß man mehr oder weniger lange Holzstücke zwischen die einzelnen Patronen oder zwischen Sprengstoffladung und Besatz einschaltete. Heute verwendet man vielfach an Stelle der Holzstücke fertig geklebte runde Papphülsen oder schmale Streifen aus Pappkarton, die über Kreuz gesteckt werden. Die Erfinder der zuletzt genannten Hohlraumpatronen behaupten nun, daß durch die Verwendung derartiger Papphülsen eine Sprengstoffersparnis bis zu mehr als 30 % erzielt werden könne. Sie begründen ihre Behauptung damit, daß sich die Sprenggase durch den zwischengeschalteten Hohlraum zunächst einmal ausdehnen könnten, ohne Arbeit leisten zu müssen, wodurch die nutzlose Arbeit der Zertrümmerung der Bohrlochwandung vermieden würde, und die hierdurch gesparte Sprengkraft dann der eigentlichen Aufgabe des Sprengstoffes, dem Hereingewinnen der Vorgabe, zugutekomme. Vielfache Versuche in der Praxis haben diesen Behauptungen anscheinend recht gegeben. Es fragt sich nur, worauf die angeblich erzielte Sprengstoffersparnis zurückzuführen ist.

Wie bereits oben dargelegt wurde, ist die Brisanz eines Sprengstoffes unter anderm von seiner Ladedichte abhängig. Durch die Zwischenschaltung von Hohlraum zwischen die Sprengstoffladung oder zwischen Sprengladung und Besatz wird jedoch die Ladedichte des Sprengstoffes erheblich herabgesetzt. Durch den zwischengeschalteten Hohlraum wird also ein wichtiger Faktor der Brisanz, der Gasdruck, wesentlich beeinträchtigt, da sich die Gase durch den zwischengeschalteten Hohlraum entspannen und infolgedessen an Arbeitsfähigkeit verlieren. Dies zeigt folgende Berechnung: Bezeichnet man das Volumen der von 1000 g Sprengstoff gelieferten Explosionsgase bei 0° C und 760 mm Druck mit v_0 , das Volumen derselben Gasmenge bei der Explosionstemperatur und 760 mm Druck mit v_t , den Raum, den die Gasmenge einnimmt, mit v_1 die absolute Explosionstemperatur mit $T = t + 273$, den atmosphärischen Druck bei 0° C mit $p_0 = 1,033$ kg auf 1 cm², den Druck der von der Gewichtseinheit (1000 g) des Sprengstoffes erzeugten Explosionsgase bei der Explosionstemperatur t in der Raumeinheit = 1 l mit f , so verhalten

sich nach dem Gay-Lussacschen Gesetz bei konstantem Druck die Gasvolumina unmittelbar proportional den absoluten Temperaturen. Es ist also:

$$\frac{v_0}{v_t} = \frac{273}{273 + t} \quad \text{oder} \quad v_t = \frac{v_0(273 + t)}{273} \quad \dots 1.$$

Nach dem Mariotteschen Gesetz sind bei konstanten Temperaturen die Gasvolumina umgekehrt proportional dem Gasdruck, also:

$$\frac{f}{p_0} = \frac{v_t}{v_1} \quad \text{oder} \quad f = \frac{p_0 \cdot v_t}{v_1} = 1,033 \cdot v_t \dots 2.$$

Setzt man den Wert für v_t nach Formel 1 ein, so ergibt sich:

$$f = \frac{1,033 \cdot v_0 \cdot (273 + t)}{273} \quad \dots 3.$$

Bei dem Chloratsprengstoff Chloratit 3 ist $v_0 = 326$ l, $t = 2984$ ° C. Der spezifische Druck für Chloratit 3 ist also:

$$f = \frac{1,033 \cdot 326 (273 + 2984)}{273} = 4017 \text{ kg.}$$

Der wirkliche Gasdruck p hängt ab von der Ladedichte Δ , die das Verhältnis des Ladegewichtes w des Sprengstoffes in g zum Verbrennungsraum V in cm³ darstellt. Es ist also $\Delta = \frac{w}{V}$.

Der wirkliche Gasdruck ist dann $p = \frac{f \cdot w}{V} = f \cdot \Delta$.

Da die Ladedichte von Chloratit 3 mit 3 % Holzmehl 1,4 beträgt, ist der wirkliche Gasdruck $p = 4017 \cdot 1,4 = 5623,8$ kg/m².

Die nachstehende theoretische Berechnung soll zeigen, welchen Einfluß der Hohlraum auf den Gasdruck ausübt.

Nimmt man an, daß ein Bohrloch von 2,50 m Tiefe und 38 mm Durchmesser mit 1000 g Chloratit 3 = 8 Patronen von je 30 mm Durchmesser und 125 mm Länge besetzt wird, so nimmt diese Sprengstoffgewichtsmenge einen Raum von $\pi \cdot r^2 h = 3,14 \cdot 15^2 \cdot 8 \cdot 125 = 706$ cm³ ein. Nimmt man ferner an, daß zwischen Sprengstoffladesäule und Besatz ein Hohlraum von 80 cm gelassen wird, so hat der gesamte Sprengraum eine Länge von 1800 mm und ein Volumen von $3,14 \cdot 19^2 \cdot 1800 = 2040$ cm³. Die Ladedichte des Sprengstoffes Chloratit 3 mit 3 % Holzmehl beträgt 1,4. Durch die Vergrößerung des Laderaumes wird die Ladedichte verringert, und zwar beträgt sie:

$$\Delta_1 = \frac{1,4 \cdot 706}{2040} = 0,48.$$

Setzt man diesen Wert in die obige Formel ein, so erhält man nunmehr den wirklichen Gasdruck von 1000 g Chloratit 3: $p_1 = 4017 \cdot 0,48 = 1928$ kg/cm². Es ergibt sich also eine Verminderung des Gasdruckes um 3695 kg/cm² oder um rd. 65 %.

Wenn es sich hier auch nur um eine theoretische Berechnung handelt und darin eine Reihe anderer Faktoren, die den Gasdruck beeinflussen, wie das Kovolumen, der feste Rückstand usw., keine Berücksichtigung findet, außerdem neben dem Gas-

druck, wie bereits erwähnt, noch eine Anzahl anderer Faktoren für die Arbeitsfähigkeit eines Sprengstoffes in Frage kommt, so zeigt diese einfache Berechnung doch, welchen gewaltigen Einfluß der Hohlraum beim Besetzen auf die Verminderung der Brisanz eines Sprengstoffes ausübt.

Es tritt also keine Zusatzwirkung, sondern eine sehr erhebliche Verringerung der Arbeitsfähigkeit des Sprengstoffes ein. Es ist also unlogisch, zu behaupten, daß durch die Einschaltung von Hohlraum innerhalb einer Sprengstoffladung unbedingt an Sprengstoff gespart werden könne. Diese Ersparnis ist nur dann zu erzielen, wenn die Hauer vorher gewohnt waren, die Sprengschüsse zu überladen. Leider lassen sich in der Praxis für zwei Schüsse nie dieselben Verhältnisse schaffen, so daß es schwer ist, die Unrichtigkeit der Behauptungen durch den praktischen Versuch unmittelbar zu beweisen. Ladet man einen Schuß richtig und vermindert die Arbeitsfähigkeit des Sprengstoffes durch Zwischenschaltung von Hohlraum, so wird in vielen Fällen ein Mißerfolg eintreten. Tritt er nicht ein, so war entweder die Ladung noch stark genug oder aber die Brisanz des verwendeten Sprengstoffes so groß, daß sie trotz ihrer Verminderung durch den Hohlraum noch zur Hereingewinnung der Vorgabe hinreichte. Die tatsächliche Verminderung der Arbeitsfähigkeit des Sprengstoffes durch den Hohlraumbesatz geht bereits daraus hervor, daß beim Besetzen mit Hohlraum die Bohrlochwandung weniger zerrissen und das hereingewonnene Haufwerk weniger zerkleinert wird.

Trotzdem gibt es Fälle, wo Hohlraum mit Vorteil angewandt werden kann, und zwar in langen Bohrlochern, die freistehen und an sich schon eine erhebliche Lademenge erfordern. Hier ist auch eine gewisse Sprengstoffersparnis zu erzielen, die dadurch herbeigeführt wird, daß die Länge des Bohrloches stets in einem gewissen Verhältnis zur Länge der Ladesäule stehen muß. Wird dieses Verhältnis selbst bei der Wahl der richtigen Sprengstoffgewichtsmenge unterschritten, so vermag der Sprengstoff seine Vorgabe nicht restlos hereinzugewinnen, da der dem Sprengstoff zur Verfügung stehende Sprengraum zu klein ist, um die Vorgabe in ihrer ganzen Ausdehnung anfassen zu können. Dies läßt sich am besten mit einem Bild aus der Mechanik vergleichen. Um eine schwere Last zu heben, bedient man sich eines Hebels. Ist der Hebelarm, an dem die Kraft angreift, zu klein, so wird es selbst bei größter Kraftanstrengung nicht gelingen, die zu hebende Last zu bewegen. Dieses Bild auf den Sprengstoff, der in einem im Verhältnis zur Bohrlochlänge zu kleinen Sprengraum eingedämmt ist, angewandt, bedeutet nichts anderes, als daß die Angriffsfläche für den Sprengstoff zu klein ist. Er schlägt sich im Bohrloch tot. Um die Angriffsfläche des Sprengstoffes zu vergrößern, muß man die Sprengkammer vergrößern. Dies kann entweder dadurch erreicht werden, daß man mehr Sprengstoff in das Bohrloch hineingibt, als nach der Größe und Stärke der Vorgabe

und der in dem Sprengstoff steckenden Energie erforderlich wäre, oder aber man verlängert die Sprengstoffladesäule durch Zwischenschaltung von Hohlräumen entweder zwischen den einzelnen Patronen oder zwischen Sprengladung und Besatz. In diesen Fällen läßt sich also eine gewisse Ersparnis erzielen, die aber auch wieder dadurch eingeschränkt wird, daß durch die Herabminderung der Brisanz die hereingewonnene Vorgabe oft so grobstückig ist, daß man noch eine gewisse Sprengstoffmenge aufwenden muß, um diese Stücke zu zerschließen. Erinnert sei hier an die sogenannten Stückeschießer im Kalibergbau und an die Auflegeschüsse in Steinbruchbetrieben. Je nach der Brisanz des zur Verfügung stehenden Sprengstoffes genügt oft nicht ein einfaches Auflegen der Sprengpatrone auf die großen Stücke, sondern es müssen noch besondere Bohrlöcher in die Stücke gebohrt werden. Es besteht also die Möglichkeit, daß die zuerst erzielte Sprengstoffersparnis beim Stückeschießen durch die noch aufzuwendende Sprengstoffmenge und den vermehrten Lohnaufwand wieder aufgewogen wird.

Was die Anordnung des Hohlraumes angeht, so sollte ein Hohlraum zwischen den einzelnen Patronen nur bei denjenigen Sprengstoffen angewandt werden, die besonders gut übertragen, wie beispielsweise Dynamit, oder bei solchen Sprengstoffen, die teilweise durch Flammzündung übertragen, wie den Chloratsprengstoffen. Bei den schwerer übertragenden Sprengstoffen, wie z. B. den Ammonsalpetersprengstoffen, sollte man Hohlräume zwischen den Patronen tunlichst vermeiden und nur den Hohlraum zwischen Sprengstoffladesäule und Besatz zur Anwendung bringen. In allen Fällen, in denen ein Hohlraum tatsächlich mit einem gewissen Vorteil Verwendung finden kann, ließen sich jedoch Sprengstoffe mit geringerer Ladedichte oder mit geringerer Brisanz anwenden, und der Erfolg würde hierbei sicherlich besser sein als bei dem unsichern Besetzen mit Hohlraum.

Hohlraum zwischen Sprengladung und Besatz unter Verwendung von Außenbesatz.

Dieses als sächsisches Hohlraumschießen bezeichnete Verfahren¹ besteht darin, daß man an Stelle des Letten- oder Sandbesatzes die Luft als Besatz verwendet, deren Austritt man durch die Auflage eines durch eine gewisse Sandmenge beschwerten Pappstückes verhindert. Für die Durchführung der Zündschnur ist die Pappe mit einem Loch versehen. Für dieses Verfahren gelten ebenfalls die Ausführungen über das vorgenannte Verfahren. Die über dem Sprengstoff stehende Luftsäule wirkt als Besatz, da sie durch die aufgelegte beschwerte Pappe am Entweichen gehindert wird. Der Explosionsvorgang geht so schnell vor sich, daß lediglich auf einem gewissen Teile der Luftsäulenlänge eine Komprimierung eintreten kann, und daß der Sprengstoff seine Vorgabe bereits abzuheben beginnt, bevor der auf die Luftsäule ausgeübte Druck zur Geltung kommt und die

¹ Steinindustrie 1925, S. 61.

abschließende Pappe fortschleudert. Auch hier kann in gewisser Beziehung eine Sprengstoffersparnis erzielt werden, wenn die Brisanz des zur Verwendung kommenden Sprengstoffes eine Verminderung verträgt und das Verhältnis zwischen den Längen der Sprengstoffladesäule und des Bohrloches die Anwendung dieses Verfahrens gestattet. Es bleibt jedoch auch hier noch fraglich, ob tatsächlich eine Ersparnis erzielt wird, da die hereingewonnene Vorgabe infolge der verminderten Brisanz viel weniger zertrümmert wird als bei einem festen Einschluß des Sprengstoffes. Besatz nach dem Kruskopfschen Verfahren.

Ähnlich wie das sächsische Hohlraumschießen wirkt das Kruskopfsche Besatzverfahren. Es besteht darin, daß ein aus zähem Papier hergestellter Schlauch mit feinem Flugsand oder Gesteinstaub gefüllt und als Besatz auf die Sprengstoffladung aufgebracht wird. Durch den Gasdruck wird bei der Explosion dieser Besatzschlauch in dem der Sprengladung zunächst liegenden Teil zusammengestaucht und dadurch ein fester Abschluß des Bohrloches erzielt. Infolge der Stauchung des Besatzschlauches entsteht ein Hohlraum, der wiederum eine Entspannung der Sprenggase und damit eine Verminderung der Sprengwirkung zur Folge hat. Von einer Sprengstoffersparnis kann daher auch hier nur bedingt gesprochen werden, insofern nämlich, als die Zusammenstauchung des Besatzschlauches vielleicht das richtige Verhältnis zwischen den Längen der Sprengkammer und des Bohrloches herstellt. In den meisten Fällen wird aber die in der Praxis erreichte Sprengstoffersparnis auf die frühere Überladung der Schüsse zurückzuführen sein.

Besatz mit Hilfe von Wasserpatronen.

Ähnlich wie bei dem Hohlraumbesatz beabsichtigen andere Erfinder eine Sprengstoffersparnis durch die Wasserpatrone zu erzielen. Es wird behauptet, daß mit der Verwendung der Wasserpatrone sogar bis zu 50 % Sprengstoff gespart werden könnten. Es dürfte wohl ohne weiteres klar sein, daß eine derartige Behauptung falsch sein muß. Die Wasserpatrone besteht aus einer mit Paraffin getränkten Papphülse, die mit Wasser gefüllt und oben und unten durch einen Deckel verschlossen wird. Eine so vorbereitete Wasserpatrone wird in das Bohrlochtiefe und eine andere auf die Sprengstoffladung zwischen Sprengladung und Besatz gelegt. Mit dieser Besatzanordnung soll einerseits eine Verminderung der Schlagwetter- und Kohlenstaubgefahr und andererseits eine erhebliche Sprengstoffersparnis erzielt werden. Die letzte Behauptung widerspricht, wie vorweggenommen sei, den allgemeinen physikalischen Gesetzen. Die Sprengstoffersparnis soll dadurch herbeigeführt werden, daß das Wasser plötzlich zum Verdampfen komme und der gespannte Wasserdampf eine Vermehrung der Sprenggase darstelle, woraus

sich eine Sprengstoffersparnis ergebe. Diese Behauptung wird sich im Betriebe schwer beweisen lassen. Wenn man aber in Betracht zieht, daß die Explosionsflamme nur im Tausendstel einer Sekunde wirken kann, und daß außerdem das Wasser von der Explosionsflamme durch den Deckel der Hülse getrennt ist, so wird man viel eher den Schluß ziehen, daß das Wasser gar nicht zum Verdampfen kommen kann, und daß nur eine gewisse Erwärmung und sekundäre mechanische Zerstäubung des Wassers eintritt. Damit fallen an sich bereits die für die Erzielung der Sprengstoffersparnis in Anspruch genommenen Hauptpunkte fort. Abgesehen hiervon bedeutet jedoch ein derartiges Besatzverfahren bei weniger brisanten Sprengstoffen sogar eine Gefahr für die vollständige Wirkung des Schusses. Bekanntlich besitzt Wasser fast die höchste spezifische Wärme. Es ist also in der Lage, viel mehr Wärme zu binden als der gewöhnliche Besatz und die Bohrlochwandung selbst. Wärme bedeutet aber Arbeit und gebundene Wärme Arbeitsverlust. Hieraus ist der logische Schluß zu ziehen, daß dem Sprengstoff, da durch das Wasser zweifelsohne Wärme gebunden wird, genau wie beim Hohlraumverfahren infolge der Herabsetzung der Ladedichte Arbeitsenergien entzogen werden. Daß trotz der Entziehung der Arbeitsenergien noch an Sprengstoff gespart werden kann, dürfte bei kritischer Überlegung kaum glaubhaft erscheinen.

Eine geringe Verminderung der Schlagwetter- und Kohlenstaubgefahr tritt möglicherweise ein, indem durch die mechanische Zerstäubung des Wassers zwischen den heißen Explosionsschwaden und dem vor dem Bohrloch befindlichen Luft- und Gasgemisch gewissermaßen eine Zwischenschicht entsteht, die für einen geringen Zeitraum das Luft- und Gasgemisch von der Explosionsflamme und den Explosionsschwaden trennt. Bei den in Betracht kommenden geringen Wassermengen dürfte diese trennende Schicht jedoch nicht allzu wirksam sein, da bei den hohen Temperaturen der Explosionsschwaden und der weitgehenden mechanischen Zerstäubung nunmehr tatsächlich sehr schnell eine Verdampfung eintreten wird, die naturgemäß eine geringe Verminderung der Temperaturen der Explosionsschwaden zur Folge hat.

Wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, werden sich bei allen diesen Besatzverfahren kaum wesentliche wirtschaftliche Ersparnisse erzielen lassen.

Zusammenfassung.

Die verschiedenen Arten des Besatzes beim Schießen mit handfesten Sprengstoffen werden kritisch beleuchtet. Die theoretischen Berechnungen und Erörterungen ergeben in allen Fällen, daß durch die verschiedenen Anordnungen der gekennzeichneten Besatzarten eine Verminderung der Brisanz eintritt.

Gesundheitswesen im Ruhrbergbau.

Aus dem Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Hygiene und Bakteriologie zu Gelsenkirchen

über die letzten 3 Jahre werden nachstehend die den Bergbau angehenden Ausführungen wiedergegeben:

Die von dem Institut in den letzten 3 Jahren untersuchten Proben auf Wurmkrankheit bezogen sich zum größten Teil auf Kranke, die in den Gelsenkirchener Krankenhäusern lagen und dort wegen irgendwelcher andern Krankheiten behandelt wurden, deren Stuhlproben aber dem Institut im Einverständnis mit dem Oberbergamt und dem Allgemeinen Knappschaftsverein zur Untersuchung auf Ankylostomiasis zugesandt worden waren. Unter etwa 5000 Proben in den letzten 3 Jahren sind nur 2 positive Fälle ermittelt worden. Außerdem wurden im letzten Jahr auf Veranlassung des Oberbergamts von einer ganzen Reihe von Zechen Kotproben aus den Abortkübeln übersandt, ebenfalls zur Untersuchung auf Wurmkrankheit. Bisher hat das Institut etwa 1500 derartige Untersuchungen ausgeführt, aber nur in einem einzigen Fall ein positives Ergebnis ermittelt. Auch diese Zahlen deuten unbedingt darauf hin, daß, abgesehen von ganz geringen Resten, die Wurmkrankheit im hiesigen Bezirk vollständig erloschen ist. Für einen im Herbst 1924 auf der Tagung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Innsbruck über den Stand der Ankylostomiasis auf der ganzen Erde gehaltenen Vortrag hatte Professor Bruns alles irgendwie erreichbare Zahlenmaterial über Wurmkrankheit im hiesigen Bezirk zusammengesucht. Er kam darin zu dem Schluß, daß gegenüber dem Höchststande von 1903/04, d. h. nach etwa 20jähriger Bekämpfung der Ankylostomiasis, im hiesigen Gebiet eine Abnahme von mehr als 99,4% erreicht worden ist. Er vertrat ferner die Auffassung, daß keine ansteckende Krankheit auf der ganzen Erde bekannt sei, bei der je ein derartig glänzender Erfolg erzielt worden ist. Ausdrücklich hob er hervor, daß dieses Ergebnis seiner Überzeugung nach nicht etwa auf Zufälligkeiten beruht oder auf Umständen, die der Einwirkung der Menschen entzogen sind, oder etwa auf Änderung der meteorologischen Verhältnisse, sondern ausschließlich auf die planmäßige, zielbewußte Zusammenarbeit aller im hiesigen Bezirk in Betracht kommenden Kreise, der Bergbehörden, der Bergwerksbesitzer und Bergarbeiter, zurückzuführen ist. Den Ergebnissen gegenüber, die das Institut bei der Bekämpfung der Ankylostomiasis erzielt hat, steckt die Bekämpfung der Krankheit in den übrigen Teilen der Erde, abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen, immer noch in den Kinderschuhen.

Auch aus den in den letzten drei Jahren gemachten Erfahrungen geht hervor, daß die kulturelle Untersuchung auf Ankylostomiasis immer noch das sicherste Verfahren für die Diagnose der Krankheit darstellt. Im Vergleich zu den einfachen mikroskopischen Untersuchungen wurden in den letzten Jahren folgende Ergebnisse erzielt:

Jahr	Gesamtzahl	mikroskopisch positiv	kulturell positiv
1919	4 095	4	24
1920	18 086	15	308
1921	12 414	0	70
1922	8 435	0	54
1923	943	0	2
1924	2 149	13	21

Daraus geht also hervor, daß die kulturelle Untersuchung 3-6 mal so viel positive Ergebnisse geliefert hat wie die einfache mikroskopische Untersuchung.

Alle eingegangenen Proben wurden wie in den Vorjahren außerdem mikroskopisch und kulturell auf sonstige Parasiteneier und -larven untersucht. Es wurde in den letzten drei Jahren im ganzen 50 mal das Vorhandensein von *Anguillula intestinalis*, 545 mal das Vorhandensein

von Askarideneiern, 82 mal von *Trichocephaluseiern*, 2-mal von *Taenin* und 5 mal von *Oxyuren* festgestellt.

Von diesen Befunden verdient wohl die größte Aufmerksamkeit das nicht so ganz seltene Vorkommen von *Anguillula intestinalis*. Kamen in den letzten Jahren doch insgesamt 3 oder 4 Fälle vor, in denen mit großer Wahrscheinlichkeit diese Parasiten auch im Ruhrbergbau als Erreger von schweren, blutigen Durchfällen, die zu hochgradiger Blutarmut führten, bezeichnet werden konnten. In einem Fall ist sogar ein Bergmann unter den Erscheinungen höchstgradiger Blutarmut nach blutigen Durchfällen zugrundegegangen, ohne daß bei der Sektion irgendeine andere Ursache als der Befund dieses Darmparasiten festgestellt werden konnte. Das sind Beobachtungen, die doch zweifellos zu einer gewissen Vorsicht auch der *Anguillula intestinalis* gegenüber mahnen. Andererseits gibt es leider kein Mittel, durch eine Abtreibekur die Kranken von den *Anguillulawürmern* zu befreien.

Einer kurzen Erwähnung bedürfen noch die Arbeiten, die sich auf die allgemeine Bergwerkshygiene beziehen. Von dem vom Minister eingesetzten Hauptausschuß für das Gesteinstaubverfahren ist das Institut zusammen mit 2 Berliner Hygienikern, den Professoren Heymann und Ceelen, zu umfassenden Arbeiten über die gesundheitliche Bedeutung der verschiedenen im Bergbau gebräuchlichen Staubsorten herangezogen worden, die zur Teilnahme an mehreren Konferenzen und Besprechungen führten, aber auch dazu, daß das Institut außer Laboratoriumsuntersuchungen auf mehreren Zechen untertage Tierversuche und Untersuchungen der Grubenluft auch über Staubgehalt vorgenommen hat. Auf Zeche Zollverein 3/7/10, Schacht Anna des Köln-Neuessener Bergwerksvereins und Zeche Holland 1/2 wurden untertage eine Anzahl von Hunden und Kaninchen und insgesamt etwa 100 Meerschweinchen ausgesetzt, an denen die Einwirkung des Gestein- und Kohlenstaubes beobachtet werden sollte. Die Versuche sind zum Teil auf den einzelnen Zechen über ein Jahr ausgedehnt worden und haben im ganzen nicht ergeben, daß das Gesteinstaubverfahren, so wie es hier praktisch auf den Zechen ausgeführt wird, zu wesentlichen Gesundheitsschädigungen Anlaß gibt. Leider haben auch diese Versuche im Jahre 1923 eingestellt werden müssen; es ist aber in Aussicht genommen, in irgendeiner Weise auch die Arbeiten für diesen Gesteinstaubausschuß wieder aufzunehmen. Im Beginn des Jahres 1925 hatte das Institut Gelegenheit, auf einer Sitzung des Hauptausschusses für das Gesteinstaubverfahren seinen Standpunkt dahin zu umschreiben, daß bei vorsichtiger Anwendung und sorgfältiger Auswahl der Gesteinsart von der Staubbekämpfung der Explosionen keine erheblichen gesundheitlichen Gefahren zu erwarten seien.

Die in frühern Jahresberichten mehrfach erwähnten Arbeiten zur Bekämpfung des Augenzitterns im Steinkohlenbergbaubetriebe sind in der Berichtszeit nicht weitergeführt worden. Nur hat Professor Dr. Bruns einmal im Jahre 1922 an einer im Oberbergamt abgehaltenen Sitzung des vom Minister eingesetzten Nystagmusausschusses teilgenommen. Das Institut hat sich bei dieser Gelegenheit bereiterklärt, auf den Gruben, die noch viel Nystagmusfälle besäßen, Untersuchungen über die unterirdischen meteorologischen Faktoren anzustellen, jedoch war es nicht mehr möglich, Gruben ausfindig zu machen, bei denen noch viele Fälle an Augenzittern vorhanden waren. Wie gering die Zahlen der Krankmeldungen wegen des Nystagmus in den letzten Jahren gewesen sind, geht aus der folgenden Übersicht hervor:

Jahr	mittlere Zahl der Belegschaft	Erkrankungen an Augenzittern und deren Ausgang insges.		auf 1000 Belegschaftsmitglieder
1911	357 321	krank 1356	3,795	
		invalide 797	2,320	
1912	376 710	krank 1796	4,767	
		invalide 649	1,723	
1913	409 271	krank 825	2,016	
		invalide 195	0,476	
1914	388 385	krank 1391	3,581	
		invalide 277	0,713	
1915	286 671	krank 440	1,535	
		invalide 220	0,767	
1916	307 508	krank 376	1,223	
		invalide 127	0,413	
1917	347 162	krank 371	1,069	
		invalide 116	0,334	
1918	365 300	krank 717	1,963	
		invalide 252	0,690	
1919	415 736	krank 451	1,085	
		invalide 293	0,705	
1920	483 570	krank 156	0,323	
		invalide 56	0,116	
1921	529 078	krank 72	0,136	
		invalide 39	0,074	

Danach könnte es scheinen, als ob der Nystagmus für das Ruhrgebiet fast jede Bedeutung verloren hätte. Wenn man sich ein Bild über die Ursachen des Rückganges der Meldungen an Nystagmus machen will, so wird man anerkennen müssen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die Zunahme der elektrischen Grubenlampen auf den Zechen und damit die Einführung einer bessern Beleuchtung nicht ohne Einfluß gewesen ist. Andererseits reicht sie wohl nicht aus, die sehr bedeutende Abnahme zu erklären. Professor Dr. Bruns kann sich die Abnahme der Zahl der zur Meldung gekommenen Nystagmusfälle nicht anders als durch Heranziehung gewisser wirtschaftlicher Momente erklären, unter denen in erster Linie die leichtere oder schwerere Erreichbarkeit einer Rente auf Grund des Nystagmusleidens eine Rolle spielen dürfte.

Von dem Ausschuß für das Grubenrettungswesen ist das Institut in den Jahren 1922–1924 mehrfach zu Besprechungen über die Frage der Verwendung von Geräten zur Wiederbelebung Gasvergifteter herangezogen worden. Jedesmal, wenn auf den Zechen oder Hochofenwerken der nähere Umgebung von Gelsenkir-

chen infolge eines Unglücksfalles Beatmungen der Verletzten mit Apparaten vorgenommen werden, schickt das Institut auf Anfordern sofort einen Arzt an Ort und Stelle, der Erfahrungen über die Wirkung der verschiedenen Apparate in der Praxis sammeln und diese an die Zentrale für das Grubenrettungswesen weitergeben soll.

Die in Gemeinschaft mit dem Bergbau-Verein vorgenommenen Untersuchungen über die Einwirkung von heißen und feuchten Grubenverhältnissen auf die Arbeitsfähigkeit der Bergleute sind im Jahre 1922 weitergeführt worden, haben aber auch im Jahre 1923 und in der ersten Hälfte des Jahres 1924 ruhen müssen. Sie sollen wieder aufgenommen werden und vor allen Dingen auch durch Messungen mit dem sogenannten Kathethermometer weitergeführt werden. Die Abkühlung des menschlichen Körpers durch Verdunstung des Schweißes ist aber für die Wärmeregulierung, d. h. für die Frage, wie die atmosphärischen Verhältnisse in warmen und feuchten Gruben auf den menschlichen Körper wirken, von sehr großer Bedeutung. Noch in einigen weiteren Fragen, die den gesamten Bergbau betreffen, wurde das Institut zu gutachtlichen Äußerungen, sei es für das Oberbergamt, sei es für den Bergbau-Verein oder für den Reichskohlenrat, herangezogen. So war in England behauptet worden, daß unter den Leuten, die auf heißen Gruben arbeiten, häufiger Krämpfe beobachtet worden seien. Durch Umfrage bei den in Frage kommenden Zechenverwaltungen, beim Bergbau-Verein, bei den Bergrevierbeamten und bei den Ärzten, die gerade die Belegschaften derartig warmer und feuchter Gruben zu behandeln haben, wurde festgestellt, daß man hier derartige Krämpfe nicht beobachtet hat. Man kam auf Grund dieser Umfrage zu der Überzeugung, daß in England dem Vorkommen dieser Krämpfe wohl zu große Bedeutung beigelegt würde. In England ist weiter gelegentlich das Vorkommen einer infektiösen Gelbsucht auf der einen oder andern Grube beobachtet worden; augenscheinlich ist die Krankheit mit dem Krankheitsbild identisch, das wir in Deutschland mit dem Namen »Weilsche Krankheit« (infektiöser Icterus) bezeichnen, und das nach Untersuchungen, die während des Krieges von Uhlenhut und Fromme gemacht worden sind, durch die Spirochaete icterogenes verursacht wird. Diese Spirochaete icterogenes wird nach deutscher Auffassung durch Ratten verbreitet, und es besteht immerhin die Möglichkeit, daß auf deutschen Bergwerken, auf denen noch viele Ratten vorhanden sind, auch derartige Krankheitsfälle auftreten. Bisher ist jedoch auf deutschen Bergwerken die Erkrankung nicht bekannt geworden.

Die Lage des Ammoniak- und Benzolmarktes im Jahre 1924.

(Auszug aus den Geschäftsberichten der Deutschen Ammoniak-Verkaufs-Vereinigung und des Benzol-Verbandes in Bochum.)

Nach Jahren undurchsichtiger Wirtschafts- und Währungsverhältnisse stand das Berichtsjahr wieder im Zeichen einer festen Währung. Hatte sich der Ammoniakabsatz in den Jahren zunehmender Geldentwertung und der darin begründeten Flucht in die Sachwerte glatt vollzogen, so galt es, auch unter den neuen Verhältnissen die Gewinnung unterzubringen. Der außerordentliche Geldmangel, unter dem die Landwirtschaft infolge niedriger Getreidepreise, starken Steuerdrucks und verhältnismäßiger Verteuerung der Gestehungskosten während des ganzen Jahres zu leiden hatte, machte besondere Maßnahmen erforderlich, um so mehr, als im Interesse der Hersteller auch in den ver-

braucharmen Monaten Absatzmöglichkeiten zu schaffen waren. Der Preis für die Stickstoffeinheit im schwefelsauren Ammoniak, der noch im Juni 1924 1,15 R.-M betrug, wurde auf 1,00 R.-M für Bezüge im Juli ermäßigt, um dann allmählich wieder zu steigen, derart, daß im März des Jahres 1925 der frühere Preis von 1,15 R.-M wieder erreicht wurde. Daneben wurden für Bezüge in den stillen Monaten erhebliche Zahlungserleichterungen durch Einräumung von Wechselkrediten und besondere Vergütungen für Barzahlung gewährt. Durch diese Maßnahmen konnte das erstrebte Ziel erreicht werden, dergestalt daß Ende März 1925 keine Vorräte mehr vorhanden waren.

Die Gewinnungs- und Versandziffern — letztere unter Berücksichtigung der Lagerbestände — in der Zeit von Juni 1924 bis Ende März 1925 waren folgende:

Schwefelsaures Ammoniak.

Jahr	Monat	Gewinnung t	Versand t
1924	Juni—August	61 501	52 028
1924	September—November	70 148	40 162
1924/25	Dezember—Februar	78 286	117 505
1925	März	29 305	34 216
insges.		239 240	243 911

Die Erzeugung an verdichtetem Ammoniakwasser, soweit es nicht zur Herstellung von Stickstoffdüngemitteln bestimmt war, betrug im Berichtsjahre 4847 t, umgerechnet auf 25prozentiges schwefelsaures Ammoniak. Diese Menge wurde zum größten Teil durch die Vereinigung abgesetzt.

Auf Grund eines Vertrages mit dem Stickstoff-Syndikat hatte die Vereinigung als Zweigstelle dieses Syndikats den Verkauf in einem bestimmten Gebiet übernommen, in welchem es auch gelungen ist, die gesamte Gewinnauf der Ammoniak-Vereinigung abzusetzen und dazu noch die andern Erzeugnisse des Stickstoff-Syndikats zu verkaufen. Bei dieser Verkaufstätigkeit konnte gegenüber dem alten Jahr insofern eine Verschiebung festgestellt werden, als der Absatz der Genossenschaften im Verhältnis zu dem Absatz der Düngerefabriken und Händler erheblich zurückgegangen ist; das ist um so auffälliger, als im übrigen Deutschland diese Erscheinung nicht zu beobachten war.

Die Versorgung der Verbandswerke mit Schwefelsäure hat sich im Berichtsjahr ohne Schwierigkeiten vollzogen. Durch entsprechende Maßnahmen, die dank dem Zusammenschluß durchgeführt werden konnten, wurde bei den Schwefelsäurefabriken eine wesentliche Herabsetzung der Preise durchgesetzt; sie liegen jedoch immer noch 50% über dem Friedensstand, während schwefelsaures Ammoniak viel billiger als vor dem Kriege verkauft wird.

Was die Aussicht für das laufende Geschäftsjahr anbetrifft, so kann mit großer Befriedigung auf den Absatz hingewiesen werden. Der Verbrauch von Stickstoffdünger im Düngejahr 1924/1925 wird den im Vorjahr um mindestens 40% übersteigen. Das Stickstoff-Syndikat hat mit Zustimmung der Vereinigung diese große Steigerung des Absatzes, die die günstigsten Aussichten für die deutsche Landwirtschaft und damit für die gesamte deutsche Volkswirtschaft eröffnet, dadurch erleichtert, daß es seine Preise niedriger gestellt hat als die Weltmarktpreise und niedriger als die Vorkriegspreise. Es steht zu hoffen, daß die noch erheblich größere deutsche Stickstoffgewinnung durch den wachsenden Absatz allmählich aufgenommen werden wird.

Was den Benzolmarkt anlangt, so sah sich bei Beginn des Jahres 1924 der Benzol-Verband vor ganz neue Verhältnisse gestellt, insofern, als die bis dahin fast einheitliche Front der deutschen Benzolhersteller durch den Anfang des Jahres erfolgten Austritt sämtlicher in Ostdeutschland gelegenen Werke und mehrerer Werke im Westen auseinandergerissen worden war. Während der Verband bislang fast nur mit dem Wettbewerb des Benzins zu kämpfen hatte, mußte er nunmehr in erhöhtem Maße auch mit dem Wettbewerb des Benzols der Außenseiter rechnen. Diese Aussicht veranlaßte den Verband zu einer Einschränkung und Umstellung seiner Kleinverkaufseinrichtung. Die getroffenen Maßnahmen, die jeweilig der Marktlage angepaßt wurden, haben sich bewährt.

Die Benzolgewinnung war infolge der Nachwehen des passiven Widerstandes und des Maisausstandes im

ersten Halbjahr 1924 verhältnismäßig gering. Nach Überwindung der Anlaufschwierigkeiten hat die Benzolherzeugung eine stetige Zunahme verzeichnet.

Die Gewinnung des Benzol-Verbandes betrug im Jahre 1924 94 000 t, der Absatz 75 000 t. Der Unterschied erklärt sich durch den nach dem neuen Lieferungs-Vertrag eingeräumten selbständigen Verkauf.

Der Absatz bewegte sich im Berichtsjahr in ungefähr den gleichen Grenzen wie die Gewinnung. Die von den Besatzungsmächten errichtete und bis zum 10. September 1924 aufrechterhaltene Zollsperrung an der Ostgrenze des besetzten Gebiets erschwerte erheblich den Warenverkehr mit dem unbesetzten Gebiet. Die zur Erhebung gelangten Zölle bewirkten eine nicht unerhebliche Verteuerung der auszuführenden Waren, wodurch wiederum der Wettbewerb mit den im unbesetzten Gebiet vorhandenen Benzol- und Benzinerzeugnissen erschwert wurde. Nach Aufhebung der Zollschranken hemmte vorübergehend die gegen Mitte des Jahres überall in Deutschland in Erscheinung tretende gewaltige Geld- und Kreditnot den Benzolabsatz, dann setzte jedoch eine immer stärker werdende Nachfrage ein, die zeitweise einen solchen Umfang annahm, daß die dem Verband zur Verfügung stehenden Mengen bei weitem nicht zur Deckung der Nachfrage ausreichten. Hervorgerufen wurde diese starke Nachfrage zunächst durch die Besserung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage in Deutschland, die in einer Vermehrung des Kraftwagenverkehrs zum Ausdruck kam und eine Steigerung des Kraftstoffbedarfs herbeiführte. In der Hauptsache dürfte jedoch der immer stärker werdende Verbrauch an Benzol auf die vom Benzol-Verband eingeleitete ausgedehnte Werbetätigkeit für Benzol und die wissenschaftliche Aufklärung der Verbraucher durch die Presse und durch Flugschriften über die Hochwertigkeit des Benzols und die wirtschaftlichen Vorteile bei der Verwendung von Benzol gegenüber Benzin als Kraftstoff zurückzuführen sein, die die Verbraucher veranlaßten, an Stelle von Benzin immer mehr zur Verwendung von Benzol überzugehen. Dazu trat eine gewisse Spekulation, die teils auf der Weltmarktlage, teils darauf begründet war, daß bekannt wurde, daß die großen deutschen Benzin-Importeure zur Veredelung ihres Benzins in der Form von Benzin-Benzol-Mischungen große Abschlüsse mit dem Benzol-Verband getätigt hatten. Man erwartete als Folge dieser Abschlüsse eine weitere Benzolknappheit. So kam es, daß der Benzolpreis in Deutschland, nachdem er sich bis Mitte 1924 auf der Höhe des Schwerbenzinpreises gehalten hatte, sich von da ab immer mehr dem Verkaufspreis von Leichtbenzin annäherte, um ihn im Oktober zu erreichen bzw. Ende des Jahres bis zu 20% zu überschreiten. Wenn sich auch im laufenden Jahre diese Spanne nicht halten ließ, so beweist die Preisentwicklung doch den tatsächlichen und theoretisch wie praktisch längst beweisbaren Mehrwert des Benzols gegenüber dem Benzin. Das laufende Jahr hat einen starken Rückgang der Benzinpreise sowie eine starke Zunahme der Benzoleinfuhr nach Deutschland gebracht, auch sind die Zwangslieferungen an Frankreich in Fortfall gekommen. Das konnte natürlich nicht ohne Einfluß auf die Verkaufspreise bleiben.

Am 20. November 1924 ist der Benzol-Verband, obwohl sein Vertrag erst am 31. Dezember 1925 abließ, bis zum 31. Dezember 1929 verlängert worden. Die Mitglieder waren sich darin einig, daß die schwierigen gegenwärtigen Verhältnisse Maßnahmen auf lange Sicht notwendig machten, und haben in dem Zusammenschluß auf längere Zeit dafür die Vorbedingung geschaffen.

U M S C H A U.

Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute.

Zu einer bemerkenswerten Tagung gestaltete sich die diesjährige Hauptversammlung der Gesellschaft, die in das besetzte Rheinland einberufen worden war und vom 27. bis zum 30. Juni in Köln mehr als 300 Mitglieder vereinigte.

In der Aula der Universität erstattete der Vorsitzende, Geh. Bergrat Professor Dr.-Ing. e. h. Schiffner, Freiberg (Sa.), am Vormittag des 28. Junis nach der Begrüßung der Vertreter der Behörden, der Stadt und der Universität Köln sowie der Mitglieder den Geschäftsbericht über das verflossene Jahr. Danach hat sich die Gesellschaft weiterhin günstig entwickelt und eine Mitgliederzahl von 1250 erreicht. Aus den Angaben über die Tätigkeit der Fachausschüsse sei erwähnt, daß der Chemiker-Fachausschuß inzwischen den zweiten Teil seiner »Mitteilungen« abgeschlossen hat, der im 1. Abschnitt Richtlinien für die Probenahme von Metallen und metallischen Rückständen und in 9 weiteren Abschnitten die Gebiete Zink, Nickel, Kobalt, Wismut, Kadmium, Magnesium, Antimon, Korund und Karborund behandelt. Die weiteren Ausführungen beschäftigten sich mit den Arbeiten des Fachausschusses für Erzaufbereitung und des Geophysikalischen Ausschusses, mit der Beteiligung der Gesellschaft an Normungsarbeiten, dem Stand und der weiteren Ausgestaltung der Zeitschrift »Metall und Erz« sowie mit den wirtschaftlichen Verhältnissen in den der Gesellschaft nahestehenden Wirtschaftszweigen Metallergbau und Metallhüttenindustrie.

Der Vorsitzende gedachte sodann der im vergangenen Jahre gestorbenen Mitglieder und nannte besonders Geh. Regierungsrat Professor Dr. Borchers, Aachen, Oberbergrat Burchardt, Clausthal, Dr.-Ing. e. h. F. Heberlein, Zürich, den ersten Inhaber der Agricola-Denk Münze der Gesellschaft, und Geh. Bergrat Professor Dr. Pufahl, Berlin.

Die Vorschläge des Vorstandes, Dr.-Ing. und Dr. rer. pol. e. h. Sorge in Berlin, den bisherigen Präsidenten des Reichsverbandes der deutschen Industrie, in Anerkennung seiner Verdienste um die Gesellschaft zum Ehrenmitglied zu ernennen, und dem verdienten Vorsitzenden der Gesellschaft, Geh. Bergrat Professor Dr.-Ing. e. h. Schiffner, die Georg-Agricola-Denk Münze zu verleihen, wurden von der Versammlung mit lebhaftem Beifall angenommen.

An die Stelle des satzungsgemäß aus seinem Amt scheidenden Vorsitzenden der Gesellschaft, des Geh. Bergrats Schiffner, wählte der Vorstand Dr. Dr.-Ing. e. h. Heinhold, Generaldirektor der Mansfeld-A.G. für Bergbau und Hüttenbetrieb in Eisleben.

Der eigentlichen Hauptversammlung war am Nachmittage des 27. Junis eine wärmetechnische Tagung vorausgegangen, die drei Vorträge umfaßte.

Zunächst sprach Oberingenieur Dr.-Ing. Becker, Köln, über Erzeugung und Bewertung der auf rheinischen Hütten verwendeten heißen und kalten Braunkohlengeneratorgase. Er bezeichnete eingangs das Heißgas als ein in den gebräuchlichen Generatoren erzeugtes Gas, dessen fühlbare Wärme, Teernebel und Feuchtigkeit in den Ofen gelangen, und das Kaltgas als ein in den gleichen Generatoren hergestelltes, aber auf dem Wege zur Verbrauchsstelle in besondern Vorrichtungen gekühltes, entteertes und entwässertes Gas, und knüpfte daran die Erörterung einiger mehr oder weniger

geklärter Heiß- und Kaltgasfragen. So behandelte er die Beförderung und Lagerung des Brennstoffes und des Generatorrückstandes, die Generatoren und ihre Betriebsweise, die Gasentstäubung und Gasfortleitung, die Wind- und Dampferzeugung, die Teerabscheidung sowie die Trocknung und Reinigung des Gases. Nach einer kennzeichnenden Gegenüberstellung von Steinkohlen- und Braunkohlen-Generatorgasen erläuterte er das Verfahren, die Bewertung von heißen und kalten Generatorgasen auf Grund der Bezugswahlen in Bezugskurven zu veranschaulichen, führte eine Anzahl von Beispielen in Betrieb stehender Heiß- und Kaltgasanlagen vor, teilte Betriebsergebnisse über Kohlendurchsatz, Teerausbeute und Kraftverbrauch sowie Angaben über Teerelös, Kraftkosten sowie Heiß- und Kaltgaskosten mit und wies zum Schluß auf den gegenwärtigen Stand der Kaltgas- und Teererzeugung durch Vergasen und auf deren Aussichten durch die Schwelung rheinischer Braunkohlen hin.

Im folgenden Vortrag über die Selbstkosten der Dampf- und Stromerzeugung auf Hüttenwerken führte Dipl.-Ing. Jordan, Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, die privat- und volkswirtschaftlich gleich bedeutsame Frage der Selbstkosten bei der industriellen Kräfteerzeugung in eindrucksvollen Zahlen vor Augen. Unter den in Deutschland betriebenen 124000 Dampfkesseln werden jährlich rd. 50 Mill. t Kohle, also etwa zwei Drittel des gesamten Kohlenverbrauches der Industrie verfeuert. Da aber der durchschnittliche Wirkungsgrad der Kesselanlagen im Dauerbetriebe nur 55% beträgt, während 75% durch die Ausnutzung aller feuerungstechnischen Möglichkeiten durchaus erreichbar sein würden, gehen hier unserer Volkswirtschaft jährlich annähernd 300 Mill. M verloren. Von dieser Tatsache ausgehend, betonte der Vortragende die Notwendigkeit, dem Betriebsingenieur mehr als bisher Einblick in die Selbstkosten zu gewähren, um ihm so ein ausgezeichnetes Mittel zur Betriebsüberwachung in die Hand zu geben und ihn zur wirtschaftlichen Betriebsführung zu erziehen. Dadurch wird er im Kesselbetrieb unmittelbar zur sorgfältigen Beachtung derjenigen Faktoren angeleitet, die für den »Wärmepreis«, den Preis für 1 Mill. WE frei Kesselhaus, bestimmend sind. Zechenpreis, Frachtlage, Heizwert und nicht zuletzt Eignung des Brennstoffes für eine gegebene Feuerung üben hier einen ausschlaggebenden Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes aus. 70–80% des Dampfpriees, den man heute auf etwa 3,50–4,50 M/t ansetzen kann, entfallen auf die Brennstoffkosten; die Aufteilung des Restes in Löhne, Energiekosten und Ausgaben für die Instandhaltung wechseln mit der Art und Größe der Kesselanlage, wobei dem Nutzungsgrad der Anlage eine erhebliche Bedeutung zufällt, da ein Teil der Aufwendungen als »feste Kosten« anzusehen ist. Dasselbe gilt, wenn man den maschinenmäßigen Teil einer Kraftanlage in die Betrachtung einbezieht. Während wirtschaftlich arbeitende Großkraftzentralen 1 KWst für 3 Pf. und sogar noch billiger erzeugen können, steigen die Stromselbstkosten bei kleinen Maschineneinheiten, schlechter Ausnutzung und wechselnder Belastung bis zu 15 Pf. und darüber. An einer Reihe von Lichtbildern erläuterte der Vortragende den Einfluß der einzelnen Faktoren der Betriebsführung auf die Selbstkosten, prüfte kurz die Frage der Abhitzedampferzeugung auf ihre Wirtschaftlichkeit, erörterte die Frage der Abschreibung und Verzinsung von Kraftanlagen im allgemeinen und streifte zum Schluß die Entwicklungsmög-

lichkeit der Kohlenstaubfeuerung für Dampfkraftbetriebe vom wirtschaftlichen Standpunkt.

Dr.-Ing. Münker, Eisleben, behandelte die Gichtverschlüsse bei Schachtöfen der Metallhüttenindustrie. Er legte dar, daß die Begichtungsrichtungen der Metallschachtöfen wesentlich einfacher als die der Eisenhochöfen ausgebildet sind, weil bei jenen im allgemeinen die Nutzbarmachung der Gichtgase wegen ihres geringen Heizwertes fortfällt und nur in besonderen Fällen erfolgt, z. B. beim Verschmelzen des Mansfelder Kupferschiefers. Nach den Unterscheidungsmerkmalen, offene und geschlossene Gicht sowie einfache und doppelte Gichtverschlüsse, erläuterte der Vortragende die in Lichtbildern schematisch veranschaulichten kennzeichnenden Formen von alten und neuen Begichtungsrichtungen und beschrieb zum Schluß eingehend die neueste Bauart für Wassermantelöfen, die aus einem doppelten Gichtverschluß in Verbindung mit dem sogenannten Zellentor besteht. Diese Anordnung soll zur Verhütung von Explosionen eine Vermischung des Ofengases mit atmosphärischer Luft ausschalten und auch bei geöffnetem Außenverschluß das Austreten der hochgespannten Gase aus dem Ofeninnern verhindern, damit diese nicht die Gesundheit der Ofenarbeiter schädigen. Dieses doppelte Ziel hat man mit Hilfe einer verhältnismäßig einfachen, bereits in längerer Betriebszeit bewährten Vorrichtung erreicht. Das aus den Torfugen austretende Gas wird durch den natürlichen Kaminzug oder durch besondere Sauger je nach der Höhe des im Ofen herrschenden Gasdruckes abgesaugt und damit unschädlich gemacht. Wie vorgeführte Betriebsdiagramme zeigten, kann die Gaspressung 50–100 mm WS und mehr betragen, ohne daß die Gase in den Arbeitsraum entweichen.

Vor dem Beginn der Verhandlungen am folgenden Tage gab Professor Dr. Philipp, Köln, eine Übersicht über die rheinischen Erzlagerstätten. Er knüpfte an die alten Beziehungen zwischen Bergbau und Geologie an und schilderte die geologischen Verhältnisse der rheinischen Erzvorkommen, die sich vor allen andern in Deutschland durch ihre außerordentliche Mannigfaltigkeit, sowohl in bezug auf die Erze als auch auf die Form und die Entstehung der Lagerstätten, auszeichnen.

An die im Devon aufsetzenden Blei-Zinkerzgänge des Bergischen Landes schließen sich die Erzgänge des Emser Gebietes, von Ramsbeck und am Velberter Sattel und auf der andern Rheinseite die Vorkommen an der Mosel und in der Eifel. (Zell, Rescheid, Bleialf usw.). Genetisch mit ihnen verknüpft, wenn auch wesentlich anders ausgebildet, sind die auf deutscher Seite jetzt nicht mehr gebauten metasomatischen Blei-Zinkerzlagerstätten der Aachener Gegend (Stolberg und Altenberg) sowie die Vorkommen von Iserlohn und Schwelm auf der rechten Rheinseite. Einem völlig andern Typus gehört das Bleierzvorkommen von Commern-Mechernich an, eine Imprägnationslagerstätte, bei der das sogenannte Knottenerz fein verteilt in den sandigen und konglomeratischen Schichten des Buntsandsteins auftritt. Mit den rechtsrheinischen Blei-Zinkerzgängen ist der Siegerländer Spateisensteinbezirk räumlich eng verbunden. Die dort schwarmartig auftretenden Vorkommen stellen echte Gänge dar, während es sich bei den Roteisensteinlagerstätten des Dill- und Lahngbietes vorwiegend um Lager handelt, die an der Grenze des mitteldevonischen Schalesteines gegen das Oberdevon ausgeschieden worden sind. Ebenfalls als echtes Lager ist das bemerkenswerte Vorkommen von Meggen aufzufassen, wo bekanntlich derber Schwefelkies in sehr eigenartigem Verbands mit Schwerapat muldenförmig mit dem Mitteldevon eingefaltet wor-

den ist. Dagegen stellen die meist an die Oberfläche des devonischen Massenkalkes gebundenen Brauneisen- und Manganzlager (Taunus, Lahnggebiet, Soonwald, Bergisches Land usw.) tertiäre Verwitterungslagerstätten dar.

Die besondere Aufmerksamkeit der Versammlung fand der im Anschluß an die Verhandlungen gehaltene bedeutende Vortrag von Professor Dr. Schneiderhöhn, Aachen, über die Bildungsgesetze eruptiver Erzlagerstätten und die Beziehungen zwischen den Metallprovinzen und den Eruptivgesteinprovinzen der Erde. Wie der Vortragende einleitend ausführte, bestehen enge und ursächliche, nach den Forschungsergebnissen aus den letzten Jahren immer deutlicher erkennbare Zusammenhänge zwischen den geologischen und physikalisch-chemischen Vorgängen der Eruptivgesteinbildungen einerseits und den Vorgängen bei der Entstehung der eruptiven Lagerstätten andererseits. Diese Zusammenhänge lassen sich nicht nur im einzelnen Erzgebiet in allen Abstufungen verfolgen, sondern auch aus den Beziehungen der geographischen Verteilung gewisser Lagerstätten zu den großen magmatischen und geotektonischen Einheiten der Erde erkennen. Die Bildungsgesetze der eruptiven Lagerstätten, wie sie sich aus den grundlegenden Untersuchungen des schweizerischen Mineralogen Niggli ergeben haben, mit dessen Auffassung die des Vortragenden übereinstimmt, wurden sodann an der Hand der nachstehend wiedergegebenen planmäßigen Übersicht der eruptiven Lagerstätten erläutert.

A. Intrusiv-magmatische Abfolge

I. Liquidmagmatische Lagerstätten

1. Intramagmatische Bildungen

Liquide Entmischungssegregate: Lagerstätten mit Nickelmagnetkies, Kupferkies, Buntkupferkies

Kristallisationsdifferentiate: Lagerstätten mit Platin, Chromit, Titaneisen, Titanomagnetit

2. Abgepreßte Erzinjektionen (\pm Beteiligung von Pneumatolyse)

Intrusive Kieslagerstätten

Intrusive Magnetit-Apatitlagerstätten

II. Pneumatolytische Lagerstätten

1. Pegmatite, pegmatitische Schlieren und miarolithische Randzonen

2. Pneumatolytische Gänge mit Zinnerz, Wolframerzen, Molybdänlanz, turmalinführenden Gold-Kupfer-Blei-Silbererzen

3. Kontaktpneumatolytische Lagerstätten (pneumatolytische Verdrängungslagerstätten), Eisen-Kupfer-Gold-Blei-Zinkerze mit Kalk- und Magnesiumsilikaten

III. Intrusiv-hydrothermale Gänge, Verdrängungslagerstätten und Imprägnationen

Gold-(Platin)-Arsen-Kupfer-Eisen-Formationen

Blei-Silber-Zink-Formationen

Silber-Kobalt-Nickel-Arsen-Uran-Wismut-Formationen

Oxydische und karbonatische Eisen- und Mangangan-Formationen

Sulfidfreie karbonatische, sulfatische und fluoridische Formationen

B. Extrusiv-magmatische Abfolge

I. Extrusiv-hydrothermale Lagerstätten

Propylitische und alunitische Gold-Silber-Formationen

Kupfer-Blei-Zink-Silber-Zinn-Wismut-Formationen

Quecksilber- und Antimon-Formationen

II. Submarine Exhalationslagerstätten (\pm biochemische Bildungen)

Schichtige Roteisensteinlagerstätten \pm Magnetit, Pyrit, Spateisen, Eisenkiesel

Gediegen Kupfer mit Kalkspat und Zeolithen in Mandelsteinen und Tuffen

Weiterhin behandelte der Vortragende die Zusammenhänge zwischen den Eruptivgesteinprovinzen der Erde und den zugehörigen Metallprovinzen und Lagerstättenprovinzen, die sich zwangsläufig aus den Bildungsgesetzen ergeben und überall beobachtet werden. Zu ihrer eingehenden Erforschung, die erst in den Anfängen steht, gehört nicht nur die Ermittlung der Bildungsgesetze der Mineralien und Gesteine, sondern auch die genaue Kenntnis der vulkanischen und tektonischen Vorgänge in der Erdkruste und der gegenseitigen Verknüpfung aller dieser Einzelercheinungen.

Dr.-Ing. e. h. Lissauer, Köln, gab in seinen außerordentlich fesselnden wirtschaftlichen Ausführungen »Vom Erz zum Metall« ein übersichtliches Bild von der Rolle, die Erz und Metall in der Weltwirtschaft spielen, und von der zahlenmäßigen Bedeutung, welche die Erzeugung und der Verbrauch der Nichteisenerze und Nichteisenmetalle für die Volkswirtschaft haben. An Hand der Statistik wurden die Einfuhr und der Verbrauch der wichtigsten Erze und Metalle im einzelnen untersucht und daraus vergleichende Schlußfolgerungen für die deutsche Metallhüttenwirtschaft im letzten Friedensjahre und in der Zeit seit der Beendigung des Krieges gezogen. Weiterhin erörterte der Vortragende die noch offenstehenden Wege und Mittel, die der deutschen Metallhüttenwirtschaft die Möglichkeit bieten, ihren alten Rang wiederzugewinnen, wies jedoch mahnend darauf hin, daß einer günstigen Entwicklung sowohl außenpolitische Widerstände (fehlende Handelsverträge) als auch innenpolitische Schwierigkeiten (übermäßige Steuern und wirtschaftlich untragbare Frachtsätze) entgegenstehen. Nach seiner Überzeugung bürgen aber die ungebrochene Kraft und das starke Selbstvertrauen der Kreise, die in den Vorkriegsjahren Deutschland in wenigen Jahrzehnten zu einem führenden Industriestaat emporgehoben haben, dafür, daß die deutsche Metallhüttenindustrie künftig wieder zu neuer Blüte gelangt.

Im letzten Vortrag über das Metallhüttenwesen in den Vereinigten Staaten mit besonderer Berücksichtigung der Kupfer- und Bleihüttenpraxis nannte Dipl.-Ing. Röntgen, Ilsenburg, als die wesentlichsten Faktoren, welche die nordamerikanische Metallhüttenindustrie gegenüber der deutschen begünstigen: 1. Die Möglichkeit, große Mengen annähernd gleichmäßig zusammengesetzter Schmelzgüter zu verhütten, 2. die Gewißheit, auf lange Jahre hinaus mit Rohstoffen versorgt zu sein, und 3. die hohen Löhne sowie die niedrigen Kohlenpreise. Dort besteht daher das von unzweifelhaftem Erfolge begleitete Bestreben, die menschliche Arbeit nach Möglichkeit durch die Einführung aller, wenn auch noch so kostspieligen mechanischen Hilfsmittel zu ersetzen. Infolge des regen Gedankenaustausches, der dort, im Gegensatz zu der im deutschen Metallhüttenwesen üblichen Zurückhaltung, sowohl in den Fachzeitschriften als auch von Werk zu Werk besteht, finden erfolgreiche Neuerungen rasche Verbreitung. Für die Gewinnung des in den Abgasen noch enthaltenen wertvollen Staubes bevorzugt man neuerdings die mit Platten versehenen Cottrell-Anlagen vor den bisher gebräuchlichen Sackkammern. Auf dem Gebiete der Kupferverhütung hat die Entwicklung des Flammofenschmelzens in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht. Ofen von 500–600 t Tagesdurchsatz gehören heute infolge der Verwendung

von Staubkohlen- und Ölfeuerungen zu den üblichen Größen. Der Brennstoffverbrauch beträgt 13–14% und unter Berücksichtigung der Abhitzeverwertung nur etwa 11,6%. Bei der Kupferelektrolyse haben sich auf fast allen Werken annähernd gleiche Arbeitsbedingungen entwickelt. In Anbetracht des ungünstigen Nickelmarktes erscheint eine allgemeine Verwertung der nickelhaltigen Ablaugen nicht als lohnend. Bis auf wenige Ausnahmen erfolgt die Scheidung des güldischen Silbers nach dem Schwefelsäureverfahren, das die Edelmetalle in kürzerer Zeit als bei Anwendung der Elektrolyse zu gewinnen erlaubt. Der Bleihüttenprozeß auf feuerflüssigem Wege hat keine wesentlichen Neuerungen zu verzeichnen. Der Frage der Verarbeitung komplexer Blei-Zinkerze wird wie in Deutschland die größte Beachtung geschenkt. Verschiedene Verfahren haben die ersten Versuchsstufen überwunden und dürften in absehbarer Zeit große Bedeutung erlangen.

Der 28. Juni bot Gelegenheit, vormittags die Elberfelder Farbwerke in Leverkusen, die Roddergrube und das Goldenberg-Kraftwerk, das Erftwerk in Grevenbroich, die Maschinenbauanstalt Humboldt sowie die Gasmotorenfabrik Deutz und nachmittags die Jahrtausend-Ausstellung zu besichtigen.

Ausschuß für Bergtechnik, Wärme- und Kraftwirtschaft für den niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau.

In der 31. Sitzung des Ausschusses, die am 23. Juni unter der Leitung von Bergrat Johow in der Bergschule zu Bochum stattfand, berichtete Bergassessor Krawehl, Essen, über die Bewährung des Eisenbetonausbaues, besonders in der Bauart von Walter und Henkel auf Zechen des Ruhrbezirks, wie folgt:

Der ungewöhnlich starke Besuch der letzten Sitzung des Ausschusses, in der die Verwendung von Beton im Ausbau untertage behandelt wurde, zeugte für die Bedeutung, die der Bergbau diesem Gebiet beimißt. Wir stehen sicher erst im Anfang dieser Entwicklung. Unser Bestreben muß sein, einen solchen Fortschritt aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Sicherheit möglichst zu fördern. Es wäre erwünscht, wenn diese Erörterung sowie weitere Veröffentlichungen mit Zahlenmaterial dazu beitragen würden.

Den ersten Anlaß zur Verwendung von Beton und von Eisenbeton beim Grubenausbau im Ruhrbezirk – in Schlesien und im Auslande ist man hiermit schon seit längerer Zeit in größerem Umfange vorgegangen – haben allein starke Druckverhältnisse gegeben. Die hierdurch entstandenen Schwierigkeiten sind an verschiedenen Stellen mit den bisherigen Mitteln dicker Ausmauerung usw. auch unter Zurücksetzung jeder wirtschaftlichen Berechnung nicht zu überwinden gewesen. Bekanntlich hat man dann z. B. Tübbinge, sogar schwere Eisenkonstruktionen in Füllörtern, Pumpenkammern und andern wichtigen Teilen des Grubengebäudes angewandt. Eine befriedigende Überwindung dieser Schwierigkeiten in umfangreicheren Bauen, die z. B. unter Druckeinwirkungen benachbarter Abbaue, Gebirgsstörungen o. dgl. litten, ist aber nach unsern Erfahrungen erst durch die Heranziehung des Eisenbetons in geeigneter Form gelungen.

Daß die früher fast ausschließliche Verwendung von Holz im Ausbau untertage mit Erfolg durchbrochen werden kann, zeigen die Fortschritte, die u. a. mit der Einführung des nachgiebigen eisernen Grubenstempels von Schwarz gemacht worden sind¹, der inzwischen auf verschiedenen Schachtanlagen den Holzausbau in den Ab-

¹ Glückauf 1919, S. 301; 1921, S. 579; 1924, S. 932.

baubetrieben bis zu rd. 70 % verdrängt hat. Augenblicklich ist man in Begriff, auf diesem Wege noch erheblich weiter fortzuschreiten und den genannten eisernen Ausbau auch bei solchem Einfallen im Abbau zu verwenden, wo es bisher nicht möglich erschien.

Die Verdrängung des Holzes, für das wir ja größtenteils auf ausländischen Bezug angewiesen sind, durch einheimische Stoffe, wie Zement, Kies und Eisen, ist volkswirtschaftlich allgemein zu begrüßen. Wir haben auf unsern Anlagen die vorzüglichen Erfahrungen, die man anderswo mit Eisenbetonausbau gemacht hat, auch bei den schwierigsten Druckverhältnissen in den höhern Flözhorizonten durchaus bestätigt gefunden. Natürlich muß ein solcher Ausbau wissenschaftlich richtig durchgebildet und in praktisch bewährter Form ausgeführt sein, wie es z. B. nach unsern Beobachtungen bei der Bauart von Walter und Henkel¹ der Fall ist. Fehlschläge und Mißerfolge, die bei frühern Versuchen mit der Verwendung von Beton und Eisenbeton mehrfach eingetreten sind, zeigen, daß auch bei diesem Problem, wie bei den meisten bergmännischen Aufgaben, nur Speziallösungen auf Grund langjähriger, wohlgedachter Erfahrungen Erfolge verbürgen. Trotzdem wird hier und da immer noch mit Kinderkrankheiten zu rechnen sein, weil mancher Betriebsleiter versuchen wird — vielleicht auch ohne etwas von den vorliegenden Erkenntnissen zu wissen —, auf andere Weise zum Ziel zu gelangen, obwohl diese Erfahrungen eigentlich schon als überwunden gelten sollten.

Von ausschlaggebender Bedeutung bei dem genannten Eisenbetonausbau ist der Fortfall von Rüstungen, die den freien Querschnitt versperren; die von erfahrenen Konstrukteuren auf Grund genauer statischer Erwägungen ausgebildeten fertigen Segmente können infolge der unabhängigen Abbindung sofort unter Druck kommen. Dieser Ausbau ist nicht unbedingt starr; die Dreigelenkbögen sind in sich beweglich, verschiebbar, auch wenn sie dicht nebeneinander stehen, und durch den umgebenden Versatz zu ausgleichender Gegenwirkung befähigt.

Eingehende Berechnungen haben namhafte Kostenersparnisse gegenüber gleich starker Mauerung ergeben; außerdem ist der Vorteil erheblich kürzerer Bauzeit in Betracht zu ziehen.

Die Ausbildung des Eisenbetonausbau in Profilen von sehr verschiedener Stärke legt den Gedanken nahe, ihn auch in sonstigen Teilen der Aus- und Vorrichtung zu verwenden, wo nicht allein Gesichtspunkte starken Gebirgsdruckes maßgebend sind. Würde sich dieses Ziel wirtschaftlich vertreten lassen, dann könnten die Vorteile der Staubfreiheit, des glatten Wetterdurchzuges und der größern Sicherheit gegen Steinfall in weitgreifendem Ausmaße verwertet werden.

Augenblicklich sind an mehreren Stellen Versuche mit verschiedenen derartigen Eisenbetonprofilen im Gange. Dabei werden die einzelnen Gestelle durch glatte, kräftige Verbindungskörper ebenfalls aus Eisenbeton in entsprechend berechneten Stärken verbunden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich hieraus auch eine Verminderung der Wärmeübertragung aus den umgebenden Gebirgskörpern für die tiefen Gruben und Sohlen ergibt. Untersuchungen darüber sind eingeleitet.

Der Wettbewerb des Eisenbetonausbau mit andern Ausbaumethoden, besonders mit Holz, in der Aus- und Vorrichtung wird natürlich stark von der nachweislichen großen oder sogar vollständigen Ersparnis an laufenden Unterhaltungskosten beeinflußt. Bei starken Druckverhältnissen, wo auch kräftigste Mauerung mit Holzeinlagen oft schon in ganz kurzen Abständen vollständig erneuert

werden mußte, ist die Wirtschaftlichkeit der Verwendung eines richtig durchdachten und ausgeführten Eisenbetonausbau bereits einwandfrei erwiesen. Auch für längere Querschläge, Hauptstrecken usw., in denen nur mäßiger Druck herrscht und die wegen der Förderung oder Wetterführung für eine längere Reihe von Jahren in vollem Querschnitt offengehalten werden müssen, dürfte trotz höherer Anlagekosten der Nachweis von Ersparnissen an Löhnen und Material erbracht sein. Aus dieser Erkenntnis haben schon mehrere Anlagen in verschiedenen Bezirken eine ganze Anzahl von Kilometern dieses Ausbaus durchgeführt. Wie weit man mit den leichtern Profilen und mit glattem Zwischenbau (gegebenenfalls unter Mitverwendung des Torkretierens) wirtschaftlich kommen kann, wird erst eine längere Beobachtung der an verschiedenen Stellen eingeleiteten umfangreichen Versuche ergeben. Wenn von den Unterhaltungskosten, die im Durchschnitt bei mittlern Gebirgsverhältnissen etwa 12 %, bei schwierigern 15–16 % der gesamten Lohnausgaben betragen dürften, hierdurch nur ein mäßiger Anteil dauernd gespart werden kann, so wäre in einem derartigen Ergebnis eine namhafte Verringerung der Selbstkosten im Steinkohlenbergbau überhaupt zu erblicken. Wohl an keiner Stelle des Betriebes untertage kann noch auf die Konzentration der Lohnarbeiten und der Aufsicht so eingewirkt werden wie bei der Herstellung und Instandhaltung des Ausbaus.

Erfreulicherweise hat der Vorstand der Berggewerkschaftskasse beschlossen, über die Haltbarkeit der verschiedenen Ausbaumethoden gegen die Stoßwirkungen (und den Rückschlag) von Explosionen praktische Versuche anzustellen. Trotz der naheliegenden Schwierigkeiten müssen diese unbedingt möglichst der Wirklichkeit angepaßt werden. Daß der Eisenbeton hierbei günstig abschließen wird, ist von vornherein anzunehmen. Hoffentlich wird es der planmäßigen Beschäftigung mit diesem Problem auch gelingen, mehr Licht in die Fragen des Gebirgsdruckes und seiner Bekämpfung mit technisch und wirtschaftlich richtigen Mitteln zu bringen. Die lange Beibehaltung der vielfach ungünstigen alten Ausbaumethoden zeigt, wie wenig geklärt diese Fragen noch sind. Die Anpassung der Kreisform (Eisenringe oder Tübbinge) an die vorliegenden Betriebsbedürfnisse ist sicher nicht ideal zu lösen. Am besten dürfte sich die Gewölbeform dem Gebirgsdruck und dem Betriebe anpassen. Erschwert werden solche Untersuchungen natürlich durch den Wechsel der Verhältnisse, wie er im Bergbau oft und manchmal in krasser Form vorkommt. Da bedarf es sehr gründlicher und unparteiischer Prüfung, ob z. B. ein Versagen darauf zurückzuführen ist, daß ein solcher nach einem richtigen Verfahren hergestellter Ausbau für mittlern Druck berechnet und ausgeführt worden ist und hernach wider Erwarten (etwa durch mittelbare Abbauwirkungen) die allerstärkste Beanspruchung erfahren hat. In solchen Fällen zeigt sich leicht der verhängnisvolle Irrtum falscher Versuche; ich konnte u. a. beobachten, daß unrichtiger schwerer Ausbau in sich selbst gegen Einsturzgefahr gesichert werden mußte.

Dieses Gebiet ist besonders dankbar für umfassende statistische Untersuchungen wirtschaftlicher Art, die uns im Bergbaubetriebe untertage noch sehr not tun. Es wäre sehr erwünscht, wenn die Zechen und namentlich die größern Konzerne Vergleichsmaterial dafür freigeben wollten. Hier liegen die Verhältnisse mit der Verwertung der produktiven Arbeitskräfte untertage ähnlich wie für die bessere Konzentration der Leute in den verschiedenen Förderaufgaben, worauf vor kurzem von

¹ Glückauf 1923, S. 104.

Dick mit Recht nachdrücklich hingewiesen worden ist¹. Der ernstesten Berücksichtigung scheinen mir indessen bei diesem Fragenkomplex vor allem die kurz angeschnittenen Gesichtspunkte der Sicherheit wert, die bei dem Eisenbetonausbau der gedachten Art eine befriedigende Lösung finden können.

Bergassessor Braunsteiner, Gewerkschaft Westfalen: Ich bin vor kurzem auf der zu unserm Konzern gehörenden Heintzgrube gewesen, um mich dort über den Betonausbau zu unterrichten, der bekanntlich in Oberschlesien in weit ausgedehntem Maße als im Ruhrbezirk angewandt wird. Auf dieser Grube baut man seit Jahren fast sämtliche Gesteinstrecken in der Bauart von Walter und Henkel aus. Dort stehen rd. 4800 m Richtstrecken und Querschläge in diesem Ausbau. Unter anderm habe ich eine Richtstrecke von 3000 m Länge befahren, die vollständig nach diesem Verfahren ausgebaut ist. Mit dieser Richtstrecke hat man mehrere Störungszonen durchhörtern müssen, in denen bisher kein Ausbau, selbst nicht das stärkste Ziegelmauerwerk gehalten hatte. Ständig war eine größere Anzahl von Reparaturkolonnen in der Richtstrecke beschäftigt. Seitdem man diese Strecke mit dem genannten Ausbau versehen hat, steht sie nunmehr seit etwa zwei Jahren, ohne daß auch nur ein Reparaturbauer in ihr tätig ist. Man kann allerdings deutlich erkennen, daß die Strecke auch jetzt noch sehr starken Druck erhält, da sich verschiedene Schenkel verschoben und sich die Fugen zwischen den einzelnen Schenkeln, die mit Beton ausgefüllt waren, wieder gelöst haben. Eine Ausbesserung des Ausbaues brauchte aber bisher nicht vorgenommen zu werden und ist wahrscheinlich auch in absehbarer Zeit nicht nötig; die früher in der Richtstrecke beschäftigten Reparaturbauer konnten vollzählig vor die Kohle gelegt werden.

Neuerdings ist man dazu übergegangen, den Betonausbau auch in den Abbaustrecken zu benutzen. Langjährige Betriebserfahrungen haben bestimmte Anhaltspunkte für die Wahl der Stärke der einzelnen Schenkel gegeben und dahin geführt, daß in den Abbaustrecken Schenkel ohne Verstärkungsrippe verwendet werden. Der Ausbau der Abbaustrecken wird, sobald der Abbau erledigt ist, restlos wiedergewonnen und in einem neuen Abbaufelde verwandt. Man stellt die einzelnen Schenkel in den Abbaustrecken nicht unmittelbar nebeneinander, sondern läßt zwischen ihnen einen je nach der Stärke des Gebirgsdruckes wechselnden Zwischenraum von 40–75 cm.

Eine sehr sorgfältige vergleichende Berechnung ergab, daß der Ausbau nach der Bauart Walter und Henkel etwa 15% billiger ist als ein Ausbau in Ziegelmauerung mit der früher vorgesehenen Stärke von 4–5 Steinen. Nimmt man noch den oben erwähnten Vorteil hinzu, daß die Zahl der Reparaturbauer, welche die unproduktivsten Kräfte im Grubenbetriebe sind, durch den Eisenbetonausbau erheblich eingeschränkt wird, so dürfte seine Überlegenheit gegenüber den bisherigen Ausbauten in Ziegelstein oder Eisen keinem Zweifel begegnen.

Nach dieser Erörterung, die vom Vorsitzenden mit einigen zusammenfassenden Ausführungen abgeschlossen wurde, hielt Professor Dr.-Ing. e. h. Herbst, Essen, einen von zahlreichen Lichtbildern belebten Vortrag über die maschinenmäßige Kohlegewinnung im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau, der demnächst hier erscheinen wird.

¹ Bergbau 1925, S. 367/8.

Preisausschreiben

zur Gewinnung von Vorschlägen für die wirtschaftlichere Gestaltung der öffentlichen Verwaltung in Deutschland.

Die ungeheure Belastung unseres Wirtschaftslebens durch die Kosten der öffentlichen Verwaltung bedeutet eine ernste Gefahr für den Wiederaufbau der deutschen Volkswirtschaft. Ohne die wirtschaftlichere Gestaltung der gesamten öffentlichen Verwaltung ist eine Gesundung unserer Wirtschafts- und Zahlungsbilanz, vor allem angesichts der wachsenden Anforderungen aus dem Londoner Abkommen, in Frage gestellt. Eine durchgreifende Neuordnung aller öffentlichen Verwaltungseinrichtungen ist daher dringend notwendig.

Um Vorschläge zu dieser Frage zu sammeln und diese in geeigneter Weise auszuwerten, hat das aus führenden Wirtschaftlern, Reichs- und Staatsministern, Reichstagsabgeordneten u. a. zusammengesetzte Kuratorium für Spar- und Vereinfachungsmaßnahmen ein Preisausschreiben veranstaltet, dessen wesentliche Punkte nachstehend aufgeführt sind¹.

1. Die Arbeiten sollen umfassende und zusammenhängende Vorschläge zur wirtschaftlicheren Gestaltung der gesamten öffentlichen Verwaltung Deutschlands enthalten, sowohl der Reichsverwaltung als auch der Verwaltung der Länder, Gemeinden, Gemeindeverbände und sonstigen öffentlich-rechtlichen Verbände.

Die Vorschläge sollen sich auf folgende Fragenbereiche erstrecken: Beschränkung und Abgrenzung der Befugnisse und des Geschäftsbereichs der einzelnen Verbände, Verwaltungen und Behörden, besonders im Verhältnis von Reich und Ländern; Vorbereitung, Festsetzung und Durchführung der Haushaltspläne und der übrigen Gesetze, Verordnungen, Beschlüsse und Entscheidungen; Rechnungs- und Kassenwesen; Gliederung und Aufbau der Behörden; Gestaltung ihrer Tätigkeit, ihrer Technik und ihres Verkehrs untereinander und mit dem Publikum.

2. Die Vorschläge müssen unter den gegenwärtigen politischen und wirtschaftlichen Verhältnissen ohne wesentliche Änderungen der Verfassung durchführbar sein. Die Beifügung von möglichst bestimmten Richtlinien für die Durchführung ist erwünscht, ebenso eine überschlägige Berechnung der Ersparnisse, die voraussichtlich für die öffentliche und auch private Wirtschaft eintreten. Eine Begründung der Vorschläge, besonders aber eine Darstellung und Kritik der gegenwärtigen Verhältnisse ist insoweit zu geben, als sie zur Verdeutlichung und zum Nachweis der Zweckmäßigkeit der gemachten Vorschläge unerlässlich sind.

3. Als Preise sind ausgesetzt: 1. Preis 8000 *M.*, 2. Preis 4000 *M.*, 3. Preis 2000 *M.*, 4. und 5. Preis je 1000 *M.*, 6., 7., 8. und 9. Preis je 500 *M.* Eine Erhöhung der Preise bleibt vorbehalten.

4. Die Teilnahme an dem Preisausschreiben steht jedermann frei.

5. Die Arbeiten sind bis zum 15. November 1925 an den Notar Dr. Karl Görres, Berlin W 9, Potsdamer Straße 9, portofrei und eingeschrieben zu senden. Der äußere Umschlag muß den Vermerk tragen: Betr. Preisausschreiben zur wirtschaftlicheren Gestaltung der öffentlichen Verwaltung. Die Arbeiten gelten als rechtzeitig eingetroffen, wenn der Postaufgebetempel spätestens das Datum vom 15. November 1925 trägt.

6. Die Arbeiten sind mit Inhaltsverzeichnis einseitig mit der Schreibmaschine geschrieben in dreifacher Aus-

¹ Genauere Einzelheiten über das Preisausschreiben s. Der Deutschenpiegel 1925, S. 1210.

Preußischen Staat und über die Gründung der Preußischen Bergwerks- und Hütten-Aktien-Gesellschaft, die Sozialisierung gegen den Strich — socialisation à rebours — schreibt, ist ein beachtenswerter Beitrag zur Wirtschaftsgeschichte. Nicht verschwiegen soll werden, daß Noël an andern Stellen von der Volkswirtschaft zur Politik abschweift, wodurch die Objektivität seiner Darstellung der Verhältnisse in Oberschlesien und in Saarbrücken einigermaßen beeinträchtigt wird. Witte.

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

(Die Schriftleitung behält sich eine Besprechung geeigneter Werke vor.)

- Spethmann, Hans: Die Großwirtschaft an der Ruhr. Eine Darstellung ihrer Grundlagen. 283 S. mit Abb. Breslau, Ferdinand Hirt. Preis geb. 9 *M.*
- Stille, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. 450 S. mit 14 Abb. Berlin, Gebr. Borntraeger. Preis geh. 22,50 *M.*
- Stinnes, Hugo: Der Mensch — Sein Werk — Sein Wirken. Deutsche Ausgabe des Buches von Gaston Raphael: Le Roi de la Ruhr Hugo Stinnes. L'homme — Son Oeuvre — Son Rôle. 218 S. mit 1 Bildnis. Berlin, Reimar Hobbing. Preis geb. 8 *M.*

Wegner, Th.: Die Rudisten des norddeutschen Turons. (Sonderabdruck aus der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 76, Jahrg. 1924.) 24 S. mit 2 Abb. und 1 Taf.

—: Die Ausbildung der Geologiestudierenden. Deecke, W.: Studienordnung für Studierende der Geologie. Salomon, Wilhelm: Vorschläge für das Studium der Geologie. Paulcke, W.: Das Geologiestudium an Technischen Hochschulen. Hirschwald, J.: Zur Ausgestaltung des mineralogisch-geologischen Lehrgebietes an den Technischen Hochschulen. Wegner, Th.: Die Ausbildung der praktischen Geologen. (Sonderabdruck aus der Geologischen Rundschau, Bd. 16, H. 1, S. 39–74.)

Dissertation. Bergakademie Clausthal. Über die Bewegungsvorgänge bei der Schüttelrutschenförderung mit besonderer Berücksichtigung des Schüttelrutschenbetriebes im Abbau von Dipl.-Ing. K. Küppers, Kassel. Die Dissertation ist in den Heften 4–6 des Jahrgangs 1925 der Zeitschrift Glückauf veröffentlicht worden.

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U.

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 27–30 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

The data of geochemistry. Von Clarke. Bull. Geol. Surv. 770. 1924. S. 1/841. Die Grundzüge der Geochemie werden ausführlich behandelt. Einteilung in 17 Kapitel: Chemische Elemente, Atmosphäre, Seen und Flüsse, Ozeane, Binnenseen, Mineralquellen und -sprudel, Salzablagerungen, vulkanische Gase und Sublimate, das flüssige Magma, gesteinsbildende Mineralien, Eruptivgesteine, Gesteinzerfall, Sediment- und Trümmergesteine, metamorphe Gesteine, Metalle, die natürlichen Kohlenwasserstoffe, Kohle.

Bildungsgesetze eruptiver Erzlagerstätten und Beziehungen zwischen den Metallprovinzen und den Eruptivgesteinprovinzen der Erde. Von Schneiderhöhn. Metall Erz. Bd. 22. 1925. H. 12. S. 267/74. Zusammenhang der geologischen und physikalisch-chemischen Vorgänge der Eruptivgesteinsbildung mit den Entstehungsvorgängen eruptiver Lagerstätten. Bildungsgesetze der eruptiven Lagerstätten; ihre natürliche genetische Systematik. Zusammenhänge zwischen Eruptivgestein-, Metall- und Lagerstättenprovinzen.

Der Lauf der Ruhr als Modell einer heterogenen Stromlinie. Von Goebel. Geol. Rdsch. Bd. 16. 1925. H. 3. S. 166/78*. Der Lauf der Ruhr im topographischen Kartenbilde. Verhältnis zum Faltenbau der Rheinischen Rumpflatte. Abhängigkeit vom Gestein. Beziehung zur Tektonik des Paläozoikums. Beziehung zur Abdachungsrichtung. Teilstrecken, die weder zur geologischen Struktur noch zur Abdachung in Beziehung gebracht werden können. Einfluß der Eiszeit. Altersgliederung des Ruhrtalzug. Bemerkung über die Verbindungsstrecken. Gliederungstafel des Ruhrlaufes.

The Kirkland Lake fault. Von Tyrrell und Hore. Can. Min. J. Bd. 46. 5. 6. 25. S. 561/4. Die Goldvorkommen am Kirklandsee. Der Gebirgsaufbau. Grauwacke und Konglomerate, Lamprophyre, Symite, Feldspatporphyre. Die vermutliche geologische Entstehung.

Mineral resources of Alaska. Von Brooks usw. Bull. Geol. Surv. 755. 1924. S. 1/222*. Der Bergbau Alaskas im Jahre 1922. Geologische Beschreibung verschiedener Bezirke.

Salt Creek oil field, Wyoming. Von Fisher. Min. Metallurgy. Bd. 6. 1925. H. 6. S. 279/84*. Die Entwicklung und Bedeutung des Ölfeldes. Die ölführenden Sande. Gewinnungsanlagen. Voraussichtliche Lebensdauer des Feldes.

Bergwesen.

Die Entwicklung bergbaulicher Tätigkeit in Deutsch-Südwestafrika. Von Hradil und Dausch. Mont. Rdsch. Bd. 17. 1. 7. 25. S. 432/4. Übersicht über die

vorkommenden nutzbaren Mineralien und ihre bergmännische Gewinnung vor dem Weltkrieg.

Welsh anthracite coal. Von Dowling. Can. Min. J. Bd. 46. 5. 6. 25. S. 559/60. Vorkommen und Lagerung des Anthrazits. Seine allgemeine Beschaffenheit. Die Behandlung durch Sieben und Klassieren. Der Versand.

The Chewelah and Colville districts of North-eastern Washington. Von Howard. Min. Metallurgy. Bd. 6. 1925. H. 6. S. 271/8*. Geologische Verhältnisse, Erzvorkommen und bergmännische Gewinnung. Abbauverfahren.

Tiefbohrereinrichtung mit schwingender Seiltrommel. Von Hakenberg. Z. V. Bohrtechn. Bd. 33. 1. 7. 25. S. 102/3*. Beschreibung und Betriebsweise der Einrichtung.

Die Ausbeutung von Erdöllagerstätten mittels Stollen. Von Chahnazaroff. Z. V. Bohrtechn. Bd. 33. 1. 7. 25. S. 97/101*. Die Erdölvorräte Nordamerikas und ihre Ausnutzung. Theoretische und praktische Versuche und Ergebnisse auf den Erdölfeldern im Elsaß. Arbeitsgang.

Die Streckenvortriebsmaschine von Knapp. Von Hilgenstock. Glückauf. Bd. 61. 4. 7. 25. S. 831/4*. Die Bauart und Arbeitsweise der Maschine. Die Wirtschaftlichkeit des maschinenmäßigen Streckenvortriebes. Zusammenfassung.

O'Toole machine is a combined cutter and loader. Von Kneeland. Coal Age. Bd. 27. 28. 5. 25. S. 783/7*. Beschreibung einer im amerikanischen Bergbau ausgeprobten vereinigten Gewinnungs- und Lademaschine, ihrer Betriebsweise und des Abbauverfahrens.

Underground loading by machines. Coal Age. Bd. 27. 4. 6. 25. S. 824/7*. Die wirtschaftliche Bedeutung der Lademaschinen für den Untertagebergbau. Fortschritte in ihrer Verwendung im amerikanischen Bergbau.

Adapting loaders and mining methods. Coal Age. Bd. 27. 4. 6. 25. S. 828/9*. Die jeweiligen Verhältnisse im Abbau müssen bei der Wahl und Betriebsweise der Lademaschine beachtet werden.

One operation completes extraction and reduces upkeep expense in anthracite mine. Von Ashmead. Coal Age. Bd. 27. 28. 5. 25. S. 793/4*. Beschreibung eines im amerikanischen Anthrazitbergbau in steilen, mächtigen Flözen eingeführten Abbauverfahrens.

Emploi d'appareils automatiques pour l'ouverture et la fermeture des recettes intermédiaires dans les bures. Von Vazeilles-Ollivier. Rev. ind. min. H. 108. 15. 6. 25. S. 267/72*. Beschreibung von Einrichtungen zum selbsttätigen Öffnen und Schließen der Anschlagpunkte in Schächten.

Kropf. (Schluß.) Chem. Zg. Bd. 49. 30. 6. 25. S. 537/9. Bewertung des Persulfat-Silbernitratverfahrens. Die Trennung von Kobalt und Mangan. Das Chloratverfahren. Das Permanganatverfahren. Anwendung und Gruppierung der einzelnen Verfahren.

Über das Auftreten von Schwefelsäure in technischer Salzsäure. Von Mayr und Blam. Z. angew. Chem. Bd. 38. 2. 7. 25. S. 589/91. Das Auftreten von Schwefelsäure in technischer Salzsäure ist auf einen Pyrosulfatgehalt des Bisulfates zurückzuführen. Verfahren zur Ermittlung des Pyrosulfatgehaltes.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Grundzüge wissenschaftlicher Betriebsführung. Von Pothmann. Braunkohle. Bd. 24. 27. 6. 25. S. 309/18. Die Bewertung von Arbeitszeitstudien. Das anzuwendende Lohnsystem. Verfahren von Taylor. Das psychotechnische Verfahren und seine Bewertung. Stellung der Arbeiterschaft zu der wissenschaftlichen Betriebsführung.

Anwendung der wissenschaftlichen Betriebsführung auf den Braunkohlenbergbau. Von Kegel. Braunkohle. Bd. 24. 27. 6. 25. S. 319/36*. Die vielseitigen Aufgaben der wissenschaftlichen Betriebsführung. Taylorsystem und Zeitstudien. Betriebsuntersuchung der Handförderung. Untersuchungen am Löffelbagger und Eimerbagger.

Safety first in mines. Von Frazer. Ir. Coal Tr. R. Bd. 110. 19. 6. 25. S. 1006/8. Der Aufbau und die Tätigkeit der im britischen Bergbau bestehenden Arbeitsgemeinschaften zur Bekämpfung der Unfallgefahren.

Wirtschaft und Statistik.

Welterzeugung und Weltverbrauch der wichtigsten Kali-, Phosphorsäure- und Stickstoffdüngemittel vor und nach dem Kriege. Von Kriche. (Schluß.) Chem. Zg. Bd. 49. 18. 6. 25. S. 506/8*. Der Verbrauch an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff in den Hauptländern vor und nach dem Kriege. Die künftige Entwicklung des Weltverbrauchs.

Die Selbstkosten der Dampf- und Stromerzeugung auf Hüttenwerken. Von Jordan. Metall Erz. Bd. 22. 1925. H. 12. S. 299/306*. Volkswirtschaftliche Bedeutung der jährlich in Deutschland unter Dampfkesseln verfeuerten Brennstoffmengen. Heranziehung der Selbstkosten zur Betriebsüberwachung. Bedeutung und Zerlegung des Wärmepreises im Kesselbetrieb. Zusammensetzung der Dampf- und Stromselbstkosten in verschiedenen Betrieben. Einfluß des Ausnutzungsfaktors auf die festen Kosten (Löhne und Kapitaldienst), Einfluß der Maschinengröße auf die Stromkosten. Dampfselbstkosten in Abhitzekesselanlagen. Abschreibung und Verzinsung von Kraftanlagen. Wirtschaftlichkeit von Kohlenstaub-Kraftanlagen.

Die Veränderungen des deutschen Auslandsmarktes für Erze und Kohle seit dem Kriege. Von Schlünz. Gieß. Bd. 12. 27. 6. 25. S. 475/80*. Die Veränderungen auf dem Markt für Eisenerze, Schrott- und Roheisen, Mangan, Eisenlegierungen, Schlacken und Schlackenerzeugnisse, Steinkohle und Koks werden an Hand zahlreicher Zahlentafeln dargelegt.

Kohlen- und Eisengewinnung Rußlands im Jahre 1924. Glückauf. Bd. 61. 4. 7. 25. S. 834/7*. Statistische Angaben über Kohlenförderung, Zechenselbstverbrauch, Belegschaft, Jahresförderanteil, Kohlenausfuhr, Kohlenvorräte und Kokerzeugung; Eisenerzgewinnung, Eisen-, Stahl- und Walzwerksgewinnung, Preise.

Coal in 1922. Von Tryon und Hale. Miner. Resources. 1924. H. II, 33. S. 439/667*. Ausführliche Abhandlung über die Entwicklung des Kohlenbergbaues der Vereinigten Staaten im Jahre 1922. Wirtschaftslage. Erzeugung. Arbeiterverhältnisse. Außenhandel. Einzelstatistiken.

Coke and byproducts in 1922. Von Tryon. Miner. Resources. 1924. H. II, 34. S. 671/799*. Eingehende Abhandlung über die Erzeugung und den Absatz von Koks und Nebenprodukten in den Vereinigten Staaten im Jahre 1922.

British coal mining in 1924. (Schluß.) Coll. Guard. Bd. 129. 26. 6. 25. S. 1566/7. Gesetzgebung, bergrechtliche Fragen, Grubensicherheit, Statistik.

Die Entwicklung der österreichischen Eisenindustrie. Von Keil-Eichenthurn. Mont. Rdsch. Bd. 17. 1. 7. 23. S. 423/32*. Darstellung der Entwicklung aus dem frühesten Mittelalter bis in die neueste Zeit.

The Malayan tin industry 1924. Min. J. Bd. 149. 27. 6. 25. S. 516/7. Die Entwicklung des malaiischen Zinnbergbaues im Jahre 1924.

Ausstellungs- und Unterrichtswesen.

New equipment shown at Cincinnati. Von Kneeland. Coal Age. Bd. 27. 4. 6. 25. S. 837/43*. Beschreibung von ausgestellten technischen Neuerungen. Lademaschinen, Grubenwagen, Lokomotivgestell, Lampengestell Kohlenaufbereitung.

Neuzeitliche Facharbeiterausbildung in Werkstatt und Schule. Von Harm. Braunkohle. Bd. 24. 27. 6. 25. S. 336/43*. Planmäßige Ausbildung. Die Hilfsmittel. Die Notwendigkeit, Facharbeiter heranzubilden.

Die Normung und der Unterricht an technischen Schulen. Von Volk und Erken. Z. V. d. I. Bd. 69. 16. 5. 25. S. 684/90*. Auswahl, Kürzung und Zusammenfassung der Normenblätter für den Unterricht. Veranschaulichung, Gegenüberstellung und Vorbilder. Normung und Konstruktionsunterricht. Der Wert des Unterrichts im technischen Zeichnen.

PERSÖNLICHES.

Der Gründer des Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats, Geh. Kommerzienrat Dr.-Ing. e. h. Kirdorf, ist zum Ehrenvorsitzenden mit Sitz und Stimme in allen Ausschüssen ernannt worden. Zu seinem Nachfolger als Vorsitzender des Aufsichtsrates ist Generaldirektor Dr.-Ing. e. h. Vögler gewählt worden.

Der Bergwerksdirektor Eickelberg, Leiter der zur Klöckner-Werke A. G. gehörenden Zeche Werne, hat am 1. Juli die 50. Wiederkehr des Tages seiner ersten Schicht begangen und ist in den Ruhestand getreten. Als sein Nachfolger ist Bergwerksdirektor Hummelsiep bestellt worden.

Der Bergwerksdirektor Bonacker ist aus dem Vorstände der Magdeburger Bergwerks-A. G. Zeche Königsgrube ausgeschieden. An seine Stelle ist Bergassessor Kost als ordentliches Vorstandsmitglied getreten.

Der als Hilfsarbeiter in der Bergabteilung des Ministeriums für Handel und Gewerbe beschäftigte Amtsrichter Dr. Hoffmann ist zum Bergrat ernannt worden.

Beurlaubt worden sind:

der Bergassessor Rasch vom 1. August ab auf weitere sechs Monate zwecks Beibehaltung seiner Tätigkeit als Geschäftsführer des Verbandes der Berliner Kohlen-Großhändler E. V. und der zugehörigen Organisationen,

der Bergassessor Naton vom 1. Juli ab auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Donnersmarckhütte, Oberschlesische Eisen- und Kohlenwerke, Aktiengesellschaft in Hindenburg,

der Bergassessor Sogalla vom 1. Juli ab auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit als Prokurist der Vereinigten Berliner Kohlenhändler A. G. in Berlin.

Der bisher beurlaubte Bergrat Brunner, früher bei dem Bergrevier Nord-Kattowitz, ist in den einstweiligen Ruhestand versetzt worden.