

# TECHNISCHE MITTEILUNGEN

ORGAN DES HAUSES DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON DEN GAUAMTERN FÜR TECHNIK DER NSDAP  
DÜSSELDORF, ESSEN, WESTFALEN-NORD, WESTFALEN-SÜD



HEFT 9

ESSEN, 1. MAI 1939

32. JAHRGANG



*20. April 1939*



*G*eburtstage der Männer von geschichtlicher Leistung, gleich auf welchem Gebiet des menschlichen Lebens, sind Gedenktage für die gesamte Umwelt und für das Volk, dem sie angehören, Tage des Bekenntnisses. — Für uns Deutsche ist der 50. Geburtstag unseres Führers Adolf Hitler ein Tag unseres feierlichen Bekenntnisses zu ihm und zu unserer Verpflichtung an sein Werk.

Wir Männer der Technik sind von ihm aufgerufen und auf eine Höhe unseres Schaffens geführt worden, wie es keiner anderen Generation je zuvor beschieden war. Wir haben in den Zeiten unserer tiefsten Erniedrigung in den arbeitsleeren Hallen, vor toten Maschinen gestanden und hatten den Sinn unserer Arbeit und unseres Strebens verloren. — Die schönsten Werke unserer schöpferischen Stunden waren uns zum Fluch und unseren Mitmenschen zum tiefen Leid geworden.

Wir hatten die Arbeit, die Leistung und den Aufstieg gepredigt und haben die Arbeitslosigkeit und den Niedergang verbreitet.

Die vergangenen zwei Jahrzehnte ziehen an uns vorüber wir sehen uns in den ersten Nachkriegsjahren müde und abgehelzt, wir werden hinaufgehoben auf die giftige Höhe der Scheinkonjunktur und dann um so tiefer in ein verzweiflungsvolles Elend hinabgestoßen. Wir spüren noch unser hoffnungsloses Wehren gegen diese Entwicklung und empfinden noch unser zögerndes Eintreten in die große Zeit.

Und nun erfüllt uns eine unsagbare Dankbarkeit, die ihren Ausdruck nur im Schaffen, im Dienen, in der Tat finden kann. Wenn wir unseren Dank in Worte kleiden wollen, dann können wir nur sagen: „Unsere Leistung bisher ist noch zu gering, wir wollen unsere Kraft verdoppeln.“ —

Unsere Geschichte ist nicht arm an großen Männern, aber selten fanden diese Männer ein Geschlecht, das ihnen gerecht wurde. — Sorgen wir dafür, daß spätere Zeilen auch auf uns stolz sein können, und sorgen wir noch mehr dafür, daß das kommende Geschlecht auf unseren Führer so stolz sein wird, wie wir es heute sind, damit endlich die Geschichte des deutschen Volkes ihre Erfüllung findet durch

**Adolf Hitler!**

Rickhey



# Clausthaler Woche „Berg- und Hüttenwesen“

Im Rahmen der vielfältigen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen im Wintersemester 1938/39 des Hauses der Technik, Essen, hatte die in der Zeit vom 27. März bis 1. April durchgeführte Clausthaler Woche „Berg- und Hüttenwesen“ eine besonders große Bedeutung. Die Schaffung einer engen und persönlichen Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis, die insbesondere in einem Gebiet, in dem sich die der Bergakademie Clausthal gestellten Aufgaben der Forschung und Lehre fast völlig mit der Struktur der industriellen Praxis des Rhein-Ruhr-Reviere überdecken, von besonderer Wichtigkeit ist, wurde durch eine Fülle von wissenschaftlichen Vorträgen aus dem Arbeitsgebiet der einzelnen Lehrstühle und Institute wie auch durch eine Reihe von Betriebsbesichtigungen in eindeutiger Form herbeigeführt. Daneben galt es aber auch zugleich, eine Verbindung zur Jugend zu schaffen, und in welcher Beziehung es möglich ist, die für die Technik begabte Jugend unseres großen rheinisch-westfälischen Industriegebietes über die Hochschule zum vollen Einsatz zu bringen. Eine Frage, die im Schlußwort des Kameradschaftsabends durch Gauamtsleiter Rickhey als das Kernproblem behandelt wurde. Der Aufbau des wissenschaftlichen Arbeitsprogramms dieser Woche war daher den Gesichtspunkten der beiden vorgenannten Forderungen anzupassen.

Die Anwesenheit des gesamten Lehrkörpers der Clausthaler Akademie sowie einer entsprechenden Anzahl vor dem Abschluß ihres Studiums stehender Studierender brachte bereits äußerlich zum Ausdruck, welche Wichtigkeit der Gesamtveranstaltung Clausthaler Woche „Berg- und Hüttenwesen“ beigemessen wurde. Unter Führung Seiner Magnifizenz, des Rektors Prof. Dr.-Ing. H. Grothe, trafen Montag, den 27. März, insgesamt 26 Professoren, Dozenten und Assistenten nebst 25 Studierenden in Essen ein, wo sie als Gäste der Stadt Essen und des Hauses der Technik empfangen wurden. In der Eröffnungsveranstaltung der Woche begrüßte der Direktor des Hauses der Technik, Dipl.-Ing. H. Kunze, die Gäste aus Clausthal vor einer zahlreichen Zuhörerschaft und in Anwesenheit von Vertretern aus Partei, Staat und Wirtschaft. In seiner Eröffnungsansprache führte er etwa folgendes aus:

„Deutsche Männer und Frauen!

Als dem Leiter dieses Hauses ist es mir eine besondere Freude und Ehre, Sie, die Sie heute zur Eröffnung unserer Clausthaler Woche für Berg- und Hüttenwesen zum Teil von weit her nach Essen gekommen sind, herzlich willkommen zu heißen und Ihnen für Ihr Interesse, das Sie durch Ihre Anwesenheit bekunden, zu danken. In mein Willkommen darf ich einschließen die Grüße des Vorsitzenden des Vorstandes des Hauses der Technik, Oberbürgermeister Dillgardt, den seine Pflichten als Generalbevollmächtigten für die deutsche Energiewirtschaft zu seinem großen Bedauern

heute ferngehalten haben, sowie die Grüße des stellvertretenden Vorsitzenden, Parteigenosse Rickhey, der als Leiter unseres Gauamtes für Technik erst morgen nach Abschluß der großen Tagung auf der Ordensburg Sonthofen an unseren Veranstaltungen wieder teilnehmen kann. Ich begrüße den Kreisleiter dieser Stadt, Kreisleiter Hütgens, den Vertreter der Stadtverwaltung Essen, Herrn Bürgermeister Bönnert, ferner die Vertreter von Partei, Staat, Wehrmacht, Wissenschaft und Wirtschaft. Ferner freue ich mich, auch die Jugend in größerer Zahl heute abend begrüßen zu können und gebe der Hoffnung Ausdruck, daß das Erleben dieser Woche Ihnen einen aufschlußreichen Einblick geben möge in die großen Aufgaben, die der Technik nicht zuletzt im Berg- und Hüttenwesen gestellt sind, Aufgaben, deren Lösung ganze Männer verlangt, Kerle, die fähig und bereit sind, ihre besten Kräfte in den Dienst der Technik und ihrer Forderungen zu stellen.

Mein besonderer Gruß gilt den Mitgliedern des Lehrkörpers der Bergakademie Clausthal, an ihrer Spitze dem Rektor, Seiner Magnifizenz Herrn Prof. Dr. Grothe. Wir danken Ihnen herzlich, daß Sie in Ihrer Gesamtheit unserer Einladung gefolgt sind, um den an der Front der Arbeit stehenden Männern der Technik hier in dieser Stadt der Technik einen Überblick zu geben über den Stand Ihrer Arbeit und die Ergebnisse Ihrer wissenschaftlichen Forschung. Wir hoffen, daß der Ablauf dieser Woche auch Ihnen recht viel Anregung für Ihre weitere Arbeit vermitteln, daß neben ernster Arbeit aber auch einige frohe Stunden Ihnen und Ihren Damen stets ein freundliches Erinnern an diese Tage geben möge.

Wir leben in einer Zeit, in der die staatspolitische Notwendigkeit insbesondere der Technik die größten und schwersten Aufgaben stellt, um die Unabhängigkeit des Reiches in jeder Form wahren zu können. Die Priorität des politischen Willens vor zu eng gesehenen Gesetzen wirtschaftlichen Denkens hat in einem ungeahnten Maße die praktische Verwirklichung technisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse gebracht, sie läßt aber von Tag zu Tag neue Probleme aufstellen, die in ihrer Gesamtheit zu einer wahren Revolution des technischen Geschehens geführt haben. Niemand mehr als heute ist es deshalb notwendig, die forschende Wissenschaft in engste Verbindung mit der praktischen Arbeit zu bringen, um so aus dem Zusammenwirken beider zu einem Höchstmaß von Erfolg, zum bestmöglichen Wirkungsgrad unserer Arbeit zu gelangen. Wir werden in den zahlreichen Vorträgen dieser Woche einen tiefen Einblick in Ihre Arbeit tun können und hieraus manch wertvolle Erkenntnis für die praktische Arbeit gewinnen. Ich bin aber auch überzeugt, daß die Möglichkeit eines ausgiebigen Gedankenaustausches und der Besuch einer Anzahl industrieller Betriebe dem Wissenschaftler wertvolle Anregung für seine weitere Arbeit vermitteln werden.



Wenn die Clausthale Woche „Berg- und Hüttenwesen“ zur Erreichung dieses Zieles einen Beitrag geleistet haben wird, so hat damit auch das Haus der Technik seiner ihm vorge schriebenen Aufgabe Rechnung tragen können. Es spricht der Hoheitsträger dieser Stadt, Kreisleiter H ü t g e n s."

#### Kreisleiter Hütgens, MdR., Essen

„Deutsche Frauen und Männer! Zunächst habe ich den ehrenvollen Auftrag, Ihnen die Grüße des Gauleiters und Oberpräsidenten, Pg. Terboven, zu übermitteln, der durch seine Dienstgeschäfte an Ihrer Tagung teilzunehmen verhindert ist. Gleichzeitig bin ich beauftragt, allen denen zu danken, die für das Zustandekommen der Clausthale Woche verantwortlich zeichnen und insbesondere Ihnen, Herr Prof. G r o t h e, und Ihren Mitarbeitern, die Sie sich der Mühe unterzogen haben, nach Essen zu kommen, um im gemeinsamen Gedankenaustausch in ernster Arbeit weiter auf dem durch die großen Ereignisse der Zeit vorgeschriebenen Wege zu schreiten. Der Gauleiter wünscht der gesamten Veranstaltung nicht nur einen erfolgreichen Verlauf, sondern gibt seiner Hoffnung Ausdruck, der ich mich anschließende möchte, daß die aus einer gemeinsamen Aufgabe erwachsenen gegenseitigen Beziehungen zwischen den Stätten der Forschung und der Praxis sich zum Segen der Gemeinschaft, zum Segen unseres deutschen Volkes auswirken mögen.

Meine Damen und Herren! Es liegt in der Struktur unseres Gaues begründet, daß die Beziehungen zu den Stätten der Forschung besonders eng sind. Wenn zu Beginn der Industrialisierung vor vielen Jahrzehnten vielleicht der Wagemut und die Arbeit einzelner Männer den Grundstein zu einer Entwicklung legten, die sie selbst nur geahnt haben, so führte der weitere Weg mit Naturnotwendigkeit von der Praxis und ihren zunächst nur zufälligen Erkenntnissen zu der systematischen und wissenschaftlichen Forschung. Das Ergebnis dieser gegenseitig sich befruchtenden gemeinsamen Arbeit bis heute, liegt jetzt so klar vor aller Augen, daß darüber kein Wort verloren werden braucht. Jeder, der nicht teilnahmslos an dem Geschehen dieser Zeit vorübergeht, sondern lebendigen Anteil nimmt an der großen gewaltigen Zeit, wird diese Auffassung in sich tragen, daß die gemeinschaftliche Arbeit noch weitere Fortschritte zeitigen möge, daß insbesondere aus den gegenseitigen Beziehungen ein Band der Kameradschaft und der Freundschaft sich auch weiter festigen möge, wie es sich bisher schon zum Segen der Arbeit ausgewirkt hat. Sicherlich werden auch noch manche Probleme der Lösung harren. Ich bin davon überzeugt, daß das Wort „unmöglich“ auf dem Gebiet der Forschung zunächst nur einen rein theoretischen Wert hat und daß auch in der weiteren Zukunft aus der Praxis und aus der Wissenschaft gemeinsam jene Probleme gelöst werden, die uns heute in unserem engen Lebensraum noch zur Lösung bevorstehen.

Meine deutschen Frauen und Männer! Diese Tagung fällt in eine Zeit großer geschichtlicher Bedeutung. Wir alle werden diese Zeit in ihrer ganzen Größe noch gar nicht erfassen können. Der innere entschlossene politische Wille des Führers hat die Sehnsucht von Jahrtausenden verwirklicht. In einer ungeheuren Fülle von Ereignissen nehmen wir Woche für Woche Anteil an den großen staatspolitischen Erfolgen des Führers, wobei in uns das Gefühl der Dankbarkeit immer größer wird gegenüber dem Schicksal, das unserem deutschen Volk diesen Mann in einer entscheidenden Stunde gegeben hat. Und diese Dankbarkeit zum Führer und zum Schicksal soll insbesondere die Veranlassung sein, daß wir bewußt die Zeit miterleben, daß wir mitgestalten und mitarbeiten an

den großen Aufgaben, die unserem Volke gestellt sind, nicht um unserer selbst willen, das nur heißen kann, das Leben des deutschen Volkes in alle Zukunft zu sichern. So möge auch diese Tagung in dem Geist vor sich gehen, den alle Beteiligten ihr wünschen. Möge besonders der Gedanke an den Führer Ihre Arbeit befruchten und Sie befähigen, die Ziele klar zu erkennen, die Ihnen heute, morgen und in alle Zukunft gestellt werden. Ich darf Sie bitten, in dieser Stunde des Führers zu gedenken. Dem Führer in die große deutsche Zukunft, dem Führer des großen deutschen Vaterlandes, Adolf Hitler, Sieg-Heil!"

Nach dem Absingen des Deutschland- und Horst-Wessel-Liedes nahm Prof. Dr. Grothe das Wort zu einem kurzen Dank und führte folgendes aus:

Deutsche Männer und Frauen! Meine Berufskameraden aus dem Berg- und Hüttenwesen, vor allem aber alle Clausthale! Als anläßlich unserer Jahresfeier im November von Gauamtsleiter Rickhey der Gedanke uns vorgetragen wurde, einen Weg zu suchen, wie man noch stärker die Bergwissenschaftliche Hochschule mit den Stätten der Praxis, vor allem aber hier mit der dazu berufenen Institution, mit dem Haus der Technik, verbinden könne zu fruchtbringender Arbeit, da haben wir diesen Gedanken begeistert aufgenommen. Es kam dann zu dem Plan, erstmalig den Versuch zu unternehmen, in Form einer geschlossenen Veranstaltung im Laufe einer ganzen Woche und durch Einsatz des ganzen Lehrkörpers der Bergakademie eine Clausthale Woche „Berg- und Hüttenwesen“ hier abzuhalten. Alle meine Kameraden im Lehrkörper haben sich sofort zur Mitarbeit bereit erklärt. So wurden denn die freien Wochen zwischen den beiden Studienhalbjahren benutzt zur Vorbereitung dieser Tagung. Aber ich muß auch sagen, daß, als wir heute hierher kamen, wir wirklich einen erfreulichen Begriff von der Exaktheit und der Promptheit der Organisation erhalten haben, die hier in Essen zu Hause ist. Ich muß deshalb gleich zu Beginn dieser Woche meinen Dank dem Direktor des Hauses der Technik für diese sehr schöne und großzügige Organisation der Woche aussprechen, zugleich aber auch dem Oberbürgermeister der Stadt. Danken muß ich vor allem auch dafür, daß sie es ermöglicht haben, daß ein Teil der älteren Studierenden an dieser Tagung teilnehmen können. Über den Sinn dieser Tagung haben Sie ja, Herr Direktor Kunze, alles gesagt, und ich kann wirklich nichts mehr hinzufügen. Ich freue mich aber besonders, daß der Kreisleiter einen so warmherzigen Ton gefunden hat über die Notwendigkeit der engen Zusammenarbeit der Hochschule und der Praxis und auch über die Aufgaben, die uns beiden gestellt sind in dem Lebenskampf unseres Volkes. Wenn diese Tagung dazu beitragen kann, so soll es auch an uns nicht fehlen. Wir wollen jedenfalls versuchen, daß zu geben, was wir können. Und wenn ich nun einer von mir kommenden Anregung folgend in meinem Vortrag versuche, Ihnen einen Überblick zu geben über die vielseitigen Beziehungen, die die Bergakademie Clausthal mit der einschlägigen Praxis heute wie zuvor verbinden, so bitte ich Sie, mir einige Minuten auf einen kurzen Ausflug in die Vergangenheit zu folgen.

(Es folgten anschließend die Vorträge von Prof. Dr. Grothe über „Bergakademie und Praxis“ und von Prof. Dr. Grumbrecht über „Neuzeitliche Probleme im deutschen Bergbau“.)



Im Anschluß an die Eröffnungsvorträge hatte die Stadt Essen in den zu diesem Zweck hergerichteten Sälen 2 und 3 des Hauses der Technik zu einem Empfang mit nachfolgendem Imbiß geladen. In einem festlichen Rahmen begrüßte Landrat B ö n n e r im Auftrage des durch seine Dienstgeschäfte verhinderten Oberbürgermeisters die Clausthale Gäste, wobei er darauf hinwies, daß Essen nicht nur die Stadt der Kohle und der Technik sei, wie man gemeinhin annehme, sondern sich auch als schöne Wohnstadt durch die Fülle seiner Grünanlagen und städtebaulich ausgezeichneten Siedlungen und nicht zuletzt durch den im Rheinland einzigartigen Grugapark einen hervorragenden Namen erworben habe. Gerade der letztere sei im vergangenen Jahr der Grundstock der Reichsgartenschau ge-

wesen. Er hoffe daher, daß sich die Gäste in den 8 Tagen ihres Hierseins in der Stadt Essen recht wohl fühlen möchten, wie er auch der Erwartung Ausdruck gab, daß die Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis durch die Clausthale Woche „Berg- und Hüttenwesen“ sich zum Nutzen beider entwickeln möge.

Prof. Dr. Grothe dankte namens des Clausthale Lehrkörpers für die herzlichen Willkommensgrüße und gab seinem Dank für die Einladung der Stadt Essen, der sie alle recht gern gefolgt seien, noch besonderen Ausdruck. Der weitere Verlauf dieses gelungenen Empfangsabends einte die Gäste aus Clausthal und die geladenen Vertreter aus Industrie und Wirtschaft noch einige Stunden in einem zwanglosen Beisammensein.

Im Laufe der Woche fanden im einzelnen folgende Vorträge statt:

## Vortragsfolge

Montag, 27. März

19.30 Uhr: „Bergakademie und Praxis“. Prof. Dr.-Ing. Grothe, Rektor der Preußischen Bergakademie Clausthal;

20.15 Uhr: „Neuzeitliche Probleme im deutschen Bergbau“. Prof. Dr.-Ing. Grumbrecht.

Dienstag, 28. März

19.15 Uhr: „Ein neues Verfahren zur Kühlung und Trocknung von Grubenwettern“. Prof. Dr. Schulz;

19.45 Uhr: „Die Bedeutung der Geophysik für den Bergbau“. Dozent Dr. Jung;

20.15 Uhr: „Mineralogie und Lagerstättenkunde in der Arbeit an Problemen des Vierjahresplanes und der Raumforschung“. Prof. Dr.-Ing. Buschendorf.

Mittwoch, 29. März

A. 19.15 Uhr: „Die chemischen Kampfstoffe und ihre Einsatzformen“. Prof. Dr. Birckenbach;

19.45 Uhr: „Physikalisch-chemische Grundlagen des Gasschutzes“. Dozent Dr. Linhard;

20.15 Uhr: „Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung“. Prof. Dr. Valentiner;

20.45 Uhr: „Entwicklung und Aussichten der Oberharzer Wasserwirtschaft“. Dozent Bergassessor Dr.-Ing. Bechtold.

B. 19.15 Uhr: „Das Verhalten von Treibstoffen gegen Luftsauerstoff“. Prof. Dr. Hock;

19.45 Uhr: „Die Möglichkeiten und Grenzen zwischenbetrieblicher Vergleichsrechnungen“. Prof. Dr. Gutenberg;

20.15 Uhr: „Stückkokse aus Braunkohlen“. Prof. Dr. Hock;

20.45 Uhr: „Entwurf eines Gesetzes über das Arbeitsverhältnis“. Prof. Dr. Crone.

Donnerstag, 30. März

19.15 Uhr: „Die Aufbereitung armer deutscher Erze und ihre Bedeutung für den Vierjahresplan“. Dozent Dr.-Ing. Petersen;

20.00 Uhr: „Ergebnisse, Zweck und Ziel neuerer Forschungen im Siegerland-Wieder Gangbezirk“. Dr.-Ing. habil. Hüttenhain;

20.30 Uhr: „Das saure Schmelzen und die Verwendung der dabei anfallenden Schlacken“. Prof. Dr.-Ing. Paschke.

Freitag, 31. März

19.15 Uhr: „Leichtmetallgewinnung aus deutschen Rohstoffen“. Prof. Dr.-Ing. Grothe.

Zeche Zollverein der Gelsenkirchener Bergwerks-AG.

Mittwoch, 29. März

Fischer-Tropsch-Anlagen der Ruhrchemie, Holten; Preßwerke und Schmiedepresse sowie sonstige Werkanlagen der Fried. Krupp AG.

Donnerstag, 30. März

Felten & Guillaume, Köln-Mülheim.

Freitag, 31. März

Duisburger Hafenanlagen und Duisburger Kupferhütte; Gutehoffnungshütte Oberhausen.

Den Abschluß dieses Besichtigungsprogramms, das noch durch ein Sonderprogramm für die Damen und einige weitere gesellige Veranstaltungen seine Ergänzung fand, bildete eine ganztägige Fahrt zur Ordens-

Den Abschluß der fachwissenschaftlichen Arbeit der Woche bildete das K o l l o q u i u m am Freitagabend, in dessen Rahmen aus den Hörerkreisen der Woche eine Reihe wichtiger Fragen zur Aussprache gebracht wurde. Die Beiträge dieses Abends sind am Schluß dieses Heftes zusammenhängend veröffentlicht.

Die Vor- und Frühnachmittage der Woche waren einer Reihe von Besichtigungen von Unternehmen des engeren und weiteren Bezirkes ausgefüllt, die neben der dabei dankenswerterweise zum Ausdruck gebrachten Gastfreundschaft der beteiligten Firmen allen Teilnehmern einen wertvollen Einblick in die Arbeit der betrieblichen Praxis vermittelten. Im einzelnen fanden folgende Besichtigungen statt:

Dienstag, 28. März

Zinkhütte Bergeborbeck und Hochofen- und Martinwerk Krupp;



burg Vogelsang bei Gemünd in der Eifel. Bei herrlichstem Wetter, das auch die übrigen Besichtigungen der Woche begünstigte, waren sämtliche Clausthaler Gäste an dieser Fahrt beteiligt. Eine eingehende Führung durch die Ordensburg übermittelte ein geschlossenes Bild nationalsozialistischen Bauwillens wie auch einen Einblick in die Erziehungsarbeit an der Führerorganisation der NSDAP. Diese Fahrt in den Vorfrühling der Eifelberge wurde mit Recht von allen Teilnehmern als der Höhepunkt der Sonderveranstaltungen der Woche bezeichnet.

Am Abend des gleichen Tages fand ein Kameradschaftsabend statt, zu dem rund 600 alte Clausthaler aus der näheren und weiteren Umgebung Essens sich eingefunden hatten. Der in zwei Teile gegliederte Abend stellte den wohl gelungenen Schlußpunkt der Woche dar, dessen erster Teil abschließenden Betrachtungen der wissenschaftlichen Arbeit der Woche gewidmet war.

Gauamtsleiter Pg. Rickhey eröffnete nach einem gemeinsamen Lied den Kameradschaftsabend mit folgenden Worten:

„Sehr verehrte Gäste, liebe Kameraden!

Eine Woche reger Arbeit auf dem Gebiet der Wissenschaft und der Praxis wollen wir heute abend nach alter Sitte froh beschließen. — Wie viele Samstagabende unserer Studentenzeit, die wir im trauten Kameradenkreis oder mit Damen der bekannten Familien und Pensionate bei Tanz und froher Musik begangen haben, werden als schönste Erinnerung wieder wach. — Von dieser jugendlichen Stimmung, wie sie damals war, lassen Sie sich auch heute führen, und begehen Sie diesen Samstag als Schlußabend der „Clausthaler Woche“ in der altgewohnten Clausthaler Fröhlichkeit. Ich erhebe mein Glas auf Ihr Wohl und auf einen frohen Verlauf. — Glückauf!“

Nach einigen gemeinsam gesungenen Clausthaler Studentenliedern erwiderte Prof. Grothe den Dank und führte aus:

„Meine Damen und Herren! Insonderheit ihr Kameraden vom Berg- und Hüttenwesen, ihr Clausthaler! Am Schluß dieser einzigartigen Veranstaltung drängt es uns alle, der Stadt Essen und dem Haus der Technik den Dank zu sagen dafür, daß sie diese Woche veranstaltet haben. Wir können uns nichts Besseres wünschen, als die Aufmerksamkeit gerade der jungen Menschen auf die Bergakademie zu lenken und damit auf unseren Berufsstand. Und wenn die Vorträge, die wir in dieser Woche gehalten haben, dazu beigetragen haben sollten, das Interesse an diesem Beruf zu steigern und die Liebe zu ihm zu erwecken, so ist eigentlich der Hauptzweck dieser Woche erfüllt. Im übrigen sollte aber diese Woche dazu dienen, das zu pflegen, was wir als dringlich notwendig empfinden und seit Bestehen unserer Hochschule immer nach Können gepflegt haben: die engste und persönlichste Verbindung mit der Praxis. Ich glaube, daß auch dieser Teil der Aufgabe in dieser Woche erfüllt worden ist. Ich habe noch die angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle dem Leiter des Hauses der Technik, Herrn Direktor Kunze, den Dank auszusprechen.

Heute, am Schluß dieser Woche, glaube ich, daß ich den Worten unseres Freundes Rickhey nichts hinzuzufügen brauche und überzeugt bin, daß Clausthaler Stimmung und Clausthaler Geist in diesem Saal den Grad der Fröhlichkeit bestimmen werden. Darauf bitte ich meine Clausthaler Kameraden ihr Glas zu erheben und einzuschließen einen Dank an die Stadt Essen. Die Stadt Essen, das Haus der Technik, Clausthal wünscht euch Glückauf!“

Dann erteilte Pg. Rickhey Staatsrat Ministerialdirektor Prof. Börger, der es sich trotz seiner beruflichen Anspannung nicht hatte nehmen lassen, diesem Abend als Gast beizuwohnen, das Wort zu einer Ansprache. Hierbei führte Staatsrat Prof. Börger folgendes aus:

„Volksgenossen und Volksgenossinnen!

Der Bergbau steht jetzt gerade durch die Ereignisse der letzten Wochen stark im Vordergrund des Interesses, und der Bergbau und alle, die darin zu tun haben, werden für eine Zeitlang eine erhöhte Leistung zu vollbringen haben. Eigentlich, wenn man es zeitlich betrachtet, ist diese Arbeit, die da mehr gefordert wird, ein Nachholen aus vergangenen Tagen, wo wir nicht arbeiten durften. 1927 bis 1929 hatten wir Hochkonjunktur, und dann ging die Kurve herunter und offenbarte sich in Entlassungen von 10-, 50-, 200- und 300 000 Bergleuten. Man wollte nicht, daß wir für Freiheit und Brot unsere Arbeit tun sollten, wollte nicht, daß wir für das Brot unseres Volkes arbeiteten, sondern man wollte uns erwerbslos machen, wollte uns erwerbslos halten, um dann die Millionen, die in dieser Erwerbslosigkeit verzweifelten, langsam reif für die roten Brigaden der jüdischen Internationale zu machen. Man wollte die Menschen in ihrer Verzweiflung und in ihrem Schrei nach Brot so weit bekommen, daß sie für jede Schnitte Brot da hingingen, wohin der Jude uns in seiner Weltpolitik hinhaben wollte. Und die Jahre von 1929, man kann sagen bis 1935, in denen sich der Bergbau noch mit 17 und 18 Schichten begnügen mußte, diese Zeit der nichtgewollten Arbeitslosigkeit, diese ausgefallenen Millionen Arbeitsstunden müssen nun um Freiheit und Brot willen nachgeholt werden. So kann man es zeitlich sehen, und es muß geschehen, auch wenn es hart ist. Warum? Und auch hier glaube ich, ist es richtig, wenn man an diesem Kameradschaftsabend sich eine politisch-geschichtliche Tatsache einmal in Erinnerung rufen, damit Sie, die Sie jeden Tag mit den Bergleuten zu tun haben, und die Sie in den kommenden Monaten sicher Schwierigkeiten zu überwinden haben mit dieser Mehrarbeit und mit den Gedingesätzen usw., gewappnet sind. Da glaube ich, ist eine einheitliche politische Gegebenheit als Begründung sehr wichtig und auch für jeden sehr einleuchtend, und wer es dann nicht begreifen will, der ist bösen Willens. Sie wissen alle, besonders die Älteren, daß Ludendorff 1912 die Summe von, glaube ich, 100 Millionen Mark für die Errichtung von drei Armeekorps in einer Gesetzesvorlage dem Reichstag vorlegte, um in diesen drei Armeekorps die jungen Männer auszubilden für den Ernstfall, die bei der kleinen Zahl unseres Heeres und dem dort verfügbaren Ausbildungspersonal nicht ausgebildet werden konnten. Es ist dann folgendes geschehen:

Die einen schrien, das ist Steuererhöhung, das ist Belastung der breiten Volksschichten, der arbeitenden Klassen, wie sie damals sagten, und die anderen riefen aus konfessionellen Gründen, das bedeutet Krieg. Wir sind also Kriegshetzer, und die Generalität, die das will, die will ja nur, daß die einen verdienen und die anderen bluten sollen. Und die drei Armeekorps wurden nicht bewilligt. Das Volk behielt sein Geld in der Tasche, die drei Armeekorps wurden nicht aufgestellt, Hunderttausende wurden nicht ausgebildet. Dann kam 1914, und in der Marneschlacht haben die drei Armeekorps gefehlt, und an der Marne ist der Krieg 1914/18 entschieden worden.

Dann kamen diejenigen, die Ludendorff die drei Armeekorps nicht gegeben hatten, unter den Rufen eines Klassenkampfes und klagten die Heeresführung an, sie sei nicht fähig, Krieg zu führen. Die Jahre gingen weiter, und Rathenau hat dann 1918, als nichts



mehr zu holen war, und weil er den Sieg der deutschen Truppen nicht wollte, ein Telegramm versandt: „Es ist uns gelungen, in letzter Stunde alle Schuld auf Ludendorff abzuwälzen.“ Und da kam das Schamloseste, daß das deutsche Volk Hindenburg und Ludendorff vor den jüdischen Richtertisch nach Leipzig schickte. Und die Millionen Verzweifelten, die ihr Blut gegeben hatten und ihre Söhne, die alles geopfert hatten und nun von Juden geführt wurden, klagten die an, die dieses Schicksal vorausgesehen hatten und die die drei Armeekorps verlangt hatten. Die Millionen, die unter der Parole der Steuererhöhung 1912 gegen die drei Armeekorps gestimmt hatten, die ihr Blutopfer geben mußten und ihren Glauben, sie haben dann die Leute, die es gut mit ihnen gemeint haben, angeklagt. Und die Führung von damals, sie war zu schwach, das durchzusetzen, was um Freiheit und Brot willen notwendig war. Und dann haben wir von 1918 bis 1933 nicht 100 Millionen bezahlt, sondern 60 Milliarden.

Vor dieser selben Situation um Freiheit und Brot stehen wir heute und jeden Tag. Um Freiheit und Brot zu haben, um uns das zu erhalten, muß nun eben mehr gearbeitet werden. Darum bitte ich Sie, steht euren Mann in den kommenden Monaten, in denen wir diese Dinge machen und durchstehen müssen. Wir brauchen Kohlen und wir brauchen Eisenbahnen für die uns zugestoßenen Gebiete. Und wenn das aus politischen Erkenntnissen notwendig ist, dann steht der Bergmann genau so treu, wie er immer treu dagestanden hat. Das ist es, was wir in uns tragen müssen, dieses Gefühl der Notwendigkeit, und wir müssen auch diese Notwendigkeit durch unser Wort vertreten.

Sie, die Sie alle Menschen führen, sind dazu verpflichtet, in Ihren täglichen Gesprächen und in Ihrem täglichen Gehaben, in Ihrer Haltung gegen diese Kräfte, die sich da zeigen, mit Wort und Tat jeden Tag anzugehen. Es ist immer richtig, das zu fordern, was notwendig ist. Wer an den Starken appelliert, gewinnt die Starken, wer an die Schwachen appelliert, gewinnt die Schwachen, und hat die Starken gegen sich — das sind dann die Rebellen. Wir haben gelernt aus den Jahren, die hinter uns liegen, entweder helfen wir uns selbst, oder es hilft uns keiner. Bitten um den Sieg können wir, aber die Arbeit müssen wir schon selber machen. Auch diese innere Umstellung muß bei den Menschen kommen. Sie ist noch nicht da, sie muß noch kommen — die Revolution steht nie still.

Volksgenossen! Wer gibt uns denn überhaupt die Möglichkeit, daß wir unsere Fähigkeiten, die in uns liegen, nun entfalten können, und zum zweiten, von wem haben wir die Fähigkeit? Neben dem Wort „vergessen“ steht auch das Wort „undankbar“. Im kleinen Alltagsleben ist es so, und im großen, in der Geschichte, auch. Es ist immer das Bitterste für einen, wenn man das Gefühl hat, ja, ihr habt vergessen, und die Vergesslichen sind undankbar. Vergessen wir nie, daß nur die **Gemeinschaft**, die Gemeinschaft unseres Volkes es ist, die uns unser Leben gegeben hat. Vergessen wir nie, daß nur die Gemeinschaft es ist, daß wir unsere Persönlichkeit auch zur Persönlichkeit entfalten können, daß wir die Fähigkeiten, die wir haben, nun in der Gemeinschaft auch entwickeln können. Was wäre ein Schauspieler ohne Publikum, was wäre vielleicht ein Direktor ohne Bergleute, und was sollen die Bergleute ohne Direktoren? Die Gemeinschaft ist es, die uns die Möglichkeit gibt, das Leben, das wir ihr verdanken, nun auch entfalten zu können. Und es ist unsere höchste und vornehmste Freiheit, daß wir freiwillig in der Gemeinschaft für die Gemeinschaft uns voll entfalten können. Das ist unsere Freiheit.

**Es gibt nicht nur Urlaub auf Ehrenwort,  
sondern auch Arbeit auf Ehrenwort,  
Leistung auf Ehrenwort  
und Lohn auf Ehrenwort!!!**

Die Gemeinschaft hat ein Recht, von uns zu verlangen, daß wir die Fähigkeiten, die in uns liegen, der Gemeinschaft zur Verfügung stellen. Und so sehen Sie, wie die Begriffe Freiheit und Pflicht keine Gegensätze sind, sondern eine wunderbare Einheit und Harmonie. Und nun gibt uns der Führer durch seinen Appell und die Wiederherstellung der Gemeinschaft die Möglichkeit, uns zu entfalten und zu entwickeln für die Gemeinschaft. Und wir wollen dankbar sein, daß wir unsere Kräfte nicht brach liegen lassen haben, wie das einmal gewesen ist, als wir nach Arbeit und nach Brot riefen. Deshalb soll jeder Tag mit dem Dank beginnen, mit der Freiheit sich entwickeln und mit der Pflicht an die Gemeinschaft schließen. Dann haben wir das Recht, das zu tun, was Goethe einmal gesagt hat:

„Tages Arbeit,  
Abends Gäste,  
Saure Wochen,  
Frohe Feste,  
Sei dein künftige Zauberwort.“  
Heil!“

Zum offiziellen Abschluß der Clausthaler Woche ergriff dann Gauamtsleiter Pg. Rickhey noch einmal das Wort und führte aus:

„Meine Kameraden! Berg- und Hüttenleute! Professoren, Dozenten und Studenten aus Clausthal!

Wir wollen unsere „Clausthaler Woche“ nunmehr beschließen. — Sie gestatten mir jedoch, daß ich mit einigen Worten darauf eingehe, was uns eigentlich veranlaßt hat, diese Clausthaler Woche „Berg- und Hüttenwesen“ abzuhalten. — Wir haben Sie eingeladen, nach Essen zu kommen, damit Sie zu diesem Industriegebiet eine persönliche und, als geschlossene Arbeitsgemeinschaft, engere Beziehung bekommen. — Von uns aus gesehen, damit wir vom Industriegebiet aus zur Bergakademie Clausthal wieder einen besonders engen Kontakt gewinnen konnten. — Das eigentliche Problem aber, das wir hier aufgreifen wollten, ohne darüber zu sprechen, ist das Problem des Nachwuchses. — Sie wissen, daß wir auf dem Marsch sind, unseren Raum durch Intensivierung des Vorhandenen zu erweitern, und daß darüber hinaus eine Lücke geschlossen werden muß, auf deren Beseitigung nicht verzichtet werden kann. — Sie haben die geschichtlichen Ereignisse in der Ostmark dankbaren Herzens miterlebt, und nun müssen wir auf dem Gebiet des Berg- und Hüttenwesens für die nötigen Männer sorgen! — Wir können sehr wohl einmal diesen oder jenen Arbeiter der Hand durch eine Maschine ersetzen, wir sind aber nicht in der Lage, einen Ingenieur von heute auf morgen durch irgendeine technische Maßnahme ersetzen zu können. — Vergessen wir nicht, daß dieses Problem des ingenieurmäßigen Nachwuchses nicht von heute auf morgen zu lösen ist, sondern daß es praktisch nur zu lösen ist, wenn wir auf lange Sicht planen. — Sie, meine Professoren, wissen ja selbst, wie betrüblich es ist, daß Sie alle Ihre Kraft und Ihre Person im vollen auf wenige Studierende verschwenden müssen, denn so müssen wir den derzeitigen Zustand in Clausthal ganz offen nennen. Solch einen Luxus werden wir uns in Zukunft so oder so nicht erlauben können. — Entweder wir finden die Mittel und die Wege, Ihnen die nötige Anzahl der Studierenden zuzuführen, oder aber solch ein Lehr-



institut hat letzten Endes seinen Sinn verloren. — Wir sind überzeugt, daß es sehr wohl möglich ist, diese Frage grundsätzlich zu lösen. — Es ist nicht so, daß nun im Augenblick, weil sich das Heer und alle möglichen Aufgaben auf die jungen Männer stürzen, damit auf Jahre hinaus die Lösung der Nachwuchsfrage für das Berg- und Hüttenwesen verhindert wäre. — Ich bin überzeugt, daß der Nachwuchs gesichert ist, wenn die Hochschule und die Industrie zusammenhalten, zusammenarbeiten und sich der kommenden Aufgaben bewußt sind. — Wir müssen unsere Arbeit auf Jahrzehnte abstellen, denn große technische Aufgaben auf unserem Gebiet sind noch zu lösen, bis wir unsere Freiheit errungen haben, und auf diese wollen und werden wir nicht verzichten. — Lassen Sie mich ein treffendes Soldatenwort der letzten Tage anführen: Das deutsche Heer ist ein Volkshoer! Die Offiziere bestimmen weitgehend den Wert des Heeres. Die Offiziere sind keine Frage einer bestimmten Schicht des Volkes, sondern sie sind und sollen sein die Auslese der soldatischen Begabung des ganzen Volkes!

Auf das Gebiet der Technik bezogen, darf ich darum sagen:

**Der Ingenieur soll die Auslese der technischen Begabung des ganzen Volkes sein!**

Da mag manchem der Weg, der beschritten wird, um Nachwuchs aus den mittleren Lehranstalten usw. zu erziehen, etwas fremd erscheinen. — Uns erscheint er richtig, solange er vom Ausleseprinzip aus gesehen richtig ist und bleibt.

Es ist eine unserer vordringlichen, unaufschiebbaren Pflichten, die technische Begabung aufzuspüren und sie mit allen Kräften zu entwickeln und zu fördern. — Es darf nicht sein, daß aus irgendwelchen äußerlichen Gründen eine technische Begabung den Weg nicht zur Vollausbildung findet. Wir können auf den Einsatz unserer höchsten völkischen Kraft nicht verzichten.

**Ich glaube, daß unser rheinisch-westfälisches Industriegebiet uns weit mehr als bisher die schöpferischen Kräfte zur Verfügung stellt, wenn wir für die Ausbildung Sorge tragen, und ich glaube, daß in dieser Hinsicht aus dieser Woche „Berg- und Hüttenwesen“ eine innige und enge Zusammenarbeit zwischen Praxis und Bergakademie auf Jahre und Jahrzehnte hinaus werden wird.**

Unsere höchste Freiheit soll es sein, diese Pflicht zu sehen und mit ganzer Kraft zu erfüllen.

Wir grüßen mit tiefster Dankbarkeit und in höchster Bereitschaft den Führer. — Adolf Hitler: Sieg-Heil! Sieg-Heil! Sieg-Heil!"

Die Leitung des sich anschließenden geselligen Teiles des Kameradschaftsabends hatte der Leiter des Gas-

wärme-Institutes, Prof. Dr.-Ing. habil. W a g e n e r, in bewährter Weise übernommen, der zu Beginn einige interessante Meldungen aus dem Bergbau bekanntgab:

### **Schwarz oder Braun!**

Nachdem die Braunkohlenförderung im letzten Jahr die der Steinkohle mengenmäßig bereits überflügelt hat, hat sich der westfälische Steinkohlenbergbau entschlossen, die Steinkohlenflöze vor dem Abbau mit brauner Farbe tränken zu lassen und ihre Förderziffern ebenfalls unter „Braunkohle“ zu veröffentlichen. Dies ist um so mehr zu begrüßen, als heute die Farbe „Braun“ sowieso beliebter ist als „Schwarz“. Die geringen Mehrkosten, die das Braunfärben verursacht, werden durch eine Herabsetzung der Wärmeeinheit ausgeglichen, indem 1 Kalorie von jetzt ab nicht mehr 1 sondern nur  $\frac{1}{2}$  kg Wasser um  $1^\circ$  erwärmen kann.

### **Schwarz-Weiß**

Die guten Erfahrungen mit der Bestrahlung der Kumpels in der Schwarz-Weiß-Kaue haben die Bergakademien Clausthal veranlaßt, eine gleiche Einrichtung für Examenskandidaten einzurichten, mit der die Prüflinge einer kurzzeitigen Bestrahlung unterworfen werden. Die Leistungen sind beachtlich gestiegen, und es wird eine Note oberhalb „Sehr gut“, mit dem Wert von etwa 0,2 geschaffen werden müssen. Allerdings ist bei alkoholgetränkten Studikern Vorsicht bei der Bestrahlung geboten; bei einigen älteren Semestern hat die Höhensonne zur Bildung von Stichflammen geführt.

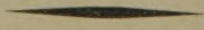
### **Unerwarteter Andrang zum Bergbaustudium**

Wie uns glaubwürdig versichert wird, hat ein Sextaner der Oberschule I in Essen geäußert, er würde vielleicht Bergmann werden. Sämtliche Hochschulen und Bergakademien treffen fieberhafte Vorbereitungen zur Aufnahme dieses für 1946 zu erwartenden Nachwuchses.

### **Stellungnahme des Werberates**

Um die Wettbewerbsverhältnisse zwischen Braun- und Steinkohle auf gleiche Basis zu bringen, wird dem Braunkohlenbergbau der Abbau im Tagebau untersagt und ausschließlich Tiefbau zugelassen werden. Bereits erschlossene Tagebaue müssen wieder zugeschüttet werden.

Der weitere Verlauf des Abends gab noch einmal allen Anwesenden Gelegenheit, den im Laufe der Woche begonnenen Gedankenaustausch in zwangloser und geselliger Form fortzusetzen, wie sich auch allenthalben alte und junge Clausthaler zu gemeinsamen weiteren frohen Stunden in den Räumen des Hauses der Technik bei geselligem Frohsinn und Tanz zusammenfanden. Erst in den späten . . . stunden fand diese angeregte Veranstaltung ihren Abschluß.





Wenn ich, einer von hier kommenden Anregung folgend, in meinem Vortrag versuchen will, Ihnen einen Ueberblick zu geben über die vielseitigen Beziehungen, die die Bergakademie Clausthal mit der einschlägigen Praxis heute wie zuvor verbindet, so bitte ich Sie, mir einige Minuten zu folgen auf einem kurzen Ausflug in die Vergangenheit, denn nur wenn wir den geschichtlichen Wurzeln einer Tradition nachgehen, werden wir ihren Sinn begreifen und verstehen, daß eine einmal gegebene Zweckbestimmung sozusagen als Erbgut auch in der Folge wirksam bleibt. Wir werden aber auch noch etwas anderes dabei erkennen, nämlich eine in mehr als einer Beziehung recht interessante Parallele zu den alles erfassenden gewaltigen Umwälzungen unserer heutigen Zeit. Nur das Tempo war damals etwas langsamer, und die geistige Strömung hatte nicht die Kraft, den ganzen Wust weltanschaulichen, politischen und wirtschaftlichen Gestrüpps hinwegzuspülen.

Die Gründung der Bergakademie Clausthal mit ihren bescheidenen Anfängen im Jahre 1775 fiel in die Blütezeit der Aufklärung, des Absolutismus und des Merkantilismus. Die Tat Luthers und der anderen Reformatoren hatte in die Mauern kirchlicher Dogmatik eine Bresche gelegt, ein Theophrastus Paracelsus hatte noch vergeblich angekämpft gegen das mystische Halbdunkel mittelalterlicher Naturbetrachtung, in das Kopernikus mit der Aufstellung des heliozentrischen Systems die erste Fackel warf. Während dann in Deutschland nach diesen hoffnungsvollen Anzeichen eines Geistesfrühlings alles geistige Leben in Blut und Elend der Gegenreformation und des Dreißigjährigen Krieges versank, setzten führende Geister wie Bacon, Galilei, Descartes, Newton und viele andere in den vom Krieg verschont gebliebenen westlichen Nachbarländern den Kampf um die Befreiung von der theologischen Bevormundung fort und legten die Grundlagen der modernen Naturwissenschaft. Diese begann, sich aus der philosophisch-deduktiven Betrachtungsweise — selbst Newton gibt seinem Hauptwerk noch den Titel „Philosophia naturalis“ —, aus der Alchemie und Astrologie und den sonstigen magischen Künsten herauszuheben durch das Mittel des Experimentes, der durch bewußte Wiederholung ermöglichten kritischen Beobachtung. Freilich, mit diesem neuen Geist, der mit einer neuen Weltanschauung in die Wissenschaft einzog, mußten die nach Form und innerer Dynamik im frühen Mittelalter wurzelnden Universitäten in Zwiespalt kommen. Grundsätzlich haben die Universitäten damals ebenso wenig verstanden, Hort und Pflegestätte dieser revolutionären wissenschaftlichen Bewegung zu sein, wie sie es im neunzehnten Jahrhundert nicht fertigbrachten, die Idee der Universitas literarum auf das nun schon so vordrängende und — wie wir heute erkennen — einer übergeordneten geistigen Ausrichtung bedürftige Gebiet der Technik auszudehnen. Ein Leibniz versagte sich deswegen den Universitäten, von denen nur Helmstedt, Halle und Jena, allerdings immer noch unter der Vorherrschaft der Theologie, der Naturwissenschaft einen Lehrstuhl gaben. Erst die 1734 gegründete Universität Göttingen räumte mit der mittelalterlichen Form der Universität auf und schuf die erste mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät, frei von kirchlichem Auftrag und theologischer Kontrolle. Im wesentlichen lag aber damals die Förderung der freien Geister und der Künste und Wissenschaften bei den aufgeklärten Fürsten.

Es war ja das Zeitalter des Absolutismus, wir würden heute — mit sinnvoller Einschränkung — sagen: Die

fortschrittlichsten Staaten waren damals die autoritär regierten. Die dieser Regierungsform zugehörige Wirtschaftsform war der Merkantilismus, der aus dem Streben der Fürsten nach Macht und Unabhängigkeit dieselben Ziele verfolgte, die unserer Volksgemeinschaft heute im Kampf um die Sicherung und Erhaltung ihrer Existenz als zwingende Notwendigkeit bewußt geworden sind und im Vierjahresplan ihre Formulierung gefunden haben. Auch damals wollte man sich vom Ausland möglichst unabhängig machen und vor allem die Schätze des Erdreiches, die für den Krieg wie für den Frieden gleich wichtig waren, im eigenen Lande gewinnen. Daher stand an erster Stelle der staatlichen Wirtschaftsinitiative und Förderung der Bergbau. Er vor allen mußte nun den Landesherren die Mittel beschaffen für den Aufbau vieler neuer Gewerbebezüge und konnte doch nicht den Bedarf decken. Seit tausend Jahren hatte der deutsche Boden bereits seine Schätze hergegeben. Man mußte nun in größere Teufen gehen und nach besseren und leistungsfähigeren Methoden suchen, die, genau wie heute, auch damals nur aus einem stärkeren Einsatz der Naturwissenschaften und technischen Fortschritte zu erwarten waren. Der merkantile Aufschwung, die Erschließung der Kolonialländer, die Wertsteigerung der mineralischen Rohstoffe veranlaßten auch andere Länder, einen eigenen Bergbau zu entwickeln. Mit großen Versprechungen lockte man tüchtige Berg- und Hüttenleute gerade aus den Bergbaubezirken des Harzes weg, so nach Schweden, Schottland und Nordamerika, und trotz aller Abwehrmaßnahmen war ein Mangel an ausreichend vorgebildeten Fachleuten festzustellen, während diese Auswanderer die Grundlagen schufen für eine später sehr schmerzlich fühlbare Konkurrenz der deutschen Volkswirtschaft. Dabei sollte und mußte mehr gefördert und mehr verhütet werden. Dasselbe Problem, damals wie heute, und auch damals wie heute erkannten die Verantwortlichen und Einsichtigen, daß eine verstärkte und verbesserte Ausbildung und Vorbildung der Menschen, vor allem der leitenden Beamten in Bergbau und Hüttenwesen, für ihren Beruf notwendig sei.

Bis dahin hatten die leitenden Bergbeamten ihre Ausbildung auf den Universitäten erfahren. Aber Theologie und Jura, Philosophie und Medizin konnten ihnen keine Auskunft geben, warum man im Gneis keine Kohle findet, wie man den Gebirgsdrücken und Wassereinbrüchen begegnen könne, warum der Weißnickelkies, der so silberschwer aussieht, beim Verhütten wohl giftigen, stinkenden Rauch, aber kein Silber liefert, und woher es kommt und wie man es ändern könne, daß das Kupfer, das man aus einem scheinbar so gutartigen Erz erschmolz, beim Ausschmieden zerbrach. Sie mußten sich ihre technischen Kenntnisse in der Praxis selbst aneignen und empfinden die Unzulänglichkeit ihres Wissens gerade nun, wo die Schwierigkeiten anwuchsen und die junge Wissenschaft der Chemie und Mineralogie die bisherigen Anschauungen über den Haufen warf. Der Berghauptmann v. Dittfurt stellte dem Rate der Stadt Clausthal im Jahre 1689 vor, daß der Rektor des Clausthaler Lyzeums ein guter Mathematiker sein müsse wegen der auf Bergbau angewiesenen Stadt. Im Oberharz lag damals der Schwerpunkt des deutschen Erzbergbaues und des deutschen Hüttenwesens, vornehmlich auch deshalb, weil hier bereits die Zusammenfassung der vielen kleinen Unternehmungen zu leistungsfähigeren Gemeinschaften unter fürstlicher Verwaltung und Förderung durchgeführt und in den welfischen Landen der Friede früher als im übrigen Deutschen Reich eingekehrt war. Die wirtschaftliche und kulturelle Be-

\*) Abb. des Verfassers



deutung des Oberharzes bis weit ins neunzehnte Jahrhundert geht allein schon aus einem Vergleich der Einwohnerzahlen hervor: Essen im Jahre 1792 3600 Einwohner, Clausthal mit seiner Schwesterstadt Zellerfeld ebenfalls im Jahre 1792 11 400 Einwohner, also dreimal soviel wie Essen und nur wenig weniger als die damalige Haupt- und Residenzstadt Hannover.

Der Theologe und berühmte Schriftsteller Henning Calvör (1686—1769), der von 1713 bis 1729 das bereits auf diese Sonderaufgabe ausgerichtete Clausthaler Gymnasium leitete, forderte in seinem Hauptwerk „Historisch-chronologische Nachricht und theoretische und praktische Beschreibung des Maschinenwesens und der Hülfsmittel bey dem Bergbau auf dem Oberharz“, daß eine „besondere mathematische Schule aufgerichtet“ werden müsse, „darin die fähigsten und aufgewecktesten Köpfe von denen, die Berg- und Zimmerleute werden wollen (also eine Berg- und Bauakademie), in der Jugend einige Stunden in der Woche, die sie von ihrer schon angetretenen Arbeit abbrechen können, in den Gründen der Geometrie, Trigonometrie, Statik und Mechanik, auch der Aerostatik, Hydrostatik und Hydraulik als Wissenschaften, da die Physik und Gesetze der Natur von der Mathesi appliciert werden, bei welchen allen die Arithmetik zum voraus gesetzt wird, unterrichtet würden“. Zu jener Zeit war von Heinitz, der später 1763 als Generalbergkommissär nach Dresden gerufen wurde und 1766 die Gründung der Bergakademie in Freiberg durchsetzte, Vizeberghauptmann in Zellerfeld. Er veranlaßte den in Jena neben Jura philosophisch-mathematische Wissenschaften und Naturlehre betreibenden Fr. Wilh. H. v. Trebra (1740—1819), als erster Bergstudent an die neugegründete Bergakademie in Freiberg zu gehen, und schickte ihn, als er Bergmeister in Marienberg im Erzgebirge geworden war, 1771 zum Studium des Oberharzer Bergbaues nach Clausthal, wo kurz vorher der Vetter und Schwager von v. Heinitz, Cl. Fr. v. Reden, Berghauptmann geworden war. Und v. Reden ist nun der eifrigste Förderer der Calvörschen und v.-Heinitzschen Gedanken einer besonderen Ausbildungsstätte für Berg- und Hüttenleute auf dem Oberharz, der dann 1775 durch die Einrichtung der bergtechnischen Unterrichtskurse an dem wegen seiner betont mathematisch-naturwissenschaftlichen Ausrichtung damals in hohem Ansehen stehenden Clausthaler Gymnasiums eine, wenn auch zunächst bescheidene Verwirklichung fand. Wir sehen, daß somit die Bergakademie sowohl in Freiberg als auch in Clausthal ihre Entstehung als erste technische Hochschulen der Welt den Bedürfnissen verdanken, die aus der Praxis heraus in einer Zeit besonders lebhafter technischer Entwicklung und naturwissenschaftlichen Erkenntnisstrebens immer dringender fühlbar geworden waren, und daß es dieselben Männer waren, die diesem Bedürfnis in den beiden Bergbauzentren in Sachsen und im Harz durch Gründung neuartiger Ausbildungsstätten Rechnung trugen.

Nach dem Reglement für den bergtechnischen Unterrichtskursus war vorgesehen, daß im ersten Quartal Geographie bzw. Geologie, im zweiten Quartal Geschichte mit Einschluß des „Ab- und Zunehmens des Bergbaues nebst den wahrscheinlichen Ursachen“, d. h. also eine Art Bergbaukunde bzw. Bergwirtschaftslehre vorgetragen werden sollte, im dritten Quartal die Grundsätze der Mechanik, Vorteile und Hindernisse der Maschinen mit Erläuterungen durch Besichtigung der vorhandenen in Grube und Hütte, d. h. also Mechanik, Bergwerks- und Hüttenmaschinenkunde unter besonderer Betonung von Lehrausflügen. Das vierte Quartal blieb der „Chemischen Mineralogie“ vorbehalten; diese sollte so betrieben werden, „daß nicht nur die verschiedenen Salze, Bergarten und Mineralien in natura vorgewiesen und ihre Kennzeichen und Bestandteile

erklärt, sondern auch ihre größeren und geringeren Verwandtschaften gezeigt werden, wodurch der verschiedene Erfolg bei der Auflösung, Scheidung und Feuerarbeit begreiflich werden kann“. D. h. also eine Lehre der Mineralogie unter Einschluß der Chemie und der Hüttenkunde. Da das Clausthaler Lyzeum selbst im Hinblick auf die Bedürfnisse des Harzer Bergbaues sehr stark den Unterricht in Mathematik, Mechanik, Hydrostatik, Aerometrie, Hydraulik usw. pflegte, damit die Schüler lernten, „mit Meßkette, -stäben, Mensul, Astolabium und Bussole“ umzugehen, so sieht man, daß damals der Aufbau des Unterrichts für die Ausbildung der Berg- und Hüttenleute im Prinzip genau der gleiche war, wie wir ihn heute noch aus den praktischen Bedürfnissen heraus für richtig halten, und nur der selbstverständlichen wissenschaftlichen und technischen Entwicklung entsprechend stärker klassifizieren und spezialisieren. Vor allem bemerkenswert ist aber, daß zu einer Zeit, als im Bergbau noch ein großer Hexenkrieg tobte und sogar noch 1782 in Glarus eine Hexe verbrannt wurde, als noch 1760 die medizinische Fakultät der Universität Ingolstadt experimentelle Vorträge über „Chemie“ für die Studenten als höchst überflüssig erklärte, weil die „arcana“ mit Einschluß des Goldmachens auf „eitel Prahlerei“ hinausliefen, von den aufgeklärten Männern des Bergbaues auf dem Oberharz erkannt wurde, daß diese neue Wissenschaft eine wichtige Hilfe für das Berg- und Hüttenwesen sei und den Bergstudenten vermittelt werden mußte.

Daß an einer Bergakademie die Lehrstühle für Bergbau, Markscheidkunde und Hüttenwesen in engster Fühlung mit der Praxis stehen, stets von hier aus die Anregungen zu forschender Arbeit empfangen und die Ausbildung der Studierenden durch die Erfahrung in der Praxis stets überprüfen und neu ausrichten, erscheint so selbstverständlich, daß es eines besonderen Hinweises nicht bedarf. Die Vertreter dieser Wissenschaften kamen ja durchweg aus der Praxis, wußten aus eigener Erfahrung, wo den Männern draußen in der Arbeitsfront der Schuh drückt, wo es also gilt, forschend weiter vorzudringen und dem technischen Fortschritt behilflich zu sein. Sie verloren auch nie die Fühlung mit der Praxis, weil nicht nur personelle Beziehungen und die Tätigkeit in den verschiedenen Arbeitsausschüssen der technisch-wissenschaftlichen Fachvereine sie mit den Sorgen und Mühen, mit den Wünschen und Plänen ihrer im Betrieb stehenden Fachgenossen in Verbindung hielt, sondern weil sie auch in regelmäßigen Belehrungsreisen mit ihren Studierenden immer wieder in die Betriebe hineingingen und Anteil nahmen am Leben und Streben der Praxis. Weniger selbstverständlich erscheint diese enge Verbindung von Hochschule und Praxis bei den Grundwissenschaften oder den Hilfswissenschaften des Berg- und Hüttenmannes. Und es ist hier wohl der Ort, mit einigen Worten diese besondere Note hervorzuheben.

Aus der Praxis heraus übernahmen die Bergakademien die metallurgische Probierekunst, die älteste Methode quantitativer Untersuchung metallhaltiger, insbesondere edelmetallhaltiger Stoffe. Und die Bergakademien waren dann in der Folge die Pflege- und Entwicklungsstätten der analytischen Chemie.

Die Metallurgie ist nicht nur in der Frühzeit, sondern auch im Zeitalter der Alchemie und dann in dem ersten Jahrhundert der modernen Naturwissenschaften Ausgang und Anlaß für die in ihren Auswirkungen für die Menschheit und vor allem für unser Vaterland so unerhört bedeutungsvollen Wissenschaft und Technik geworden, die wir mit dem Begriff Chemie heute verbinden. Der erste Forscher, der 1792 in seinen „Anfangsgründen der Stöchiometrie oder Meßkunst chemischer Elemente“ die Gewichtsverhältnisse festzustellen versuchte, unter denen die Elemente und ihre Verbindungen



dungen miteinander in Reaktion treten, war der Bergprobierer, also der Hüttenmann Jeremias Benjamin Richter in Schlesien, und in Clausthal stand der erste Lehrer für chemische Mineralogie, der öffentlich metallurgische und chemische Vorlesungen hielt, der Ratsapotheker Johann Christoph Jls emann (1727—1822) in seiner Eigenschaft als Bergkommissär in engster Föhlung mit dem Berg- und Hüttenwesen, was 1800 dem Berghauptmann von Meding bei der Suche nach einem Nachfolger zu der allgemeinen Betrachtung Anlaß gab:

„Es kann . . . von sehr guten importanten Folgen für den Gang von Hüttenarbeiten und deren Verbesserung sein, wenn ein in der zunehmenden Kultur der Wissenschaft mit fortgehender guter Chemiker sie in der Nähe beachtet; die Wissenschaft und die Technik kann im gleichen Maße dabei gewinnen . . . Außerdem ist es mir aber auch sehr wünschenswert, bei dem eintretenden hohen Alter des Bergkommissärs Jls emann nachgerade wieder zu einem Subjekt zu kommen, durch welches das äußerst nützliche, ja ganz unentbehrliche Institut für die Unterweisung junger Berg- und Hüttenoffizianten (Bergschule) nach seinem Ableben fortzusetzen sei.“

Die Generation unserer Tage hat kaum noch ein Verständnis dafür, was die analytische Leistung zu einer Zeit bedeutet hat, als Bergbau und Hüttenwesen von der Empirie lebten, weil sie heute nur die breite, feste Brücke sieht, die theoretische Wissenschaft mit der Technik verbindet, und nicht den Abgrund, der früher dazwischenlag. Alle hüttenmännische Fabrikation bedeutet die Lebensgeschichte gewisser Erze und Rohstoffe, die unter Umständen ohne viel Verständnis durch glücklich getroffene Bedingungen zu gutem Ende geführt werden kann. Das war der natürliche und vernünftige Anfangsstandpunkt. Eine quantitative Beherrschung der Vorgänge aber, die zu einer sicheren, steten Wiederholung und zur Überwindung überraschender Schwierigkeiten beim Wechsel der Rohstoffe und der Arbeitsrichtung führt, erwächst nur aus vollkommenem Eindringen in den chemischen Mechanismus. Das Werkzeug für solches Eindringen aber ist die analytische Methodik.

Dies war die Einsicht, aus der die frühe, fätige Pflege der analytischen Chemie in Clausthal emporwuchs, der sie als einer bodenständigen Aufgabe durch alle Zeiten treu geblieben ist. Und als die physikalische Chemie als eine neue große Hoffnung am Horizont erschien, hat die Clausthaler Chemie sie im frischen Anlauf aufgenommen und der analytischen Chemie dienstbar gemacht, früher als alle Hochschulen des Reiches.

In jüngster Zeit fand die „Kunst der Analyse“ im stillen Dienst des Vierjahresplanes wieder erhöhten Einsatz zur Lösung brennender Gegenwartsfragen: Neue Methoden zur Bestimmung von Leichtmetallen mußten gefunden, Edelmetalle in Kalisalzlagern fätten und Kohlen, Helium in Erdgasen aufgesucht und bestimmt werden; wertvoll war die Entwicklung einer quantitativen Raman-spektrographischen Methode zur Analyse von Treibstoffen.

Die Chemie in Clausthal erzog die ersten analytischen Helfer; sie brachte die Studenten an den Experimentiertisch zu einer Zeit, als in Preußen noch lange kein einziges Unterrichtslaboratorium war. Treffliche Anleitungen und Lehrbücher sind von hier ausgegangen; in den „Logarithmischen Rechentafeln“ von F. W. Küster hat diese verdienstvolle Arbeit den bekanntesten Ausdruck gefunden.

Das Vertrauen in die Clausthaler Chemie drückt sich in namhaften Stiftungen unserer Industrien aus. Vom

Wintershall-Konzern wird seit 1935 am Chemischen Institut ein wohldotiertes Kalilaboratorium unterhalten, dessen Obliegenheiten — neben dem speziellen Unterricht in Kalichemie — vornehmlich in der Bewältigung feinerer wissenschaftlicher Aufgaben und der Lösung gewisser technischer Probleme besteht. Als ein Arbeitsziel nenne ich hier die Umlegung des Löselaugeprozesses auf flüssiges Ammoniak.

Unsere Bergakademie war stets bestrebt und ist es heute erst recht, jenen Zweigen, die sich am alten Stamme neu zu entwickeln beginnen, die ihnen gebührende Pflege zur wirksamen Entfaltung angedeihen zu lassen. Denn die Weiterentwicklung unserer Fachgebiete strebt gleichermaßen in die Breite wie in die Tiefe. Beide Forderungen miteinander zu vereinbaren und gegeneinander abzugleichen ist eine Aufgabe, die entsprechende Erfahrung, gepaart mit einem umfassenden Blickfeld, voraussetzt. Neuere Richtungen, die in Beziehung zu den mehr oder weniger eng gefaßten Fachgebieten stehen, strahlen zumeist in höchst befruchtender Weise auch auf das längst Bestehende zurück und erfüllen es mit neuem Leben.

An dieser Erkenntnis und den daraus zu ziehenden Folgerungen hat es Clausthal von jeher nie fehlen lassen, und wenn, wie es nur zu oft der Fall ist, die finanzielle Basis dazu nicht ausreichte, dann hat unsere Hochschule in der einschlägigen Industrie auch stets ein williges Ohr gefunden, weil diese, ganz unabhängig und von sich aus, derartige Notwendigkeiten in weiser Voraussicht rechtzeitig erkannt hat.

So hat sich im Verlaufe eines längeren Zeitraumes die Pflege der chemisch-physikalischen Seite der Kohle und Mineralöle, im weiteren Sinne verstanden, zu einem beachtlichen Teilfaktor in Lehre und Forschung an der Bergakademie dank der laufenden Unterstützungen durch die Braunkohlenindustrie entwickelt. Brennstofftechnische Fragen der verschiedensten Art greifen ja bekanntlich gerade beim Berg- und Hüttenwesen zumeist tief ein, ob es nun Fragen sind, die mit der Gewinnung und Aufarbeitung der natürlichen bituminösen Stoffe oder mehr mit der eigentlichen Verwertung und Umwandlung im Zusammenhang stehen.

In dieser Hinsicht haben unsere kohlepetrographischen und parallel damit betriebenen kohlechemischen Forschungen an der Bergakademie, die bereits vor etwa einem Jahrzehnt aufgenommen worden sind, zum Teil wichtige Grundlagen geliefert. Denn die mikroskopische Beobachtung von Kohlen-schliffen aller Art, ferner von Brikkettschliffen usw. im Dunkelfeld, die heute so gebräuchlich geworden ist, daß jedes Kohlenmikroskop mit den entsprechenden zusätzlichen Einrichtungen ausgestattet wird, ist ein Kind unserer Hochschule. Und dasselbe gilt auch für die schnelle und exakte mengenmäßige Bestimmung der Gefügebstandteile, speziell von Steinkohlen, die erstmals bei uns mit Hilfe des Integrationsstiches durchgeführt worden ist. Daß diese Methode gerade für das hiesige Revier hinsichtlich Flözkennzeichnung, Kohlenaufbereitung und Kohlenveredlung inzwischen recht bedeutungsvoll geworden ist, braucht kaum besonders betont zu werden. Bei Beachtung und zweckmäßiger Wahl der petrographischen Zusammensetzung in Verbindung mit den chemischen Kennziffern der Kohlen lassen sich z. B. für die Verkokung sowie die Verschmelzung die jeweils günstigsten Verhältnisse ermitteln, sei es hinsichtlich Backfähigkeit, Treibdruck, Stückigkeit und Festigkeit des Koks, Verbrennlichkeit usw.

Zu diesen Fragen gesellen sich zum Teil recht ähnliche Probleme auf dem Gebiete der Braunkohle, worüber an einem der nächsten Vortragsabende ohne-



hin berichtet werden wird. Ebenso glauben wir, daß ein weitgehendes Interesse der Praxis für das an unserer Hochschule bearbeitete Problem der Selbstoxydation von Brennstoffen aller Art vorliegt. Wir haben deshalb die bisherigen wissenschaftlichen Ergebnisse auf dem Teilgebiet der Kraftstoffe ebenfalls zum Gegenstand eines Vortrages gewählt.

Im Gegensatz zu den Möglichkeiten des wissenschaftlichen experimentellen Arbeitens, die z. B. den chemischen und metallurgischen Instituten der Bergakademie schon frühzeitig durch Raum und Mittel gegeben waren, begann die Entwicklung der zur experimentellen Forschung notwendigen Gegebenheiten im Physikalischen Institut erst wenige Jahre vor dem Kriege.

Erst mit der allmählichen Erhöhung des Lehrmittelfonds, die im Jahre 1911 langsam einsetzte, und mit den baulichen Erweiterungen und Verbesserungen, die das Physikalische Institut nach dem Kriege im Zuge der Neubauten der Akademie erfuhr, konnte auch im Physikalischen Institut die experimentelle Forschungsarbeit anlaufen, die freilich noch längere Zeit durch die Beschränktheit der Mittel und die Enge des Raumes stark beeinträchtigt und mindestens beeinflusst wurde. Immerhin begann nun mit (den Mitteln entsprechend) wachsender Bewegungsfreiheit die Betätigung auf einigen Gebieten, insbesondere solchen, die den berg- und hüttenmännischen Interessen nahelagen.

1. Metallphysik. Die Beschaffung größerer Röntgenanlagen ermöglichte Materialprüfungen sowie Strukturuntersuchungen von Metallen und Legierungen, die als Ergänzung der begonnenen Metallforschung magnetischer und elektrischer Art notwendig erschienen und zusammen mit diesen Arbeiten über die magnetischen und elektrischen Eigenschaften zur Klärung mancher wichtigen Frage führen konnten. Wir werden an einem der nächsten Abende einen Vortrag aus diesem Gebiet hören.

2. Physikalische Probleme des Bergbaues. Daneben galt es Probleme anzugreifen, zu denen die Erz- und Kohlenaufbereitung und der Bergbau selbst die Anregung gab. Es handelte sich um Fragen des Schwimmverfahrens, des Setzprozesses, der magnetischen Aufbereitung, der Gebirgsschläge und der Radioaktivität der Gesteine und Wässer.

3. Geophysik. Als drittes großes Gebiet der experimentellen Physik, das zu bearbeiten dem Physikalischen Institut an der Bergakademie besonders am Herzen liegen mußte, wurde die geophysikalische Forschung in das Arbeitsprogramm aufgenommen. Methodische und praktische Aufgaben traten auf diesem Gebiet in großer Zahl hervor, und ihre Bearbeitung konnte, z. T. auch in Verbindung mit Instituten anderer Hochschulen und mit Reichsstellen, mit Erfolg durchgeführt werden. Entsprechend der Bedeutung und dem Umfang dieses Gebietes bewilligte der Staat 1927 einen besonderen Lehrauftrag für Geophysik, der nach einiger Zeit zu einer Dozentur für Geophysik als eine Abteilung des Physikalischen Instituts ausgebaut wurde. Die Bedeutung der Geophysik für den Bergbau wird in einem Sondervortrag im Rahmen dieser Tagung gewürdigt werden.

Aus dem Institut für Mathematik und Mechanik sind Forschungsarbeiten hervorgegangen, die sich mit Problemen der Praxis im Bergbau und Hüttenwesen befassen, so über Seilspannungen bei Förderseilen oder über die Theorie der Setzmaschinen, über die Ermittlung des Kippmomentes einer Gießpfanne bzw. des Konverters, worin wertvolle und auch praktisch ausgenutzte Anregungen für die Konstruktion der Konverter gegeben wurden. Eine andere praktische

Frage führt zu einer Arbeit „über die Bestimmung von Oberflächen dichter und poriger Körper“. Hier ist zum erstenmal ein Weg gezeigt worden, um Inhalte krummer Flächen durch Projektionen zu finden, die man nicht durch gewöhnliche Integrationsverfahren ermitteln kann. Bei der Bestimmung von Oberflächen poriger Körper handelt es sich um ein Verfahren, das in verblüffend einfacher Form zur Lösung einer Frage führt, die auf den ersten Blick ganz unangreifbar erscheint. Die Mineralogie spielt in den Unterrichtsdisziplinen der Bergakademie vom Anbeginn ihrer Entwicklung eine beachtliche Rolle. Dies ist begreiflich, denn sie gehört mit ihrer Schwesterwissenschaft, der Geologie, die ursprünglich bis zum Jahre 1908 an der Bergakademie vom gleichen Dozenten vertreten wurde, zu denjenigen Grundwissenschaften, welche der Berg- und Hüttenmann sowie der Markscheider als wichtiges Rüstzeug benötigt. Im Vergleich zu anderen Hochschulen tragen jedoch Forschung und Lehre auf dem Gebiete der verschiedenen mineralogischen Wissenschaften, so wie sie an der Bergakademie getrieben und gepflegt werden, von Anfang an eine eigene Note. Sie stehen ständig in enger Fühlungnahme mit dem Berg- und Hüttenwesen, sind zeitnah, raumbunden und auf die Praxis gestellt, ohne jedoch die Verbindung mit der reinen Forschung zu verlieren. Ein Blick auf das Verzeichnis der von der Bergakademie Clausthal ausgehenden Veröffentlichungen mineralogisch-lagerstättenkundlichen Inhaltes zeigt dies zur Genüge.

Neben der Bearbeitung rein wissenschaftlicher Fragen auf den verschiedensten Gebieten der Mineralogie und Lagerstättenkunde und der Behandlung aus der nächsten Umgebung auftretender Probleme liegt der Schwerpunkt der Forschung in der praktischen mineralogisch-lagerstättenkundlichen Richtung, die ja überhaupt eigentlich erst von den Bergakademien entwickelt und entscheidend vorgetragen worden ist, während sie an den Universitäten viel weniger oder nur vereinzelt gepflegt, zum Teil sogar vollkommen vernachlässigt, zuweilen auch wohl belächelt wurde. Heute allerdings, wo die Ergebnisse mineralogisch-lagerstättenkundlicher Untersuchungen tagtäglich ihren Nutzen bei der Erschließung unserer heimischen Rohstoffe im Zuge des Vierjahresplanes beweisen, steht dieser Wissenszweig mehr denn je in Ehren und findet nun auch außerhalb der Bergakademien eine Pflegestätte. Einst aber bedeutete es einen großen Schritt vorwärts in der Forschung, als nach Erscheinen der ersten durch v. Cotta 1859 in Freiberg veröffentlichten Lagerstättenlehre A. v. Groddeck 1879 in seiner „Lehre von den Lagerstätten der Erze“ als erster das heute dominierende genetische Einteilungsprinzip durchführte. Und als Bergeat es unternahm, unter Zugrundelegung der von Alfred Wilhelm Stelzner (Freiberg) hinterlassenen Vorlesungsmanuskrifte und Aufzeichnungen das erste umfassende deutsche Werk über die Erzlagerstätten in den Jahren 1904 bis 1906 herauszugeben, war dies eine Tat von hervorragender Bedeutung. In gleicher Weise haben die von Zimmermann, Roemer, Groddeck, Klockman, Bergeat, Bruhns, Baumgärtel, Ramdohr, Drescher-Kaden und ihren Schülern durchgeführten zahlreichen Einzelarbeiten über Lagerstätten und Lagerstättenprobleme wesentlich zur Förderung der Lagerstättenkunde beigetragen und sie auf den Stand bringen helfen, den sie als wichtige Beraterin des Bergmanns bei Auffindung, Erschließung und Verfolgung von Erzlagerstätten einnehmen muß.

In einem Sondervortrag im Rahmen dieser Woche werden wir noch hören, wie das Institut für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenkunde in ausgedehntem



Umfang eingesetzt ist bei der Erforschung des deutschen Bodens im Rahmen des Vierjahresplanes und wie nützlich die Mitarbeit an diesen Aufgaben für die fortgeschritteneren Studierenden ist, wenn sie hierbei die Archive der Oberbergämter, die Akten der Bergreviere und Grundbuchämter durchforschen, im Gelände Schürfarbeiten anlegen, Bohrungen ansetzen und überwachen und die gesammelten Proben auswerten müssen.

Die älteste unserer praktischen Künste und Wissenschaften ist zweifellos die Feldmesskunst, denn jedes Volk, das sesshaft wurde, bedurfte für die Aufteilung des Grund und Bodens einer primitiven Feldmesskunst. Aus ihr entwickelte sich die Geometrie und Geodäsie und auf den Bergbau bezogen dann die Markscheidekunst. Und zweifellos sind die ersten Beamten, die von der staatlichen oder fürstlichen Herrschaft für die Ordnung und Regelung des Bergwesens eingesetzt wurden, Männer gewesen, die mit der Kunst vertraut waren, die Felder und Bergwerke abzugrenzen, zu vermessen. Wir sahen ja bereits oben, daß man diese Kunst bereits lange vor Errichtung spezieller Ausbildungsstätten für Berg- und Hüttenleute auf den oberen Klassen der Gymnasien lehrte, sofern diese in Gegenden lagen, wo der Bergbau Bedeutung hatte. Und so wie die Markscheidekunst eine rein praktische Wissenschaft war, so wurde besonders auch in der ersten Zeit der Unterricht in der Markscheidekunst durch Markscheider erteilt, die im Oberharzer Bergbau praktisch tätig waren. Und der berühmteste von ihnen war zweifellos der Markscheider Bergrat Eduard Borchers, der die markscheiderische Leitung bei dem Bau des 25 km langen Ernst-August-Stollens hatte und der in enger Fühlung mit dem Göttinger Mathematiker und Physiker Gauß 1842 ein magnetisches Observatorium in Clausthal sowohl über Tage als auch unter Tage eingerichtet hat und mit dessen Hilfe erstmalig den Nachweis erbrachte, daß die Deklinationsschwankungen in größerer Tiefe mit den übermäßig beobachteten vollkommen parallel laufen. Auch die von ihm und seinen Nachfolgern herausgegebenen Lehr- und Übungsbücher sind von der Praxis gern benutzt worden. Neue Instrumente und Zeichengeräte für die markscheiderischen Vermessungen und für die raumbildlichen Darstellungen, wie z. B. von Borchers und Fox, sind von Clausthal aus in die Praxis gegangen. Und die Nachfolger wahren diese traditionelle Beziehung mit dem ausübenden Beruf, die in stetem Wechsel von Geben und Nehmen den größten Nutzen für die Gesamtheit bringt.

Die Bergbaukunde freilich hat als solche erst verhältnismäßig spät einen eigenen Lehrstuhl an den Bergakademien erhalten, und es ist sehr interessant, hier einer der sonstigen Gepflogenheiten der Aufspaltung völlig entgegengesetzten Maßnahme einer zusammenfassenden Betrachtung zu begegnen. Und sie ist dann eine für die Bergakademien bzw. für die Fakultäten für Bergbau und Hüttenwesen an den technischen Hochschulen eigentümliche Lehrkanzel ebenso wie die Hüttenkunde.

Die berühmtesten Lehrer und Forscher der Clausthaler Bergakademie, wie Dr. Christian Zimmermann, Albrecht v. Groddeck, Friedrich Adolf Römer, haben neben ihrem eigentlichen Fachgebiet, wie Physik, Mineralogie und Lagerstättenkunde bzw. Geognosie, die Bergbaukunde betrieben, bis im Jahre 1880 ein selbständiger Lehrstuhl für das Gebiet der Bergbaukunde und Aufbereitung unter Geheimrat Dr. Köhler geschaffen wurde. Köhler gab 1884 ein Lehrbuch der Bergbaukunde heraus, das als eins der ersten neuzeitlichen Werke auf diesem Gebiet schnell hintereinander sechs Auflagen erlebt hat. Seitdem und

besonders gefördert durch den im Weltkrieg gefallenen Professor Jungst und die derzeitigen Vertreter der Bergbaukunde, ist die Lehrtätigkeit von der früheren Form der rein beschreibenden Darstellung des Standes der bergbaulichen Technik immer stärker ausgebaut worden in der Richtung auf eine selbstschöpferische Auseinandersetzung mit den Problemen des Bergbaues, über die anschließend Kollege Gr. berichten wird, durch die Studierenden besonders in den Übungen, Seminaren und vor allem durch die Meldarbeiten und Diplomarbeiten.

Bis zum Kriegsausbruch wurde die Aufbereitungskunde an der Bergakademie Clausthal wie übrigens auch an den übrigen Berghochschulen verhältnismäßig kurz und stiefmütterlich behandelt, indem nur Vorlesungen stattfanden, ohne daß eine Unterweisung der Studierenden in der praktischen Handhabung von Maschinen und ihrer Wirkungsweise erfolgen konnte, da ein geeignetes Laboratorium fehlte. Um so größer ist das Verdienst des Professors für Bergbau und Aufbau und Aufbereitung an der Bergakademie Clausthal, Jungst, zu werten, der 1913 zusammen mit Oberbergrat Schennen von den Oberharzer Werken ein Lehrbuch der Erz- und Steinkohlenaufbereitung herausbrachte, welches bis zu seiner 1930 erschienenen umgearbeiteten 2. Auflage das Buch auf dem Gebiet der Aufbereitung war.

Nach dem Kriege haben sich dann auch auf dem Gebiet der Aufbereitung die Erkenntnisse der Notwendigkeit eines durch praktische Übungen unterstützten und erweiterten Unterrichts durchgesetzt. Dementsprechend wurde zunächst ein kleines und 1934 ein größeres Laboratorium errichtet, in welchem neben der Abhaltung von Übungen für die Studierenden auch eine Reihe von Forschungsarbeiten durchgeführt worden sind. Besonders erwähnt seien die Arbeiten des Dozenten Dr.-Ing. Götte über die Schwimmaufbereitung des deutschen Kupferschiefers, welche den Nachweis für die Möglichkeit einer Anreicherung der Kupfergehalte in bituminösen Kupferschiefen erbrachten.

Des weiteren wurden wertvolle Untersuchungen über die Aufbereitungsmöglichkeit der Rammelsberger Bleizinkerze vorgenommen, deren Ergebnisse z. T. bei dem Ausbau der Unterharzer Werke mit verwertet werden konnten.

Auch das Gebiet der Schwimmaufbereitung oxydischer Erze und Nichterze ist in den verschiedensten Richtungen erfolgreich bearbeitet worden. Dr. Petersen wird in seinem Vortrag darüber berichten.

Zur Zeit sind Untersuchungen über selektive Zerkleinerung sowie über den Einfluß von Flockungsmitteln auf die Klärung und Entwässerung der verschiedensten Aufbereitungserzeugnisse im Gange.

Ferner werden seit einem Jahr in Zusammenarbeit mit dem Physikalischen Institut der Bergakademie eingehende Versuche gemacht über die Möglichkeit der Aufbereitung von tonigen Braunkohlen auf elektrostatischem Wege. Die Mittel hierfür sind von der Braunkohlenindustrie zur Verfügung gestellt. Die bisherigen Ergebnisse können als aussichtsreich bezeichnet werden.

Die wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts für Kohlen-, Erdöl- und Schieferbergbau liegen vornehmlich auf dem Gebiet der Wetterführung und der wirtschaftlichen Gewinnung des Erdöls, und die hier gerade in den letzten 18 Jahren herausgebrachten Arbeiten geben der Praxis wichtige Unterlagen oder Hinweise für die technische oder wirtschaftliche Verbesserung der Mineralgewinnung. So konnte in mehreren wissenschaftlichen Arbeiten festgestellt werden, daß die hohen, die Arbeitsleistung beein-



trächtigen Temperaturen in größeren Teufen nicht allein auf die Gebirgswärme zurückzuführen sind, sondern daß in Steinkohlengruben z. B. die Oxydationswärme mit über ein Drittel an der Temperaturerhöhung beteiligt ist, und daß im Kalibergbau die Niederschlagswärme des Wasserdampfes eine große Rolle spielt. Eine wertvolle Arbeit für die Beurteilung des Grubenklimas lieferte die Dissertation von Funder über die Ermittlung, Ursachen und Bedeutung des Ionengehaltes der Grubenwetter. Professor Schulz wird zusammenfassend über dieses Forschungsgebiet sprechen.

Als eine der ersten deutschen Hochschulen hat Clausthal sich mit den so verschiedenen Problemen des Erdölbergbaues befaßt und gedenkt, den Bedürfnissen der gewaltig ansteigenden Erdölindustrie entsprechend, diesem jüngsten Zweig des Bergbaues besondere Beachtung zu schenken.

Auch in der Hüttenkunde vollzog sich bekanntlich in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts ein grundlegender Wandel, als die Chemie als spät geborenes Kind der Metallurgie diese von uralter Empirie und Meisterei erfahrung lebende Mutter an wissenschaftlichen Erkenntnissen und experimenteller Methodik überflügelte hatte, als es möglich wurde, die zum Teil mehrtausendjährigen hüttenmännischen Prozesse wissenschaftlich zu erklären und dadurch von den Zufälligkeiten und Störungen bei wechselnden Rohstoffen zu befreien und neue Wege aufzuzeigen. Hinkte bis dahin die Hüttenkunde als rein beschreibende Lehre von den bestehenden Einrichtungen und Verfahren hinter der Entwicklung in der Praxis her, so begann sie nun, wenn auch zunächst nur in bescheidenem Maße, auch von der theoretischen wissenschaftlichen Seite her der metallurgischen Technik wertvolle Vorschläge und Anregungen zu geben, vor allem aber den angehenden Hüttenmann der Praxis auf der Hochschule und durch Aufsätze in den damals neu hierfür gegründeten Fachzeitschriften, die Männer in der Praxis mit den modernen wissenschaftlichen Erkenntnissen und Auffassungen vertraut zu machen, so daß gerade auf diesem Fachgebiet seit der Mitte der 80er Jahre bis zum Kriegsbeginn eine ganz außerordentlich lebhaftige Wechselbeziehung zwischen Hochschule und Praxis bestanden hat. Der Pionier war unbestritten der Clausthaler Professor für Hüttenkunde Dr. Carl Schnabel, der als wissenschaftlicher Berater und Gutachter auf Grund langjähriger eigener praktischer Erfahrung und wissenschaftlichen Eindringens die Hüttenwerke der ganzen Welt kennengelernt hatte und durch seine Lehr- und Handbücher, aber nicht weniger auch durch seine frohen, zünftigen Lieder die Clausthaler Bergakademie berühmt machte. Durch ihn wurden auch die Exkursionen, die in regelmäßigen Abständen Dozenten und Studenten der Hochschule mit der Praxis in Fühlung bringen, zu einer feststehenden Einrichtung an unserer Hochschule, wengleich, wie wir bereits gehört haben, diese Lehrausflüge als wertvolles Unterrichtsmittel schon in den ersten Anfängen unserer Bergakademie üblich waren. Die Nachfolger von Schnabel, Doeltz und Hoffmann haben, auf der Schnabelschen Tradition weiterbauend, ihre besondere Aufgabe darin gesehen, die Studenten des Metallhüttenwesens so auszubilden, daß sie in der Praxis sofort einsatzfähig sind, darüber hinaus aber auch an die Probleme herangeführt werden, die der Hüttentechnik aus den Forderungen der volkswirtschaftlichen Notwendigkeit gestellt sind. Über ein solches akutes Problem auf dem Gebiete der Leichtmetallgewinnung wird noch berichtet werden.

In den 80er Jahren wurde auch das Gebiet der Hüttenkunde entsprechend der inzwischen so überaus groß gewordenen Eisenindustrie geteilt und ein besonderer Lehrstuhl für die Eisenhüttenkunde geschaffen. Man erinnere sich, daß zur Zeit der Gründung unserer Hochschule das Eisen teurer war als Blei, in der Stahl eine Kostbarkeit darstellte im Werte des Silbers! Geheimrat Osann legte die Grundlagen für die Gestaltung des Unterrichts- und Forschungsbetriebes im Clausthaler Eisenhütteninstitut auf Grund einer vielseitigen Praxis. Seine zweibändige „Eisenhüttenkunde“ ist gerade für den jungen Betriebsingenieur ein wertvolles Hilfsmittel gewesen. Ein besonderes Verdienst erwarb er sich aber dadurch, daß er als erster das Gießereiwesen, ein Gebiet, auf dem bis dahin in besonders hohem Maße die rein empirische Arbeitsweise Geltung hatte, in die wissenschaftliche Lehre und Forschung einbezog. In den von ihm eingeführten und heute noch aufrechterhaltenen Gießereisemestern hat er vielen Gießereileitern ohne Rücksicht auf Vorbildung das Rüstzeug für eine erfolgreiche Betriebsführung mitgegeben. Die Ergebnisse seiner Arbeit auf diesem Gebiet legte er in dem Buch „Eisen- und Stahlgießerei“ nieder. Auch der jetzige Inhaber dieses Lehrstuhls brachte umfangreiche und langjährige Betriebserfahrungen mit, und seine Forschungsarbeiten, die vornehmlich die inneren Vorgänge im Hochofen und die Erzeugung von Eisen aus deutschen geringhaltigen Erzen betreffen, sind ja so zeitnah und praktisch bahnbrechend, daß sie bereits über die eigentliche Fachwelt hinaus den Namen Paschke und Peetz und Clausthal mit den augenblicklichen Problemen der Eisen- und Stahlversorgung in unlösbarer Beziehung gebracht haben. Kollege Paschke wird darüber ja noch selbst vortragen. Es würde zu weit führen, alle die wissenschaftlichen Arbeiten, die im Eisenhüttenmännischen Institut und zum Teil in Zusammenarbeit mit dem Kaiser-Wilhelm-Institut in Düsseldorf oder mit den anderen Instituten der Bergakademie angefertigt wurden, und, weil sie fast ausschließlich aus der Praxis heraus gestellt wurden, auch in ihren Ergebnissen für die Praxis wertvoll waren, hier im einzelnen anzuführen.

Einen besonderen, in engeren und weiteren Fachkreisen geltenden Ruf genießt das moderne und große Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik, welches unter dem inzwischen emeritierten Professor Fritz Süchting im Jahre 1928/29 errichtet wurde und heute nach ihm benannt ist.

Der geräumige Bau mit einer Fülle der verschiedenartigsten Maschinen, Betriebs- und Feinmeßgeräte bietet den Studierenden in nicht zu übertreffendem Maße die Möglichkeit reicher Belehrung durch Vortrag, Zeichenübungen, Laboratorium und seminaristische Übungen.

Namentlich die Übungen im Laboratorium sind auf ein recht hohes Niveau gehoben.

Der Studierende soll möglichst schnell eine Vertrautheit zur laufenden Maschine und deren Zubehör, ihrer Regelung und meßtechnischen Überwachung gewinnen. Er wird deshalb nicht lange mit Einzelmessungen ohne Maschine ermüdet oder gar abgeschreckt, sondern schon früh daran gestellt, an teilweise recht verwickelten betriebsmäßig laufenden Maschinensätzen und dem zugehörigen elektrischen Teil selbst zu regeln, zu schalten und zu messen.

Schon von jeher wird in Clausthal der Standpunkt vertreten, daß die Vereinigung der beiden Lehrfächer der Maschinenkunde und der Elektrotechnik an einer Bergakademie überwiegende Vorteile bringt. Denn u. E. wird in diesen Fachgebieten an der Bergakademie



weniger die Vermittlung von Spezialkenntnissen auf eng begrenzten Gebieten in Frage kommen, als vielmehr die Aufdeckung und Anschaulichmachung der vielseitigen energetischen und betrieblichen Zusammenhänge der maschinellen und elektrischen Anlagen im Kraftwesen der Berg- und Hüttenwerke.

Die im Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik betriebenen Forschungs- und technischen Fortschrittsarbeiten bewegen sich naturgemäß auf den Grenzgebieten des Berg- und Hüttenwesens und der Elektrotechnik und erstrecken sich in den letzten Jahren hauptsächlich auf einschlägige Probleme des Förderwesens, auf Untersuchungs- und Entwicklungsarbeiten an elektrischen Schlagwerkzeugen, wie Bohr- und Meißelhämmern sowie neuzeitlichen elektromagnetischen Erzscheidern.

Ferner fanden die Einrichtungen und Bestrebungen des Instituts von jeher das Interesse und den Zuspruch maßgebender Kreise der Industrie durch die zahlreiche Beteiligung an zwei Arten von Ferienkursen für bereits in der Praxis stehende Ingenieure.

Seit 1930 wurde von Herrn Professor S ü c h t i n g alljährlich je ein maschinentechnischer und elektrotechnischer Ferienkursus für Betriebsingenieure veranstaltet, an denen bisher über 350 Ingenieure teilgenommen haben.

In einer zweiten Reihe von Kursen, die in den letzten Jahren auf Veranlassung des Wirtschaftsministeriums stattfanden, wurde insgesamt 166 höheren Beamten der Bergbehörden eine Vertiefung und Erweiterung der Kenntnis in Elektrotechnik und im Elektrowesen der Bergwerke vermittelt, woran außer den Lehrkräften des Instituts auch noch maßgebende Fachleute aus der Praxis bzw. der einschlägigen Überwachungsvereine mitwirkten.

Wenn ich so einen kurzen und keineswegs erschöpfenden Hinweis auf die vielseitigen wissenschaftlichen Arbeiten der Dozenten unserer Hochschule gegeben habe, so bleibt die Frage zu beantworten, inwiefern eine solche wissenschaftliche und forschende Tätigkeit an einer Hochschule so besonders wertvoll ist. Wir berühren hier ein Thema, das an den Wesenskern der deutschen Hohen Schulen überhaupt heranführt und in letzter Zeit verschiedentlich gerade in Verbindung mit der Nachwuchsnot Gegenstand kritischer Betrachtung ist: die Einheit von Lehre und Forschung. Sicher haben diejenigen nicht unrecht, die da erklären, es wäre doch viel rationeller, wenn die Forschung an Instituten verankert würde, wo die Wissenschaftler ohne die dauernde Belastung und Ablenkung durch Vorlesungen, Übungen, Prüfungen, Seminaren des Hochschullebens und mit ganz anderen materiellen und personellen Hilfskräften, als je den vielen einzelnen Instituten der Hochschulen zur Verfügung gestellt werden könnte, allein sich der Forschung widmen können. Man meint, daß die den Hochschulinsti- tuten zur Verfügung gestellten Mittel eigentlich recht wenig produktiv angelegt seien und schließt aus einer derartigen meist von wenig eigener Sachkenntnis, wenn auch zugegeben mit gutem Willen geübten Betrachtungsweise, daß ja auch wohl dem Studenten mehr gedient würde, wenn sich der Professor allein und ausschließlich dem Unterricht und der Ausbildung des Studenten widmete und sich hierbei weniger auf die Assistenten verliefse. Man meint, daß das Studium allein schon durch eine solche Neuordnung und intensivere Unterrichtsgestaltung wesentlich verkürzt, zumindest aber wesentlich verbessert werden könnte. Wir sehen in solchen Gedankengängen und wohlgemeinten Vorschlägen eine ernste Gefahr, und wir sind dem Herrn Reichserziehungsminister dankbar

dafür, daß er auf der kürzlichen Rektorenkonferenz ganz eindeutig sich bekannt hat zu dem in jahrhundertelanger ruhmvoller Vergangenheit deutschen wissenschaftlichen Lebens so großartig bewährten System der Einheit von Lehre und Forschung. Wir gehen sogar so weit zu fordern, daß auch der Student schon in die forschende Tätigkeit hineingeführt wird, nicht um Erfindungen zu machen oder möglichst frühzeitig seinen Namen in einer wissenschaftlichen Zeitschrift gedruckt zu sehen, sondern a u s e r z i e h e r i s c h e n Gründen. Denn schließlich ist die Hochschule die letzte Institution, durch die der Berg- und Hüttenmann hindurchgeht, bevor er in der Praxis seinen Beruf ausfüllt, und diese letzte Erziehungsanstalt soll auf keinen Fall schulmäßige oder kasernenmäßige Methoden üben, ohne damit den Wert dieser Erziehungsmethoden in früheren Lebensabschnitten und bei anderer Ausbildungszielsetzung irgendwie zu kritisieren. Aber gerade weil der junge Mensch bis zum Eintritt in die Hochschule ständig unter einem mehr oder weniger empfundenen Zwang familiärer oder staatlicher Autorität gestanden hat, ist es so unendlich wichtig, daß er in der 4—5jährigen Studienzeit nun lernt, den Übergang zu finden im Ringen mit den eigenen inneren und den äußeren Widerständen zur freien, aber selbstverantwortlichen und pflichtbewußten Persönlichkeit. Und eine wunderbar wirkungsvolle, dabei unsichtbare und lautlose Erzieherin ist die Wissenschaft, wenn sie forschend betrieben wird. Hier wird der Prahlschwein klein und bescheiden und lernt die Ehrfurcht vor der Größe und Leistung von Generationen von stillen Gelehrten



Abb. 1: Verteilung der Erzgewinnung Deutschlands (1936/37)

vor ihm, hier wird der Oberflächliche und Flüchtige unerbittlich zur Selbstkritik und Gründlichkeit erzogen, und hier wird andererseits dem wirklich Fleißigen und zäh um Geist und Stoff Ringenden das stolze Erlebnis und ein etwa vorhandenes schwaches Selbstbewußtsein mächtig stärkendes Gefühl der Kraft und der Siegesfreude zuteil, das für die persönliche Entwicklung unendlich wertvoll ist. Und der Student wird gerade an einer so kleinen Hochschule, wie sie Clausthal im Vergleich zu den großen Universitäten darstellt, verständlicherweise in ganz anderem Maße herangezogen zur Mitarbeit an den wissenschaftlichen Arbeiten, die der Professor in Angriff genommen hat, und die ich vorhin in ihrer engen Beziehung zu der Praxis versucht habe zu umreißen. So gewinnt der Student in doppelter Hinsicht: Einmal wird ihm in den Vorlesungen und Übungen, in den Praktika und Semi-



naren das gesicherte Wissen und der Stand der Technik seines Gebietes vermittelt, und z. a. wird er gleichzeitig mit den in der Praxis akut gewordenen Problemstellungen vertraut und mit dem theoretischen Rüstzeug und der wissenschaftlichen Methodik bekannt gemacht,



Abb. 2: Verteilung der Stein-, Braunkohlen-, Kali- und Erdölgewinnung Deutschlands (1936/37)

um an die Lösung solcher Probleme heranzugehen. Wobei ganz gleichgültig ist, auf welchem Gebiet der Student wenigstens einmal während seines Studiums angehalten wird, bis zu den Wurzeln der wissenschaftlichen Erkenntnis vorzustoßen und sich mit der Methodik wissenschaftlicher Arbeit vertraut zu machen, er wird es später auf irgendeinem anderen Gebiet dann auch können.

Wenn wir eingangs gesehen haben, daß zur Zeit der Gründung der Clausthaler Bergakademie dort oben im Oberharz der Schwerpunkt des Bergbaues und Hüttenwesens lag und auch das kulturelle Leben infolge der verhältnismäßig großen Bevölkerungszahl dort eine besondere Pflegestätte hatte, so darf man nicht vorschnell aus dem Rückgang und der teilweisen völligen Stilllegung des Oberharzer Bergbaues und des Zurückbleibens der kulturellen Entwicklung hinter mächtig aufstrebenden und sich weitenden anderen Zentren der mineralischen Rohstoffwirtschaft den Schluß ziehen, daß die Bergakademie Clausthal nun ganz losgelöst worden sei aus der für sie so wichtigen Verbindung mit der Praxis. Ein paar Bilder möchte ich doch hierüber schnell an die Wand werfen, aus denen Sie entnehmen wollen, daß rund um Clausthal in einer durch das moderne Verkehrsmittel des Omnibusses leicht in einem Tage zurückzulegenden Entfernung alle Zweige des Bergbaues und des Hüttenwesens in vielfältiger und mehrfacher und auch zum Teil in beachtlich umfangreicher Form vorhanden sind. Man ist oft sogar in Fachkreisen erstaunt zu erfahren, daß das um Clausthal gelegene Gebiet an der Spitze aller Bergbau- und Hüttenbezirke Deutschlands marschiert in bezug

auf die mineralischen Rohstoffe insbesondere für Metalle, Kali und Erdöl, abgesehen nur vom Eisen und der Steinkohle, daß aber auch, wie Sie wissen, nun hierin durch die Gründung und den Aufbau der Hermann-Göring-Werke in bezug auf das Eisen bald eine entsprechende Wandlung vor sich geht. Wichtig ist nur und entscheidend, daß Studenten und Dozenten möglichst häufig in diese Stätten der Praxis hineingeführt werden. Und wir können nun in wirklich dankbarer Anerkennung feststellen, daß, da der Staat in dieser Hinsicht nur unvollkommen helfen kann, die Praxis in voller Würdigung des Ausbildungswertes dieser Exkursionen durch den Verein von Freunden der Bergakademie Clausthal immer wieder in großzügiger Weise die finanziellen Voraussetzungen geschaffen hat, damit diese Lehrausflüge regelmäßig stattfinden können. Und letzten Endes dient ja auch diese Clausthaler Woche demselben Ziel, durch Besichtigungen, Vorträge und Aussprachen die Beziehung der Hochschule mit der Praxis zu vertiefen und lebendig zu erhalten, und sie wird in Zukunft noch ganz besonders eng werden durch eine Neuerung, deren Grundidee der Reichserziehungsminister ebenfalls auf der letzten Rektorenkonferenz verkündete, indem er auf die Wehrmacht als Beispiel hinwies. Diese sorgt schon lange dafür, daß ihr Offizierskorps stets mit den neuesten Entwicklungen in der Waffentechnik und Taktik vertraut gemacht wird, indem sie die Reserveoffiziere von Zeit zu Zeit zu Übungen heranholt. In ähnlicher Weise müsse man dafür sorgen, daß bei dem lebhaften Tempo der technischen Fortentwicklung auch das Offizierskorps der Technik von Zeit zu Zeit Gelegenheit bekäme, auf der Hochschule nicht



Abb. 3: Metallhüttenwerke Deutschlands

nur das Wissen über den derzeitigen Stand des eigenen Fachgebietes zu verbreitern, aufzufrischen



und zu vertiefen, sondern auch wieder einmal an die Grundwissenschaften herangeführt zu werden. Wir glauben, daß diese Idee überall auf begeisterte Zustimmung stoßen wird, und wir selbst freuen uns besonders, auf diese Weise in regelmäßigen Abständen

die Männer der Praxis wieder in der Hochschulstadt begrüßen zu können und in gegenseitigem Austausch des Wissensgutes für die Gesamtheit unserer Technik und damit für unser Volk wieder entscheidend und nachhaltig dienen zu dürfen.

## Neuzeitliche Probleme im deutschen Bergbau\*)

Von Prof. Dr.-Ing. Grumbrecht, Bergakademie Clausthal

Die Forderungen des Vierjahresplans auf Erhöhung der Produktion stellen auch den deutschen Bergbau als einen der wichtigsten Rohstoffherzeuger vor ganz besondere Aufgaben. Nachdem alle verfügbaren Arbeitskräfte eingesetzt sind und auch die Arbeitszeit ab 1. April d. J. eine entsprechende Verlängerung erfahren hat, ist eine weitere Erhöhung der Förderung nur durch eine Steigerung der Leistung des einzelnen Arbeiters und durch Verbesserung der Betriebsvorgänge zu erreichen. In dieser Beziehung liegen aber beim Bergbau im Vergleich mit den anderen Industrien insofern besondere Verhältnisse vor, als der Bergbau in seiner Entwicklungsmöglichkeit an die vorhandenen Lagerstätten mit ihren äußerst verschiedenartigen natürlichen Bedingungen (beengte Räume, Gebirgsdruck, hohe Temperaturen usw.) gebunden ist. Bei der Vielseitigkeit des Bergbaus ist die Zahl der auftretenden Probleme ungeheuer groß, und es können im folgenden nur einige besonders wichtige Fragen herausgestellt werden.

Im Steinkohlenbergbau ist es namentlich in der Zeit nach dem Kriege gelungen, eine wesentliche Leistungssteigerung durchzuführen, die in erster Linie auf eine weitgehende Mechanisierung bei der Kohlegewinnung und eine Konzentration der Betriebe zu

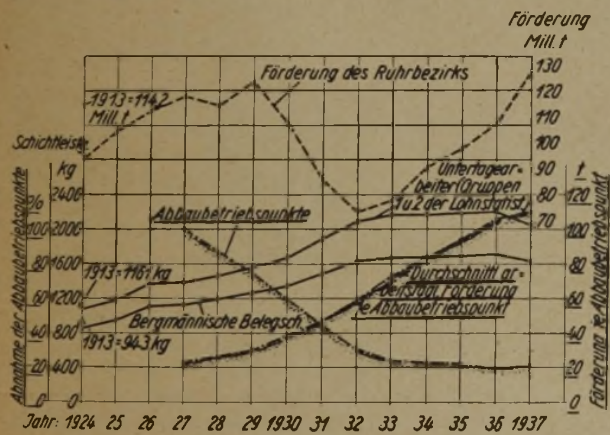
einzelnen Arbeitsvorgängen, zwei Hauptgesichtspunkte maßgebend, und zwar:

1. die Erhöhung der Leistung bei der Arbeit im Streb, d. h. in der Kohlegewinnung selbst, auf die z. Z., auch bei gut mechanisierten Betrieben, etwa 50% aller Schichten entfallen;
2. die Zusammenfassung (Konzentration) des gesamten Betriebs.

Nachdem in den letzten Jahren von fast allen Werken eine weitgehende Betriebskonzentration durchgeführt worden ist — die Zahl der Betriebspunkte ist im deutschen Steinkohlenbergbau von 28 000 im Jahre 1926 auf unter 6000 i. J. 1937, d. h. auf etwa ein Fünftel, zurückgegangen —, dürften in dieser Beziehung große Erfolge durch Änderung der Abbaumethoden kaum noch zu erwarten sein, wenn sich im einzelnen auch noch mancherlei verbessern läßt.

Die Leistung des Hauers und die Betriebsvorgänge im Streb selbst lassen aber bis zu einem gewissen Grad noch Steigerungen erhoffen, da eine ideale maschinelle Kohlegewinnung bislang nicht erreicht ist. Zur Zeit werden beispielsweise im Ruhrbergbau über 90% der Kohle mit Abbauhämmern gewonnen. Wenn diese Gewinnungsart auch als maschinell bezeichnet wird, so ist der Abbauhämmer doch keine eigentliche Gewinnungsmaschine, sondern nur ein Werkzeug, das den Gewinnungsvorgang erleichtert, dessen Bedienung aber doch noch im stärksten Maß menschliche Arbeitskräfte erfordert. Infolgedessen sind auch erneut Bestrebungen im Gange, einen stärkeren Einsatz von Schräm- und Kerbmaschinen durchzuführen, deren Anwendung im deutschen Bergbau zwar nicht so einfach ist wie bei den z. T. sehr viel günstigeren ausländischen Verhältnissen, die aber doch gewisse Leistungssteigerungen ermöglichen können. Des weiteren wird auch die äußerst schwierige Frage der Schaffung einer kombinierten Gewinnungs- und Lademaschine stärkstens betrieben, die sich zwar von heute auf morgen nicht lösen lassen wird, aber doch auf lange Sicht vielleicht wesentliche Erfolge bringen kann, namentlich in der flachen Lagerung, wo die Schaufelarbeit einen großen Teil der Zeit der Kohlenhauer beansprucht. Bei den verschiedenartigen Flözverhältnissen wird es nicht möglich sein, einen für alle Gruben passenden Maschinentyp zu entwickeln, sondern es muß in der Bauart und Arbeitsweise den vorliegenden Bedingungen weitgehend Rechnung getragen werden. Während sich die im amerikanischen Bergbau in Anwendung stehenden derartigen Maschinen für die deutschen Verhältnisse kaum eignen dürften, scheint ein von der Maschinenfabrik Gebr. Eickhoff entwickelter Typ Aussicht auf Erfolg zu haben. Endgültige Erfahrungen und Leistungszahlen liegen noch nicht vor.

Im deutschen Braunkohlenbergbau, der in der Welt eine ganz überragende Stellung einnimmt — die deutsche Braunkohlenförderung machte im Jahre 1937 bereits 72% und im Jahre 1938 einschließlich Österreich und des Sudetenlandes 82% der Weltförderung aus —, ist die Hauptfrage, die Grenzen zwischen



### Ruhrkohlenbergbau:

1. Abnahme der Abbaubetriebspunkte.
2. Durchschnitt arbeitsstägl. Förderung je Abbaubetriebspunkt.
3. Leistung der bergmännischen Belegschaft sowie der Untertagearbeiter.
4. Förderung des Ruhrbezirks.

Abb. 1: Leistungssteigerung und Betriebszusammenfassung im Ruhrbergbau (nach Wedding)

rückzuführen ist. Abb. 1 läßt erkennen, daß die Zahl der Betriebspunkte im Ruhrgebiet in den letzten zehn Jahren trotz steigender Förderung auf 20% zurückgegangen, während die Leistung je Mann und Schicht auf fast das Doppelte der Vorkriegszeit gestiegen ist. Es fragt sich, was kann zur Erhöhung der Produktion künftig noch geschehen?

Für die Leistungssteigerung in einer Steinkohlengrube sind, abgesehen von zahlreichen Verbesserungen bei

\*) Die Abb. wurden vom Verfasser zur Verfügung gestellt.



Tiefbau und Tagebau immer weiter zugunsten des Tagebaus zu verschieben, da bei diesem die Abbauverluste gering und die Leistungen außerordentlich hoch sind. Abb. 2 zeigt die Entwicklung der deutschen Braunkohlenförderung, während Abb. 3 die in den letzten Jahren im Tagebaubetrieb erzielten Leistungssteigerungen erkennen läßt. Durch weitest gehende Mechanisierung und Einsatz von Großgewinnungs- und Fördergeräten ist es gelungen, die Selbstkosten für die Abraumgewinnung so weit herabzusetzen, daß heute schon im mitteldeutschen Weichbraunkohlenbergbau Tagebaue mit einem Verhältnis von Deckgebirge zu Kohle wie 6:1 gegenüber 2:1 vor dem Kriege betrieben werden können.

Das Hauptgewinnungsgerät ist nach wie vor der Eimerkettenbagger, der eine ganz außerordentliche Vergrößerung und Verbesserung erfahren hat und bei dem bereits Geräte mit 1600 l Eimerinhalt in Anwendung stehen, ohne daß damit das Ende dieser Entwicklung erreicht sein dürfte. Der Übergang zu derartig großen Baggern, die z. T. Leistungen von 2000 m<sup>3</sup>/h haben, läßt eine große Anzahl von berg- und maschinentechnischen Fragen auftauchen, die z. T. in der Arbeitsweise des Baggers selbst, z. T. aber auch in der Zusammenarbeit des Baggers mit den sonstigen maschinellen Einrichtungen, insonderheit den Fördermitteln, begründet liegen. So ist z. B. die Frage des Eimerwirkungsgrads und der Schüttungszahl im Hinblick auf die kritische Kettengeschwindigkeit von großer Bedeutung. Weiter spielt das Verhältnis der Baggerleistung zur Aufnahmefähigkeit der Wagen eine besondere Rolle, indem es darauf ankommt, den Ungleichförmigkeitsgrad in der Wagenaufnahmefähigkeit

(Abb. 4) durch besondere Maßnahmen auszugleichen. Auch bringt der bei einer weiteren Vergrößerung der Abraumwagen notwendige Übergang zur Normalspur

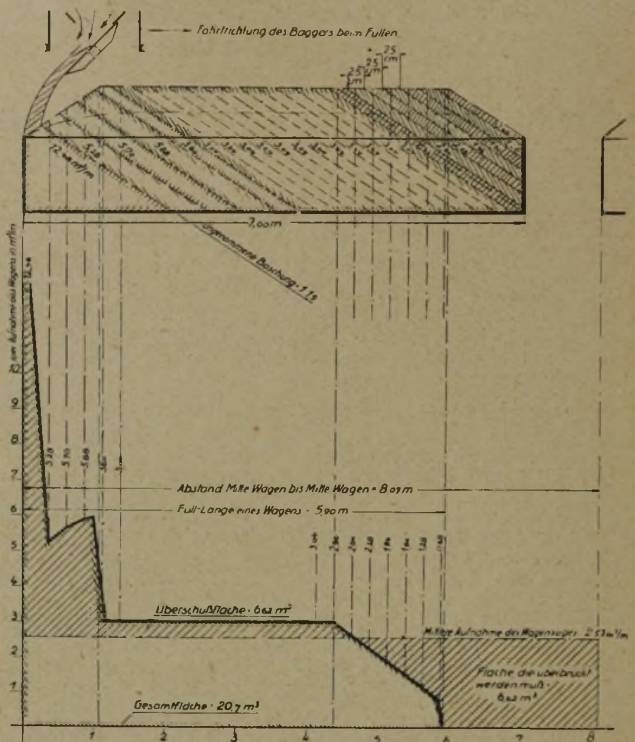


Abb. 4: Kurve des Wagenaufnahmevermögens nach Kienast

Nenninhalt . . . . .	16 m <sup>3</sup>	Ungleichförmigkeitsgrad =	
Inhalt mit Schüttdedel . . . . .	20,7 m <sup>3</sup>	6,62/20,7 . . . . .	1:3,12
Böschung . . . . .	1:1,5	Kastenbreite . . . . .	2140 mm
		Kastenhöhe . . . . .	1060 mm
Mittlere Aufnahme =		ermittelt für Füllungen von je 25	
20,7/8,07 . . . . .	2,57 m <sup>3</sup> /m	Zentimeter Wagenlänge	

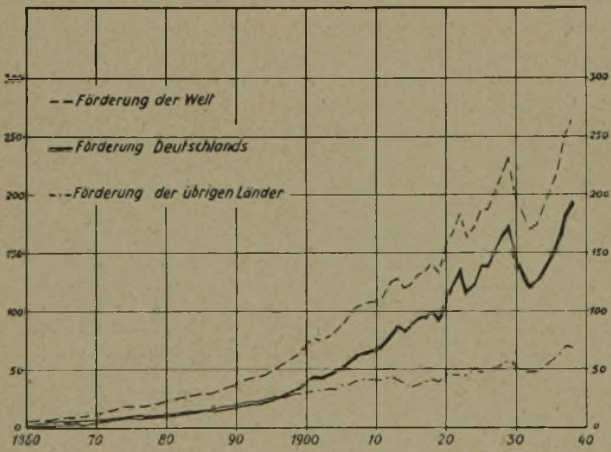


Abb. 2: Die Braunkohlenförderung Deutschlands und der Welt von 1860 bis 1938

im Hinblick auf die Ausbildung der Fahrwerke und die Standfestigkeit der Gleisanlage besondere Aufgaben. Eine weitere sehr wichtige Frage ist die richtige Abstützung ganz großer Bagger, da namentlich während des Betriebs durch Gewichtverschiebungen übermäßig starke Beanspruchungen und unter Umständen eine schnelle Zerstörung der Schwellen zu erwarten sind.

Die seit einigen Jahren in stärkerem Maße eingeführten Schaufelradbagger haben sich im Betrieb nicht nur bewährt, sondern zeigen im Hochschnitt gegenüber den Eimerkettenbaggern gewisse Vorteile, da der Kraftbedarf geringer ist. Auch ermöglichen sie einen Übergang vom Frontbetrieb zum Blockbetrieb (Abb. 5), wodurch sich wesentliche Ersparnisse an Unterhaltungskosten bei den Fahrwerken und Gleisen ergeben. Noch nicht gelöst ist bislang die Verwendung der Schaufelradbagger im Tiefschnitt, obwohl auch hier eine ganze Anzahl von Vorschlägen vorliegen.

Auch bei dem Einsatz der Abraumförderbrücken sind im Hinblick auf die Standfestigkeit, die Raumbeweglichkeit, die Größe des zulässigen Winddruckes usw. eine Fülle von Fragen aufgetreten, die z. T. noch nicht restlos geklärt sind. Die Ausmaße dieses äußerst wirtschaftlichen Fördergerätes haben bereits jetzt bei der größten Brücke zu Gewichten von 5000 t und zu ganz gewaltigen Dimensionen geführt. Abb. 6 läßt die Ausmaße einer neuen Abraumförderbrücke im Vergleich mit der Kölner Rheinbrücke deutlich in Erscheinung treten. Die Entwicklung ist auch hier noch nicht abgeschlossen.

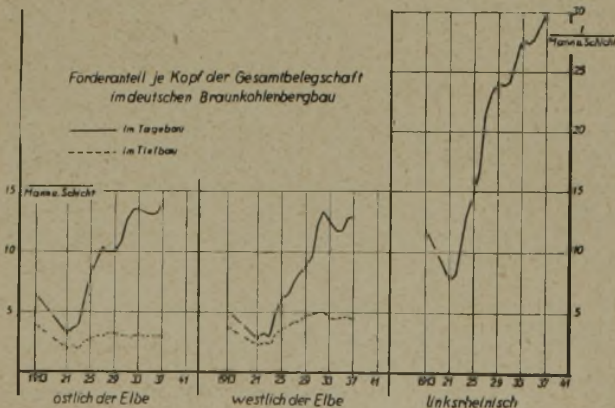


Abb. 3: Leistungssteigerung in den Hauptrevieren des deutschen Braunkohlenbergbaus



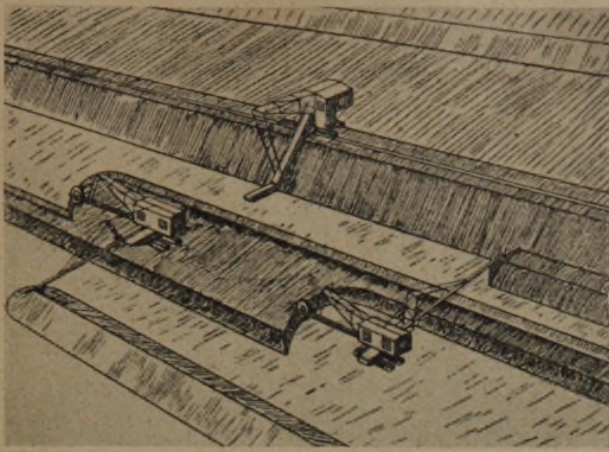


Abb. 5: Gegenüberstellung von Front- und Blockbetrieb, oben Eimerkettenbagger in Frontbetrieb, unten Schaufelradbagger im Blockbetrieb

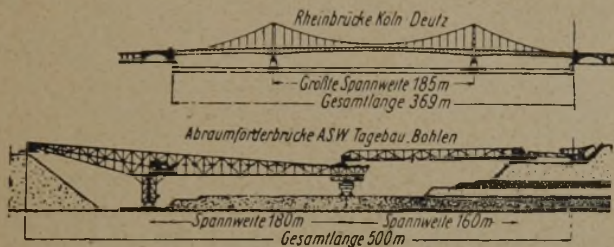


Abb. 6: Gegenüberstellung der Ausmaße einer neuzeitlichen Abraumförderbrücke und der Köln-Deutzer Rheinbrücke

Während im Braunkohlentagebau die Hauptaufgabe in der zweckmäßigsten Massengewinnung und -förderung besteht und damit maschinentechnische Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle spielen, liegt bei dem Braunkohlentiefbau auf Weichbraunkohlen ein ausgesprochen bergmännisches Abbauproblem vor. Trotz zahlreicher Versuche ist es bislang noch nicht gelungen, den mit großen Abbauverlusten arbeitenden Bruchbau durch eine bessere Abbaumethode zu ersetzen. Auch konnten durch Gewinnungs- und Lademaschinen bislang noch keine wesentlichen Erfolge erzielt werden, da die Braunkohle auf Grund ihrer z. T. zähen, holzigen Beschaffenheit dem Einsatz derartiger Maschinen Schwierigkeiten bereitet und auch der notwendige Ausbau der Brüche die Anwendung erschwert. Dagegen sind durch den Einsatz von kurzen, leicht transportierbaren Ladebändern wesentliche Vorteile erreicht worden.

Auch bei dem bedeutenden Vorkommen an hochwertigen Braunkohlen im Sudetenland ist die Frage einer geeigneten Abbaumethode noch nicht befriedigend gelöst, da der ganz überwiegend in Anwendung stehende Kammerbruchbau ebenfalls mit sehr großen Abbauverlusten arbeitet.

In dieser Hinsicht liegen die Bedingungen in einem Teil des Braunkohlenbergbaus auf Hartbraunkohlen (Österreich) günstiger, jedoch sind die Leistungen hier recht niedrig.

Im deutschen Kalibergbau sind die Bedingungen für eine Mechanisierung besonders günstig, da die Beschaffenheit des Salzgebirges die Herstellung fast beliebig großer Räume, in denen maschinelle Einrichtungen ohne jede Behinderung eingesetzt werden können, gestattet. Sowohl in den mächtigen Lagerstätten bei Staßfurt wie auch in den z. T. unregelmäßigen Salzhorsten Nordhannovers und den regelmäßigen schwächeren Salzlagern des Werratal ist fast überall eine 100%ige Mechanisierung durchgeführt, die außerordentlich hohe Leistungen im Vergleich zu den übrigen Bergbauzweigen ergibt und nur in wenigen Fällen zu verbessern sein dürfte. Noch nicht gelöst ist bislang im Werratal die Frage der Abbauverluste, da sich nicht übersehen läßt, ob ein späterer Rückbau der zur Zeit stehenbleibenden Sicherheitspfeiler möglich ist. Der Erzbergbau, welcher lange Zeit in Deutschland vernachlässigt worden ist, gewinnt im Rahmen des Vierjahresplans ganz besondere Bedeutung, da es zur Zeit darauf ankommt, jede Tonne Eisen, Kupfer, Blei, Zink usw. aus deutschem Boden herauszuholen. Die Möglichkeiten für eine Fördersteigerung liegen bei den einzelnen Gruben ganz verschieden, da die Lagerstätten äußerst ungleichartig sind. Neben den flözartigen Vorkommen, die zum Teil mit ähnlichen Methoden wie im Steinkohlenbergbau abgebaut werden können, spielen vor allem die Erzgänge mit ihren unregelmäßigen Formen eine große Rolle. Überwiegend steht hier noch der altbewährte Firstenbau, der eine restlose Gewinnung der Lagerstätte auch bei wechselnden Gebirgsverhältnissen gestattet, in Anwendung. Im Hinblick auf die verhältnismäßig geringe Leistung des Firstenbaus sind jedoch in den letzten Jahren zahlreiche Versuche durchgeführt worden, leistungsfähigere Abbaumethoden in Gestalt des Magazinbaus, Schrägbaus, Bruchbaus usw. anzuwenden, wobei z. T. auch wesentliche Verbesserungen erreicht werden konnten.

Von ganz besonderer Bedeutung wird die Frage einer billigen und leistungsfähigen Abbaumethode für die Gewinnung der Eisenerze bei Salzgitter, für welche auf Grund eingehender Untersuchungsarbeiten im deutschen und auch im ausländischen Bergbau Magazinbau in verschiedenster Form und Scheibenbruchbau vorgeesehen sind. Versuche mit neueren Abbaumethoden auf der auf der gleichen Lagerstätte bauenden Eisenerzgrube Fortuna bei Groß-Döhren, Kreis Goslar, haben bereits gewisse Erkenntnisse über das Verhalten des Lagers gebracht und gezeigt, daß es möglich ist, bei tragbaren Abbauverlusten mit modernen Methoden sehr gute Leistungen zu erzielen. Der Übergang in große Teufen wird bei der Mächtigkeit des Lagers von 60 m und mehr noch besondere Aufgaben stellen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Forderungen des Vierjahresplanes auch von dem deutschen Bergbau eine Leistungssteigerung verlangen, die nur durch weitere Mechanisierung und zum Teil auch durch Änderung der Abbaumethoden zu erreichen sein wird. Da es sich hierbei größtenteils nicht nur um rein bergmännische, sondern auch um maschinentechnische Fragen handelt, sind die gestellten Aufgaben nur in enger Zusammenarbeit der verschiedenen Fachrichtungen zu lösen.



# Ein neues Kühlverfahren für Bergwerke\*)

Von Professor W. Schulz, Bergakademie Clausthal

Mitteilung aus dem Wetterlaboratorium der Bergakademie Clausthal

Der Bergmann hat es in sehr vielen Beziehungen erheblich schwerer als jeder andere Industriearbeiter. Dieser findet jeden Tag seinen alten Arbeitsplatz vor, der gut beleuchtet und gut gelüftet ist. Der Bergmann muß sich dagegen jeden Tag seinen Arbeitsplatz selbst herstellen, indem er sich in das Gestein oder in die Kohle hineinwühlt. Und wenn er das getan hat, dann erscheint sofort sein gefährlichster Feind, die gewaltigste Kraft, die es im Weltall überhaupt gibt, nämlich die Schwerkraft, und bedroht ihn mit Stein- und Kohlenfall, so daß er immer auf der Hut sein muß und nicht wie der Industriearbeiter seine ganze Aufmerksamkeit seiner Arbeit zuwenden kann. Ferner wird der Bergmann bei der Ausübung seiner Tätigkeit durch hohe Temperaturen stark belästigt und in seiner Arbeitskraft behindert; denn in Teufen von 1000 m herrschen auf unseren Steinkohlen- und Kaligruben Gesteinstemperaturen von 42 bis 47°, so daß nicht allein die Leistung des Menschen sehr erheblich sinkt, ein wirtschaftliches Arbeiten überhaupt unmöglich ist und ferner der Mensch von der Gefahr des Hitzschlages ständig bedroht wird. Damit der Mensch, der bei jeder Arbeit Wärme erzeugt, nicht an Wärmestauung stirbt, muß er die in seinem Körper erzeugte überschüssige Wärme abführen, was durch Strahlung, Leitung, Ausatmung und Schweißverdunstung geschehen kann). Am wirksamsten ist die Kühlung durch Schweißverdunstung, jedoch ist diese mit einer zusätzlichen Drüsenarbeit verbunden, so daß man die Schweißverdunstung zur Kühlung des Menschen möglichst wenig in Anspruch nehmen soll.

Als zur Zeit bestes Mittel zur Herabsetzung der hohen Temperaturen in Bergwerken gilt die Erhöhung der Wettermengen. Diesem Mittel sind indes bald Grenzen gesetzt, weil man den Wettern nicht beliebig hohe Geschwindigkeiten geben kann, und weil ferner die Erzeugung gewaltiger Wettermengen sehr hohe Kosten verursacht.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß nicht allein die Gebirgswärme die hohen Temperaturen in unseren Bergwerken hervorruft, sondern daß auch andere Einflüsse zu dieser Temperaturerhöhung wesentlich beitragen. Welches diese Einflüsse sind, haben in Deutschland seit dem Jahre 1920 Friedr. Herbst, Hermann Winkhaus und andere untersucht, und schließlich hat Franz Jansen im Jahre 1926 durch seine Doktorarbeit<sup>2)</sup> diese Frage für Steinkohlenbergwerke geklärt.

Für Kaligruben, wo bereits seit dem Jahre 1906 Untersuchungen angestellt worden sind, konnten diese Fragen erst in allerletzter Zeit gelöst werden. Auf Grund von Messungen, die im Wetterlaboratorium der Bergakademie Clausthal seit Jahren planmäßig vorgenommen worden sind, wies Kummer<sup>3)</sup> nach, daß sämtliche früher aufgestellten Theorien nicht haltbar sind, und daß nur Bergassessor Dietz mit seiner im Jahre 1911 veröffentlichten Arbeit „Über die Grubentemperatur in Kalibergwerken und ihre Ursachen“ den tatsächlichen Verhältnissen am nächsten gekommen ist.

Während man früher die hohen Temperaturen in Kalibergwerken der sehr hohen Wärmeleitfähigkeit der Salze (Abb. 1) zuschrieb, konnte Kummer zeigen, daß es vor allem die Niederschlagswärme des Wasserdampfes ist, die zur Temperaturerhöhung wesentlich beiträgt, und daß die bisherigen Versuche, durch Vernebeln von Wasser die Verdunstungskühlung zur Kühlung von Grubenwettern heranzuziehen, erfolglos sein mußten. Denn die wassergierigen Salzstöfße saugen das verdampfte Wasser sofort wieder auf und schlagen es nieder, wodurch etwa dieselben Wärmemengen wieder frei werden, die durch die Wasserverdampfung gebunden worden sind.

Wärmeleitzahl  $\lambda$  (Kcal/mh°)

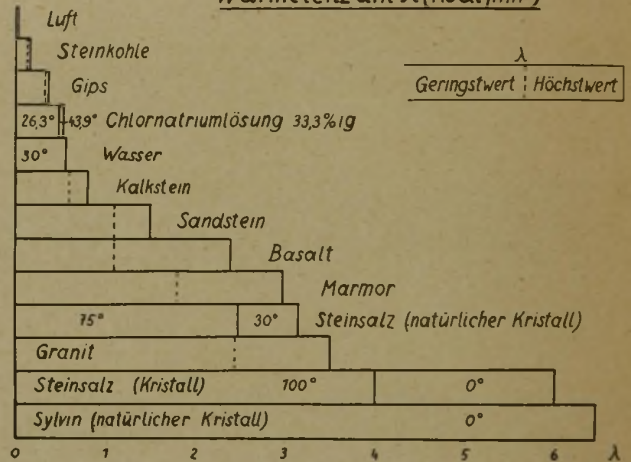


Abb. 1: Wärmeleitfähigkeit der Salze

Wenn man sich aber an Stelle des Wassers gewisser Salzlaugen bedient, vor allem der Laugen der anstehenden Salze selbst, dann treten andere Verhältnisse auf. Nach einem bekannten Naturgesetz suchen sich alle Spannungen in der Natur auszugleichen, und so auch die Wasserdampfspannungen, die sog. Dampfdrücke. Wasser hat ebenso wie wasserdampfgesättigte Luft eine sehr hohe Dampfspannung (Abb. 2), während Salzlösungen (Laugen) erheblich geringere Dampfspannungen besitzen. Auch die anstehenden Salzstöfße sind als gesättigte Laugen anzusehen. Nun wandern zwecks Spannungsausgleiches die Dampf-moleküle von Orten höheren Druckes nach Orten niederen Druckes, so daß wasserdampfgesättigte Luft ihren Wasserdampfgehalt an wasserdampfgerige Stoffe bzw. ihre Laugen sehr schnell abgibt.

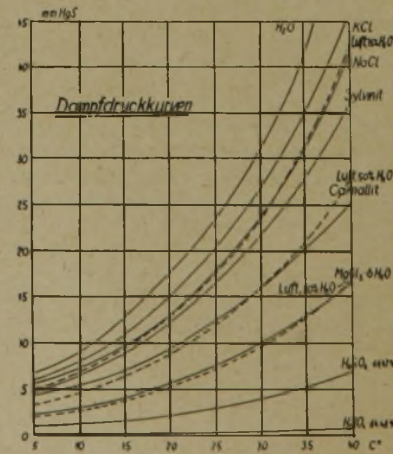


Abb. 2: Dampfdruckkurven

Hierdurch werden diese Laugen so lange verdünnt, bis sich die Dampfdrücke der Luft und der Lauge

\*) Veröffentlichung, auch im Auszug, nicht gestattet. Der Verfasser. Abb. des Verfassers.

1) Schulz: „Die Bekämpfung hoher Grubentemperaturen“. Der Bergbau 1933, Heft 1 und 2.

2) Jansen: „Wodurch werden in einer tiefen Steinkohlengrube die hohen Wettertemperaturen vorwiegend beeinflusst, und wie lassen sich in ihr Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit des Bergmannes am besten steigern?“

3) Kummer: „Die Ursachen der besonders hohen Grubentemperaturen in Kaliwerken und neue Verfahren zu deren Bekämpfung.“ Diss. Clausthal 1939.



angeglichen haben. Ist dagegen der Dampfdruck der Luft infolge geringer Sättigung kleiner als der der Lauge bzw. der Stöße, dann tritt aus diesen Wasser in Dampfform so lange in die Luft über, bis Dampfdruckgleichgewicht vorhanden ist. Durch die hierbei entstehende Verdunstungskühlung kühlen sich die Wetter und die Stöße sowie die Laugen selbst ab. Wenn man nun in Kalibergwerken größere Mengen von Laugen entweder in den Wassersaigen anbringt oder die Grubenwetter durch Gradierwerke hindurchschickt, die mit Laugen beschickt werden, dann nehmen sie aus diesen Dampf auf, können aber nicht stärker mit Dampf gesättigt werden, als dem Dampfdruck der Laugen entspricht. Der Dampfdruck von Carnallit (Abb. 2) beträgt nur das 0,52fache, der des Sylvinit das 0,7fache des Wassers. Infolgedessen kann sich, wenn man deren Laugen verdunsten läßt, der Wasserdampfgehalt trockener Luft nur auf 52 bzw. 70% anreichern. Ein Wasserdampfgehalt der Luft von 70% ist aber als für den Menschen in jeder Beziehung günstig anzusehen.

Man besitzt also in Salzlaugen ein sehr gutes Mittel, um durch ihre Verdunstung auf Kaligruben eine Abkühlung der Wetter ohne zu starke Erhöhung ihrer Feuchtigkeit zu erzielen. Da auf Kalibergwerken die Wetter keine Gelegenheit haben, beim Durchstreichen durch die Grube irgendwelche natürliche Feuchtigkeit aufzunehmen, kommen sie mit sehr geringem Sättigungsgrade und hohen Temperaturen vor Ort an und können dort erhebliche Wassermengen aufnehmen. Auf Sylvinitgruben lassen sich durch Laugenverdampfung jedem Kubikmeter Luft bis zu 9 kcal entziehen, wodurch sie theoretisch um 29° abgekühlt werden können, ohne daß ihr Feuchtigkeitsgehalt 70% übersteigt. Es tritt also bei der Laugenverdunstung eine ganz selbsttätige Verringerung der Temperatur sowie eine Regelung des Wasserdampfgehaltes der Grubenwetter ein.

Versuche, die zur Zeit auf einer Kaligrube nach diesem Verfahren angestellt werden, haben die Richtigkeit dieser Theorie bestätigt. Über das Maß der praktischen Temperaturherabsetzung werden z. Z. noch Versuche angestellt.

Auch auf Erz- und Steinkohlenbergwerken ist dieses Verfahren anwendbar, wenn die einziehenden Schächte und Strecken vollständig trocken sind, so daß man

die einziehenden Wetter ohne wesentliche Steigerung ihres Feuchtigkeitsgehaltes bis zu den einzelnen Bauabteilungen bringen kann. Freilich wird, da eine Trocknung der Wetter auf diesen Gruben nicht wie auf Kaligruben unter Tage erfolgt, über Tage eine Trocknung der einziehenden Wetter erfolgen müssen, vor allem im Sommer, wo ihr Feuchtigkeitsgehalt meist recht hoch ist. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens für Steinkohlengruben besteht darin, daß infolge der geringeren Temperatur der Wetter die Oxydationswärme der Steinkohle, die bis zu  $\frac{1}{3}$  der Temperaturerhöhung der Wetter auf Steinkohlengruben beträgt, stark verringert wird. Denn schon bei Temperaturen von über 30° verläuft die schlechende Verbrennung der Kohle außerordentlich schnell.

Mit den vorstehenden Ausführungen wollte ich Ihnen zeigen, daß es auch in der Technik mitunter heißen muß: „Zurück zur Natur“, das heißt, daß man, bevor man zu künstlichen, zu mechanischen oder maschinellen Hilfsmitteln greift, zunächst reiflich prüfen muß, ob man sich nicht natürlicher Mittel zur Erreichung der gewünschten Zwecke bedienen kann. Um diese natürlichen Mittel anwenden zu können, muß der Bergingenieur aber die wichtigsten Grundlagen der Naturgesetze genau beherrschen und deshalb während seines Studiums sich vor allem mit naturwissenschaftlichen Dingen, mit Physik, Chemie, Mathematik und Mechanik eingehend beschäftigen und nicht glauben, daß diese naturwissenschaftlichen Fächer für ihn unnützen Ballast bedeuten. Sie sind im Gegenteil die unbedingt notwendige Unterlage und Grundlage für das weitere Studium und für Erfolge im praktischen Betriebe. Zugleich müssen aber die Vorlesungen auf den Gebieten der Naturwissenschaften so gestaltet werden, daß sie den Studenten nicht nur reine Theorie bringen, sondern ihnen sofort zeigen, in welcher Weise diese Theorien in der Praxis verwendbar und anwendbar sind, damit die Studenten möglichst frühzeitig Verständnis für diese theoretischen Unterlagen bekommen und ferner später in der Praxis dieses theoretische Rüstzeug auch richtig anzuwenden verstehen.

Dieser engen Verbindung von Theorie und Praxis sollen ja auch die Veranstaltungen des Hauses der Technik und die Vorträge und Aussprachen der Clausthaler Woche dienen.

## Die Bedeutung der Geophysik für den Bergbau

Von Dozent Dr.-Ing. Heinrich Jung, Bergakademie Clausthal

Die Geophysik beschäftigt sich mit den physikalischen Zuständen und Vorgängen auf der Erde, und zwar sowohl bezüglich des festen Erdkörpers als auch seiner Luft- und Wasserhülle. Für den Bergbau kommt naturgemäß fast nur die Physik des festen Erdkörpers in Frage, und es soll daher in folgendem nur von ihr gesprochen werden.

Man sagt, die Geophysik sei eine junge Wissenschaft, und insbesondere die angewandte Geophysik, von der hauptsächlich die Rede sein soll, sei nur wenige Jahrzehnte alt. Beides ist nur bedingt richtig. Seit man die richtungweisende Eigenschaft des Erdmagnetismus kennt — und das ist schon Jahrhunderte her — wird Geophysik getrieben, und seit man im Bergbau den Kompaß verwendet, benutzt man ein geophysikalisches Instrument. Auch die Ablenkung der Magnetnadel durch gewisse Metallerze ist schon seit langer Zeit bekannt, und insbesondere im schwedischen Erzberg-

bau wurden schon frühzeitig Beobachtungen dieser Ablenkung benutzt, um das Vorhandensein und die ungefähre Lage von Erzgängen festzustellen. Auf diesem Standpunkt blieb die Geophysik allerdings lange Zeit stehen, und erst seit einigen Jahrzehnten erlebte sie die Entwicklung, die zu ihrem heutigen Stand führte. Der Beginn ihrer Anwendung auf Geologie und Bergbau in größerem Ausmaß liegt ungefähr in der letzten Jahrhundertwende. Von Bedeutung wurde sie jedoch erst nach dem Weltkrieg.

Die Bedeutung der Geophysik für den Bergbau beruht im wesentlichen auf der Möglichkeit, mit denselben physikalischen Methoden, die zur Erforschung der physikalischen Vorgänge und Zustände im Erdkörper dienen, auch in entsprechend kleinerem Maßstab die obersten, für den Bergbau bedeutsamen Teile der Erdrinde zu untersuchen. Einige Beispiele sollen dies zeigen.



Mit das vielseitigste Teilgebiet der Geophysik ist die Erdbebenkunde. Sie soll daher ausführlicher behandelt werden.

Erdbeben treten auf, wenn sich an gewissen Stellen der Erde die durch gebirgsbildende Kräfte verursachten Spannungen derart verstärken, daß das Gestein diese Beanspruchungen nicht mehr aushält und sich, meist unter Bruch, den veränderten Bedingungen anpaßt. Hieraus ersieht man beispielsweise die enge Verbindung zwischen Erdbeben und Gebirgsschlägen. Letztere sind nichts anderes als Erdbeben im kleinen, und sie entstehen auch auf die gleiche Weise. Ob die Spannungen im Gebirge, die zu den Gebirgsschlägen führen, auf natürliche gebirgsbildende Vorgänge zurückzuführen sind oder ob sie künstlich durch Grubenhohlräume verursacht werden, ist eine zweite Frage, von deren Beantwortung für die Möglichkeit zur Verhütung von Gebirgsschlägen viel abhängt. Es liegt nun nahe, die Erfahrungen, die man im großen an Erdbeben gemacht hat, im kleinen auf Gebirgsschläge zu übertragen, um, wenn möglich, ihre Entstehung zu verhindern oder wenigstens ihre schädlichen Folgen herabzusetzen. Hier steht die geophysikalische Forschung noch in den Anfängen. Zwar hat man in erdbebengefährdeten Ländern, z. B. in Japan, wichtige Erfahrungen gesammelt, die heute schon verwertet werden können, um zerstörende Auswirkungen von Erdbeben weitgehend zu vermeiden. Ja, es ist sogar in günstigen Fällen möglich, vor einem größeren Beben die am meisten gefährdeten Stellen zu bestimmen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen. Die Übertragung der hierbei angewandten physikalischen und geodätischen Untersuchungen auf Gebirgsschläge scheidet zunächst einerseits daran, daß diese Verfahren entweder zu teuer sind oder die Untersuchungen nicht bei laufendem Bergbaubetrieb durchgeführt werden können. Andererseits ist zu bedenken, daß ein Großversuch, wie in der Erdbebenkunde, mit wesentlich größeren Hilfsmitteln ausgeführt werden kann als der entsprechende Versuch im kleinen. Dies bedingt, daß die angewandte Geophysik häufig mit Schwierigkeiten zu rechnen hat, die bei entsprechenden Untersuchungen in großem Maßstab nicht zu befürchten sind. Hier muß man zunächst auf weitere Erfolge in der Zukunft hoffen. Wesentlich aussichtsreicher scheint mir zu sein — wie es bereits geschieht —, wenn durch markscheiderische Feinmessungen die mit Gebirgsschlägen zusammenhängenden Bewegungen des Gebirges untersucht werden. Es ist anzunehmen, daß sich hieraus Mittel zur Bekämpfung von Gebirgsschlagkatastrophen ableiten lassen.

Erheblich günstiger steht es mit einem anderen Zweig der Erdbebenkunde. Nicht nur die Vorgänge am Herd und die Wirkungen eines Bebens an der Erdoberfläche sind von Bedeutung, sondern auch die Untersuchung der Fortpflanzung der Erschütterungswellen, die, vom Bebenherd ausgehend, den ganzen Erdkörper durchstrahlen. Nicht mit Unrecht vergleicht man gern die Erdbebenwellen mit den Röntgenstrahlen, die, nachdem sie den menschlichen Körper durchdrungen haben, Aufschluß geben über die Zustände, die sie auf ihrem Weg antreffen. Schon die oberflächliche Betrachtung der Stärke der Bebenerschütterungen an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zeigt enge Beziehungen zum geologischen Bau des betreffenden Gebiets. In gleicher Weise kann man die Erschütterungen, die im Bergbau durch Sprengungen oder Maschinen hervorgerufen werden, untersuchen, und man wird hieraus gewisse Einblicke in die Tektonik des Grubengebiets nehmen können. In ausgedehntem Maß werden heute solche Versuche bei

Baugrunduntersuchungen vorgenommen, wobei allerdings weniger die Stärke der Bodenerschütterungen, die von einer Maschine ausgehen, gemessen wird, als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterungswellen. Letztere steht in einfacher Beziehung zur Belastungsfähigkeit des Bodens. Für den Bergbau haben diese Untersuchungen allerdings nur sekundäre Bedeutung. Sie sind wichtig für betriebssichere Anlagen der Tagesbauten. Dies gilt in gleicher Weise für alle Industriebauten wie auch für die Reichsautobahnen. Die Beobachtung der Erdbebenwellen läßt aber noch mehr erkennen. Es ist möglich, bei Großbeben durch Messung der Zeit, die die Wellen brauchen, um vom Herd an mehrere, in verschiedenen Entfernungen vom Herd gelegene Beobachtungsstationen zu gelangen, die Geschwindigkeit der Wellen in verschiedenen Tiefen bis zum Erdmittelpunkt hin zu bestimmen. Hieraus lassen sich wichtige Schlüsse über die physikalischen Zustände im Erdinnern ziehen. Nahbeben (bis zu 2000 Kilometer Herdentfernung) geben in entsprechender Weise Aufschluß über die obersten 50 bis 100 Kilometer der Erdrinde. Erzeugt man durch Sprengungen im kleinen ein künstliches Beben und beobachtet man in kleinen Entfernungen die Laufzeiten der Erschütterungswellen, so ist es möglich, den Bau der bergbaulich erreichbaren Schichten zu untersuchen. Hierauf beruhen die seismischen Aufschlußverfahren, die besonders im Erdölbergbau bei der Aufsuchung von Salzdomen und Antiklinalstrukturen wertvolle Dienste geleistet haben. Auf diese Weise gelang es z. B. in den letzten fünf Jahren durch die geophysikalische Reichsaufnahme einen gegenüber den bisherigen Kenntnissen bedeutend vertieften Einblick in den unter mächtigem Glazialschutt verdeckten Untergrund Norddeutschlands zu bekommen. Dies äußert sich in der Praxis darin, daß heute die Abgrenzung von Erdölkonzessionsfeldern in den geophysikalisch untersuchten Teilen Norddeutschlands nach den im wesentlichen seismisch gefundenen Strukturelementen des tieferen Untergrundes vorgenommen und in noch nicht untersuchten Gebieten zunächst keine neuen Konzessionen erteilt werden.

Ähnlich wie es im vorstehenden bezüglich der Erdbebenkunde und der praktischen Seismik ausführlich dargelegt wurde, steht es auch auf anderen Gebieten der Geophysik. Die Bedeutung magnetischer Messungen zur Aufsuchung magnetisch wirksamer Erze wurde schon erwähnt. Die Erfahrung hat gezeigt — und es läßt sich auch theoretisch begründen —, daß in unseren Breiten bei normaler Magnetisierungsrichtung über solchen Lagerstätten die Vertikalkomponente des erdmagnetischen Feldes verstärkt ist. Wo demnach eine Verstärkung der Vertikalintensität festgestellt wird, kann eine solche Lagerstätte vermutet werden. Zu beachten ist hierbei natürlich, daß auch wirtschaftlich nutzlose Gesteine in ähnlicher Weise wirken können. Hier zeigt sich, und das gilt für alle Zweige der angewandten Geophysik, daß engste Zusammenarbeit zwischen Geophysikern und Geologen unbedingt erforderlich ist, um aus geophysikalischen Messungen das möglichste herauszuholen und Fehlschlüsse zu vermeiden. — Im großen dienen magnetische Messungen zur Untersuchung der geologischen Großstruktur. Hierbei machen sich insbesondere Eruptivkörper häufig magnetisch gut bemerkbar.

Messungen der Schwerebeschleunigung zeigen da, wo die Schwere größer als normal ist, Anhäufungen schwerer Gesteine im Untergrund an (z. B. Antiklinalen mit Eruptivkörpern bei leichterem Nebengestein). Leichtes Gestein (z. B. Salzdomen in



schwerer Umgebung) verursacht an der Erdoberfläche eine Verminderung der Schwerebeschleunigung. Wichtig ist auch die Messung des Schweregradienten, d. h. die Messung der Größe und Richtung der stärksten Schwereänderung beim Fortschreiten längs der Erdoberfläche. Dieser nimmt häufig über geologischen Grenzen (z. B. den Rändern von Salzdomen oder Verwerfungen) besonders hohe Werte an.

Außer den erwähnten der allgemeinen Geophysik entnommenen Verfahren hat die angewandte Geophysik auch eigene Methoden entwickelt. Hierzu gehören die vielseitigen elektrischen Aufschlußverfahren, die durch Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder von dem Boden durch Elektroden oder induktiv zugeführten elektrischen Strömen gestatten, Einschlüsse von höherer oder geringerer elektrischer Leitfähigkeit im Untergrund aufzusuchen. Sie werden hauptsächlich bei Metallerzen und bei der Grundwassersuche angewandt. Auch elektrische Wellen werden zur Untersuchung des Untergrundes herangezogen. Mit ihnen lassen sich Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante feststellen. Mitunter können natürliche Erdströme verwendet werden, wie sie beispielsweise durch Oxydationsvorgänge an Sulfidlagerstätten entstehen. Dann ist es nicht erforderlich, dem Boden künstliche Ströme zuzuführen. Die bei diesen elektrochemischen Prozessen im Boden entstehende Wärme kann sich unter günstigen Umständen noch in der Nähe der Erdoberfläche bemerkbar machen. Hierauf beruhen die geothermischen Aufschlußverfahren.

Die Messung des Gehalts der Bodenluft an Radiumemanation zeigt die Anwesenheit radio-

aktiver Gesteine an. Besonders angereichert ist die Emanation über Verwerfungen in sonst undurchlässigem Gestein. Durch radioaktive Messungen ist es noch möglich, den Ausbiß einer Verwerfung unter einer dieser überdeckenden 10 Meter dicken Lehmschicht festzustellen.

Auch der Gehalt der Bodenluft an geringen Mengen von Kohlenwasserstoffen kann gemessen werden. Dieses Verfahren ist erst wenige Jahre alt, und es liegen noch nicht viele Erfahrungen vor. Es scheint jedoch, daß über Erdöllagerstätten eine meßbare Anreicherung an Kohlenwasserstoffen im Boden stattfindet. Sollte sich dies weiterhin bestätigen, so ergäbe sich hieraus die Möglichkeit, an erdöhlöffigen Stellen zu untersuchen, ob im Untergrund Öl vorhanden ist oder nicht.

Die wirtschaftliche Bedeutung der angewandten Geophysik drückt sich am deutlichsten darin aus, daß — insbesondere im Erdölbergbau — die geophysikalischen Aufschlußverfahren von Jahr zu Jahr in steigendem Ausmaß eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür ist die schon erwähnte geophysikalische Reichsaufnahme Deutschlands. Am großzügigsten gehen seit längeren Jahren wohl die Vereinigten Staaten von Nordamerika vor. Hier hat sich der Einsatz der Geophysik schon bezahlt gemacht. Der Erlös aus den geophysikalisch gefundenen Erdölfeldern von Texas und Louisiana übersteigt bereits die durch die geophysikalischen Untersuchungen entstehenden Kosten bei weitem. Aber auch in anderen Ländern der Welt, man kann wohl sagen: in allen Kulturländern und ihren Kolonien, wird die angewandte Geophysik heute bei der Erforschung des Untergrundes und der in ihm verborgenen Bodenschätze eingesetzt.

## Mineralogie und Lagerstättenkunde in der Arbeit an Problemen des Vierjahresplanes und der Raumforschung

Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Buschendorf, Bergakademie Clausthal

Im Zuge der gewaltigen und erfolgreichen Umgestaltungen, die der Nationalsozialismus auf jedem Gebiete unseres Volkes seit der Machtübernahme nach innen und außen gebracht hat und ständig weiter gebiert, bewegen uns heute zwei wesentliche Fragen:

1. Die Erlangung der wirtschaftlichen Freiheit und Unabhängigkeit Deutschlands;
2. die zweckmäßige Ordnung, Ausnutzung und Ausgestaltung des deutschen Lebensraumes entsprechend den augenblicklichen kulturellen Belangen und im Hinblick auf eine gedeihliche inner- und außenpolitische Entwicklung in der Zukunft.

Der Kampf um Deutschlands Versorgungs- und Wirtschaftsfreiheit wurde vom Führer auf dem Parteitag der Ehre in der Proklamation vom 9. November 1936 als das neue Vierjahresprogramm verkündet und in die Hände des Ministerpräsidenten Hermann Göring als Beauftragten für den Vierjahresplan gelegt. Die von diesem geschaffenen Institutionen, deren Geschäftsbereiche nach dem ersten Erlaß über die Durchführung des Vierjahresplanes zunächst in 6 Gruppen, nämlich:

1. Erzeugung deutscher Roh- und Werkstoffe,
2. Rohstoffverteilung,
3. Arbeitseinsatz,

4. landwirtschaftliche Erzeugung (soweit sie mit dem Vierjahresplan in Zusammenhang steht),
5. Reichsbildung,
6. Devisenangelegenheiten,

aufgeteilt wurden, insbesondere das Amt für Deutsche Roh- und Werkstoffe, sind durch ihren tatkräftigen Einsatz und ihre erfolgreiche Tätigkeit bekannt, desgleichen die Weiterentwicklung bis zur Eingliederung in das Reichs- und Preußische Wirtschaftsministerium durch die Anordnung zur Neuorganisation dieses Ministeriums vom 4. Februar 1938 und die kürzlich durch Verordnung vom 10. März 1939 erfolgte Schaffung der Reichsstelle für Bodenforschung.

Die Durchführung einer gesunden und großzügigen Raumpolitik, welche die Mängel und Schäden der Entwicklung früherer Jahrhunderte und der letzten Jahrzehnte, wie Länderzersplitterung, Landflucht, Ost-West-Binnenwanderung, Großstadt-, Industrie- und Verkehrsballung und ähnliche Erscheinungen zu beseitigen hat und deren Aufgabe durch die Heimkehr der Ostmark und Sudetendeutschlands ins Großdeutsche Reich, die Übernahme des Protektorats Böhmen und Mähren sowie die Rückgliederung des Memelgebietes ins Unermeßliche gewachsen sind, war erst möglich, als durch die nationalsozialistische Revolution und Verankerung der nationalsozialistischen Weltanschau-



ung im Volke eine von einem Willen getragene und einem Glauben beseelte deutsche Volksgemeinschaft geschaffen wurde, deren Blick über Länder- und Privatinteressen hinweg wieder mehr auf das große Ganze gerichtet war.

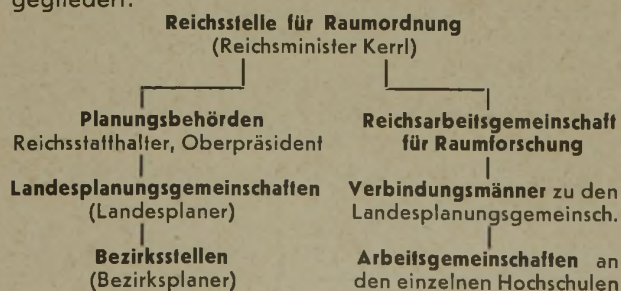
Durch das am 29. März 1935 verkündete Gesetz über die Regelung des Landbedarfs der öffentlichen Hand wurde diese Aufgabe nunmehr aber vom Führer zur Hoheitsaufgabe des nationalsozialistischen Staates erhoben.

Mit Erlaß vom 26. Juni 1935 wurde der „Reichsstelle für Raumordnung“ unter Leitung des Reichsministers Kerrl die zusammenfassende, übergeordnete Planung der Ordnung des deutschen Raumes für das gesamte Reichsgebiet übertragen. Einzelheiten wurden in der ersten Verordnung zur Durchführung der Reichs- und Landesplanung vom 15. Februar 1936 bekanntgegeben. Da eine Lösung der zahlreichen und in den verschiedensten Richtungen liegenden Probleme der Raumordnung nicht ohne eine enge Zusammenarbeit mit der Wissenschaft und Forschung denkbar war, kamen Reichsminister Kerrl und Reichserziehungsminister Rust überein, auch die deutschen Hochschulen an den künftigen Planungsarbeiten mit teilnehmen zu lassen. So kam es ebenfalls am 15. Februar 1936 zur Gründung der „Reichsarbeitsgemeinschaft für Raumforschung“, die der Reichsstelle für Raumordnung unmittelbar untersteht.

In einer Satzung wurde dieser folgendes Organisations- und Arbeitsziel gegeben:

1. Die Reichsarbeitsgemeinschaft für Raumforschung ist der Zusammenschluß aller sich mit Raumforschung beschäftigenden wissenschaftlichen Kräfte, soweit sie dem Reichs- und Preussischen Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung unterstehen.
2. Die Reichsarbeitsgemeinschaft für Raumforschung soll
  - a) die gesamte Raumforschung zusammenfassen,
  - b) in engster Zusammenarbeit und ständiger Fühlungnahme mit der Reichsstelle für Raumordnung die Wissenschaft für die Aufgaben der Raumordnung planvoll einsetzen,
  - c) durch die Förderung wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit der verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen wichtige Fragen der Raumordnung einer beschleunigten Lösung entgegenführen,
  - d) durch die enge Fühlungnahme mit den zuständigen Dienststellen für die Beschaffung der Arbeits- und Einrichtungsmittel Sorge tragen.

Zum Obmann der Reichsarbeitsgemeinschaft für Raumforschung wurde Professor Dr. Konrad Meyer (Berlin) bestellt, und die deutschen Hochschulen wurden entsprechend der Organisation der Reichs- und Landesplanung folgendermaßen in den Planungsaufbau eingliedert:



Je nach ihren Einrichtungen können die Hochschulen für verschiedene Arbeiten der Planungs- und Raum-

forschung herangezogen werden. Die getroffene Organisationsform der Forschung ist vollkommen neuartig und stellt den Versuch dar, den nationalsozialistischen Gemeinschaftsgedanken und die Volksverbundenheit all unseres Tuns auch in der Wissenschaft wirksam werden zu lassen.

Sollen die weitgesteckten Ziele des Vierjahresplanes sowie die der Raumordnung und Raumforschung in der geforderten Zeit bzw. in einem der Entwicklung dienlichen Tempo erreicht werden, so bedarf es des Einsatzes aller schaffenden Kräfte in planvoller Gemeinschaftsarbeit.

Die Wissenschaft muß sich darüber klar sein, daß jetzt ihre in langer und oft mühsamer Forscherarbeit gewonnenen Erkenntnisse zur Erzielung praktischer Ergebnisse fruchtbar gemacht werden müssen, namentlich zugunsten der für das Leben der Nation vordringlichen Aufgaben.

Zu solchen Sofortaufgaben gehört die Lösung unseres Rohstoffproblems, an dem mitzuarbeiten neben der Wirtschaft, dem Bergbau und den Nachbarwissenschaften der Geologie und Geophysik Mineralogie und Lagerstättenkunde besonders berufen erscheinen.

Ein Blick auf die Entwicklung und die Erfolge der verschiedenen mineralogischen Disziplinen zeigt, daß hier eine Fülle wichtiger Untersuchungsmethoden entwickelt und Erfahrungen gesammelt worden sind, deren Nutzen für praktische Untersuchungszwecke klar auf der Hand liegt. Genannt seien z. B. neben der aus der Kristallstrukturforschung hervorgegangenen Kristallchemie die röntgen- und optisch spektroskopischen analytischen Feinbestimmungsverfahren in ihrer Anwendung auf das Gebiet der Geochemie, welche interessante und wirtschaftlich wertvolle Ergebnisse hinsichtlich der Verteilung und Anreicherung seltener, aber technisch wichtiger Elemente in Gesteinen, Erzen und Hüttenprodukten zeitigten. Erwähnt seien u. a. die Feststellung von Vanadiumgehalten in Graphiten, Eisenerzen und Kupferschiefer sowie die Verfolgung von Gehalten an Edelmetallen, Sn, Hg, Cd in Rammelsberger Erzen sowie in den End-, Zwischen- und Abfallprodukten der diese Erze verarbeitenden Hüttenprozesse.

Die überraschenden Erfolge der Mineralsynthese, wie sie beispielsweise durch die gelungene Darstellung von Glimmer, Kaolin und Asbest bewiesen sind, müssen ausgenutzt werden. Die bereits laufenden erfolgreichen Großversuche zur Herstellung von Asbest nach dem Verfahren von Lüdke verdienen bei dem stark ansteigenden Verbrauch, der bisher gänzlich aus Auslandsmaterial gedeckt wird, besondere Beachtung.

Die Einführung der Bernauerschen Polarisatoren in Form der Zeiß-Herotare bringt in mancher Hinsicht Vorteile für die kristalloptischen Untersuchungen neben Einsparung an Doppelspat, d. h. also auch Devisensparnisse.

In der Anwendung der Mikroskopie haben sich die Untersuchungsmethoden durch die Einführung des Universaldrehtisches für die Dünnschliffbestimmung und der Erzmikroskopie für die Beobachtung opaker Objekte wie Erze und Kohlen, ferner durch den Ausbau der optischen Integrationsanalyse wesentlich verfeinert und verbessert, woraus eine weitgehende Förderung der Erkenntnisse in der Petrographie, vorzüglich auch nach der technologischen Seite, und in der Lagerstättenkunde erwuchs. Erst heute beginnt man die Mannigfaltigkeit und den Ablauf der lagerstättenbildenden Prozesse sowie die auf vielen



Lagerstätten wahrzunehmende Überlagerung mehrerer Bildungs- und Umbildungsvorgänge richtig zu übersehen und ist damit in der Lage, sehr wesentliche Hinweise bei der praktischen Lagerstättenaufsuchung, -erschließung, -verfolgung und -ausbeutung zu geben. Überhaupt erweist sich der Einsatz der praktischen und angewandten Petrographie und Lagerstättenkunde im weitesten Sinne als einer der wichtigsten Faktoren bei der Arbeit an den Problemen des Vierjahresplanes und der Raumforschung. Eine lange Reihe täglich anfallender Aufgaben können hier aufgezählt werden:

Z. B. die Vervollständigung und Überprüfung unserer Lagerstätteninventur, die Kartierung der nutzbaren Lagerstätten einschließlich der Steine und Erden, die „Flurbereinigung“ im Grubenfelderbesitz, Begutachtungen über die Aussichten der Wiederinbetriebnahme verlassener Grubenbetriebe, die lagerstättenkundliche Betreuung, Beaufsichtigung und Leitung von Schürfen, Bohrungen, Untersuchungs- und Aufschlußbetrieben,

Verfolgung neuauftauchender gesteintechnischer und Lagerstättenkundlicher Probleme, Beratung der Steinbruchindustrie in technologischen Fragen, Beratung bei der Materialbeschaffung im Hoch- und Straßenbau. Einzelheiten hierzu wurden an laufenden Untersuchungsarbeiten im Gebiet des Spitzberges bei Altenau, an den Eisenerzen des Oberharzer Diabas-zuges bei Lerbach sowie an den Eisensteingeodenhorizonten des Hilsandsteins im Bereiche der Eisenerzfelder der ehemaligen Delligser Hütte zwischen Grünenplan und Delligsen am Hils erläutert.

Die unverzügliche Inangriffnahme all dieser Arbeiten ist ein Gebot der Stunde, will sich der Forscher nicht weltfremd den Belangen der Nation entziehen. Dabei erwächst der Vorteil, daß die allmählich sich immer mehr voneinander entfernenden Spezialisten zu einer viele verschiedenartige Kräfte bindenden Gemeinschaftsarbeit zurückgeführt werden und die Wissenschaft wieder in sich geschlossener, raum- und volksgebundener wird.

## Die chemischen Kampfstoffe und ihre Einsatzformen

Von Prof. Dr. L. Birckenbach, Bergakademie Clausthal

Als die Schlacht an der Marne den Vormarsch zum Stehen gebracht und den Stellungskrieg eingeleitet hatte, trat im Oktober 1914 der Gedanke an ein Kampfmittel hervor, das den Gegner hinter seiner Erddeckung fassen und wieder zum Bewegungskrieg führen würde, in welchem das ganz darauf eingestellte deutsche Heer sich dem Feinde überlegen und des siegreichen Ausganges sicher glaubte. Die Chemie hat diese Waffe in den chemischen Kampfstoffen geliefert; sie hat auch die Anwendungsformen entwickelt und die Abwehrmittel geschaffen.

Rasch reifte die Einsicht, daß die neue Waffe entscheidenden Einfluß auf das Kriegsgeschehen ausüben kann, und so erklärt sich der Wettlauf aller Kriegführenden in der Auswahl, der Massenerzeugung und der Massenverwendung der besten chemischen Kampfstoffe sowie der vollkommensten Abwehrmaßnahmen, der bis zum Schluß des Krieges andauerte und uns selbst weit über die ursprüngliche Absicht der Gasverwendung — uneinnehmbare Stellungen dem Infanterieangriff zu öffnen — hinausführte und vor immer neue und größere Aufgaben stellte. Es blieb der Gaskampf nicht mehr Mittel zum Zweck, sondern wurde Selbstzweck; er wurde eine selbständige Waffe, ohne die keine größere strategische Aufgabe mehr zu lösen war. Unbestritten ist, daß Deutschland sich bis zum Ende des Krieges seine chemische Überlegenheit erhalten konnte; es siegte die chemisch höhere Form. In der Natur der neuen Kriegsmethode lag es sonach, daß manche Kampfstoffe nur vorübergehend in Verwendung waren und mit der weiteren Ausbildung der Methodik und den wachsenden Erfahrungen durch andere Stoffe von stärkerer oder neuartiger Wirkung ersetzt wurden. Deshalb finden wir unter den Kampfstoffen, ihren physikalischen Eigenschaften und ihrer chemischen Natur nach sehr verschiedenartige organische Verbindungen, die im Grade und in der Art ihrer Wirkung sich wesentlich voneinander unterscheiden.

Von den im Weltkrieg verwendeten Kampfstoffen ist kein einziger eigens zu diesem Zwecke erfunden worden; sie waren alle dem Chemiker lange vor dem Kriege bekannt gewesen. Die Zahl der damals für Kriegszwecke vorgeschlagenen und untersuchten Stoffe ging in die Tausende; doch nur etwa dreißig gelang-

ten als brauchbar zum Einsatz<sup>1)</sup>, und am Ende des Krieges verringerte sich diese Zahl auf etwa ein Dutzend. Denn außer der Giftwirkung müssen bestimmte physikalische Eigenschaften befriedigen, wie Dichte, Dampfdruck, Flüchtigkeit, Siedepunkt, Schmelzpunkt, Sefzhaftigkeit und Stabilität, und diese Forderungen schränken die Zahl der verwendbaren chemischen Stoffe außerordentlich ein; hinzu kommt die Berücksichtigung der Rohstoffbasis und der fabrikanerischen Herstellbarkeit. Erst in der Nachkriegszeit befaßte man sich mit der Synthese neuer Kampfstoffe in der naheliegenden Absicht, zu neuen Kampfstoffen von noch größerer Giftigkeit oder stärkerer Reizwirkung zu gelangen. Man versuchte die Kampfstoffe des Weltkrieges zu verbessern z. B. durch Ersatz ihrer Halogenatome durch andere Halogene oder Pseudohalogene und durch Erhöhung oder Verminderung der Halogenzahl. Solche Untersuchungen sind dazu angetan, die Beziehungen zu klären, die zwischen der chemischen Struktur einer Substanz und der Art ihrer schädlichen Wirkung zweifellos bestehen. Gerade auf dieses Problem ist viel theoretische und experimentelle Arbeit verwandt worden, jedoch ist es heute noch nicht möglich, allgemeine Gesetzmäßigkeiten auszusprechen. Man braucht nach dem, was aus den Arbeiten des Auslandes bislang bekannt geworden ist, neue Kampfstoffe von ungeahnter Wirkungsstärke nicht zu befürchten.

Für die Ordnung der Kampfstoffe in Gruppen hat sich die Einteilung nach taktischen Gesichtspunkten bis heute am besten bewährt; sie geht auf den Weltkrieg zurück und auf die äußere Kennzeichnung der Granaten mit farbigen Kreuzen. Die nachfolgende Tabelle enthält gemäß dieser Gruppierung die wichtigsten deutschen Kampfstoffe.

Der Einsatz der Kampfstoffe geschah im Weltkrieg nach den bekannten drei Verfahren: Abblasen, Gas-schießen und Gaswerfen; sie werden in künftigen Kriegen ihren Grundcharakter behalten, vermutlich

<sup>1)</sup> Bromessigester, Xylylbromid, Xylylenbromid, Benzylbromid, Chlorazeton, Chlor, Methylschwefelsäurechlorid, Chlorameisensäure-mono-chlormethylester, Chlorameisensäure-dichlormethylester, Bromazeton, Brom-methyläthylketon, Perchlormethylmercaptan, Äthylschwefelsäurechlorid, Phosgen, Akrolein, Perchlormeisensäuremethylester, Cyanwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Bromcyan, Chlorcyan, Chlorpikrin, Phenylcarbylaminchlorid, Diphenylchlorarsin, Dichlordiäthylsulfid, Phenylchlorarsin, Dimethylsulfat.



### Grünkreuzgruppe

Schwere Lungengifte. Reizwirkung und Geruch nicht sehr stark. Flüssigkeiten von großer bis mittlerer Flüchtigkeit. Siedepunkte 8.2—127°. Wirksam sind die Dämpfe. Seßhaftigkeit: gering, Nachstoßen nach 1 bis 3 Stunden möglich.

Chemische Bezeichnung	Formel	Deckname	Siedepunkt °C	Erträglichkeitsgrenze	Tödlich bei Einnahme von
Perchlorameisensäuremethylester ..	$ClCOOCCl_3$	„Perstoff“	127	40 mg/m <sup>3</sup>	etwa 4 mg
Phosgen .....	$COCl_2$	„Zusatz“	8.2	40 „	„ 3 „
Chlorpikrin .....	$CCl_3NO_2$	„Klop“	113	100 „	„ 15 „

Verwendung: Artillerie- und Gaswerfermunition bei Angriffen, schwach brisant (1 : 1), damit gerade Kampfstoff vergast.

### Blaukreuzgruppe

Schwere Reizstoffe: a) Augen-, b) Rachen- und Nasenreizstoffe. Giftwirkung: gering. Feste Stoffe von geringster Flüchtigkeit. Siedepunkte 247—410°. Wirksam nur als Schwebestoffe. Seßhaftigkeit: sehr gering, Nachstoßen nach einer Stunde möglich.

Chemische Bezeichnung	Formel	Deckname	Siedepunkt °C	Erträglichkeitsgrenze	Tödlich bei Einnahme von
Diphenylarsinchlorid .....	$(C_6H_5)_2As \cdot Cl$	„Clark I“	333	1—2 mg/m <sup>3</sup>	etwa 30 mg
Diphenylarsincyanid .....	$(C_6H_5)_2As \cdot CN$	„Clark II“	346	0.25 „	„ 30 „
Diphenylaminchlorarsin .....	$C_6H_5 \begin{matrix} \diagup NH \\   \\ As \\   \\ Cl \\ \diagdown \\ C_6H_5 \end{matrix}$	—	410	0.4 „	„ 35 „
Chloracetophenon .....	$C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_2Cl$	—	247	4—5 „	„ 30 „

Verwendung: Artilleriemunition bei Angriffen „Maskenbrecher“, stark brisant (2 : 1), damit Kampfstoff verdampft. Geländestreifen, durch Grün- und Blaukreuz sturmreif geschossen: „Bunte Räume des Angriffs“.

### Gelbkreuzgruppe

Ätzende Haut-, Zell- und Atmungsgifte. Reizwirkung und Geruch gering. Ölige Flüssigkeiten von geringer Flüchtigkeit. Siedepunkte 180—217°. Wirksam als Flüssigkeit (Spritzer) und als Dampf. Seßhaftigkeit: groß, Nachstoßen erst nach Tagen und Wochen möglich.

Chemische Bezeichnung	Formel	Deckname	Siedepunkt °C	Erträglichkeitsgrenze	Tödlich bei Einnahme von
Dichlordiäthylsulfid .....	$S(CH_2-CH_2Cl)_2$	„Lost“	217.5	—	etwa 12 mg
Chlorvinylchlorarsin .....	$CHCl=CH \cdot AsCl_2$	„Lewisit“	190	—	„ 14 „

Verwendung: Munition zur Verteidigung, stark brisant (2 : 1), damit Kampfstoff vernebelt. „Gelbe Räume der Verteidigung“.

aber durch Verbesserungen einen höheren Wirkungsgrad erreichen als im Weltkrieg.

Von diesen drei Anwendungsformen erfüllt keine die im militärischen Sinn ideale Forderung, Kampfstoffmassen über große Entfernung nach einem dem Gegner besonders bedrohlichen Punkte unerwartet zu werfen. Diese Forderung kann durch die Luftstreitkräfte erfüllt werden. Im Weltkrieg sind chemische Kampfstoffe von Flugzeugen aus nicht eingesetzt worden. Für den totalen Krieg der Zukunft ist der kombinierte Gas-Luft-Krieg als sicher anzunehmen. Drei Methoden sind zur Zeit möglich: der Gasbombenabwurf, das Abregnenlassen oder Versprühen flüssiger Kampfstoffe aus Flugzeugtanks im Tiefflug und drittens das Abkippen des flüssigen Kampfstoffes aus Behältern, die unter dem Schwanz des Flugzeuges angebracht sind, ebenfalls im Tiefflug. Der

Erfolg des aerochemischen Krieges hängt ab, abgesehen von der Witterung und dem Gelände, von der Einsatzmenge des Kampfstoffes. Man rechnet zur wirkungsvollen Vergiftung von 1 qkm 10 bis 12 t Kampfstoff, was bei einer Tragfähigkeit eines Bombenflugzeuges von 3 t schon den Einsatz von vier Bombenflugzeugen erforderlich macht.

Man darf den Hauptzweck der luftchemischen Waffe nicht darin sehen, durch sie möglichst viele Menschen tödlich zu vergiften, sondern — ganz abgesehen von der außerordentlichen Erschwerung der Kriegführung — darin, Industriewerke und Gefolgschaften, Städte und Bewohner, Dörfer und Stallungen, Lebensmittellager und Ernten in einen Zustand zu bringen, daß sie dauernd oder vorübergehend ihrem Zweck nicht mehr dienen können.

Für die Chemie hat sich ein neues, weites und ernstes Arbeitsgebiet geöffnet, die Kriegschemie.



# Physikalisch-chemische Grundlagen des Gasschutzes\*)

Von Dozent Dr. Linhard, Bergakademie Clausthal

Das Zurückgehen der Gastoten des großen Krieges von 35% auf 2,5% war das Ergebnis der erreichten Gasdisziplin. Gasdisziplin setzt unbedingtes Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Schutzgeräte voraus, deren wichtigstes auch heute die Gasmaske ist. Die deutschen Gasmasken, deren Entwicklung im Kriege von unseren Feinden so sehr bewundert wurde, haben einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Das Vertrauen zu ihnen zum Gemeingut des ganzen Volkes zu machen, ist eine wesentliche Aufgabe des Luftschutzdienstes. Zur Erreichung dieses Zieles wird es für die Masse des Volkes genügen, daß jeder das ihm anvertraute Gerät sachgemäß zu behandeln versteht. Von einzelnen muß aber verlangt werden, daß sie ihre Kenntnisse durch Verstehen der Grundlagen des Gasschutzes auf breitere Basis stellen. Zu ihnen gehört neben dem Luftschutzführer der Techniker, der auch im Frieden auf vielen Gebieten Gasschutzgeräte nicht mehr entbehren kann.

Eine wichtige Grundlage für das Verständnis des Arbeitsmechanismus der Gasmaske bilden Vorstellungen über den Aufbau der Materie im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand, die sich an Hand von Kugelmodellen erläutern lassen. Sie machen neben den wesentlichen Eigenschaften dieser Zustände zunächst das Ansteigen des Dampfdruckes mit der Temperatur und Zusammenhänge zwischen den Dampfdrücken verschiedener Substanzen und den Molekularkräften verständlich.

Die Dampfdrucktabelle läßt drei Gruppen erkennen. Gase, die die Luft unter Umständen vollständig verdrängen, Dämpfe, die sie immer nur verdünnen, und Stoffe, deren außerordentlich kleiner Dampfdruck vermuten läßt, daß ihre intensive physiologische Wirkung gar nicht auf den Dampf zurückzuführen ist.

Luft.....	
Kohlenoxyd.....	
Kohlendioxyd.....	58.8
Schwefelwasserstoff.....	16.6
Chlor.....	6.58
Schwefeldioxyd.....	3.24
Phosgen.....	1.90
Tetrachlorkohlenstoff.....	0.12
Xylylbromid.....	0.11
Chlorpikrin.....	0.024
Lost.....	0.000 085
Clark I.....	0.000 000 028
Clark II.....	0.000 000 001

In konzentrierter Gasatmosphäre, wie sie praktisch verhältnismäßig selten vorkommt, ist Ersatz des fehlenden Sauerstoffes die Vorbedingung für jeden wirksamen Schutz. In kleinen Räumen kann dies mit Schlauchgeräten, in großen nur mit Sauerstoffisoliergeräten erfolgen. In den weitaus meisten Fällen von Gasgefahr im Freien bleibt der schädliche Gasgehalt der Luft unter 2%. Hier genügt es, falls es sich nur um Atemgifte handelt, die gefährlichen Bestandteile durch Filtration zu entfernen. Das Gerät hierzu ist die Gasmaske, ihr wesentlicher Bestandteil das Filter.

Zur Filtration kann man die Atemluft poröse, mit kampfstoffbindenden Chemikalien getränkte Körnerschichten passieren lassen. Diese Methode hat den Vorteil, daß die einmal erfolgte chemische Bindung der schäd-

lichen Stoffe fest ist. Ihrer allgemeinen Anwendbarkeit im Gasschutz stellen sich aber insofern Hindernisse entgegen, als manche Kampfstoffe nur träge reagieren und der verschiedene chemische Charakter der Kampfstoffe zu viele spezifische Bindungschemikalien verlangt, die im kleinen Raum eines Atemfilters unter Wahrung kleinen Luftwiderstandes untergebracht werden sollen. Aus diesen Gründen ist eine andere, weniger spezifische Bindungsart, die allerdings unter Umständen reversible physikalische Adsorption von größerer Bedeutung geworden. Besonders geeignet für diese auf den Kapillar- und Oberflächenkräften fester Substanzen aufbauende Methode ist aktive Kohle, die mit der ungeheuren inneren Oberfläche von nahezu 1000 qm pro Gramm darstellbar ist. Für die Adsorbierbarkeit verschiedener Stoffe an Kohle ergibt sich, unter Ausnahme einiger stark basischer oder saurer anorganischer Gase und Dämpfe, weitgehender Parallelismus mit niedrigem Dampfdruck. Danach werden gerade die hochwirksamen, auf chemischem Wege oft schwer zu bindenden, organischen Kampfstoffe besonders leicht festgehalten. Durch Kohlefilter gehende Reste weniger gut adsorbierbarer anorganischer Gifte sind leicht durch dahintergeschaltete chemische Filter zu entfernen. Praktisch nicht adsorbiert werden die Stoffe mit dem relativ höchsten Dampfdruck, vor allem der für die Atmung unentbehrliche Sauerstoff, ebensowenig allerdings das gefährliche Kohlenoxyd.

Besitzen wir so in Kohle und chemikaliengetränktem Diatomit ausgezeichnete Aufnahmemittel für alle schädlichen Gase, außer Kohlenoxyd, so ist für eine wirksame Filtration noch Voraussetzung, daß während des Gasdurchgangs die zu bindenden Moleküle mit dem Filtermaterial überhaupt in Berührung kommen, was wiederum von den Strömungsverhältnissen im Filter und der Eigengeschwindigkeit der Teilchen abhängt. Die Wärmebewegung der Gasmoeküle ist bei der üblichen Filterkorngröße dazu schnell genug. Die Nebel und Rauche von Blaukreuzkampfstoffen, Metallen wie Blei, Zink usw. bestehen aber nun nicht aus einzelnen Molekülen, sondern Aggregaten von solchen, die wegen ihrer Zusammenstöße mit den Luftmolekülen zwar im Mittel die gleiche kinetische Energie,  $\frac{1}{2} m v^2$ , aber eben deshalb ihrer größeren Masse entsprechend kleinere Geschwindigkeit haben. Ein Schwebstoffteilchen von  $1 \cdot 10^{-4}$  cm Radius erleidet gegenüber einem einzelnen Molekül in der gleichen Zeit im Mittel eine etwa 100mal kleinere Verschiebung durch die Molekularbewegung. Es stößt beim Durchgang durch körnige Filter nicht an, sondern „schwimmt“ nach der Strömungsgesetzen in Kapillaren nahe der Mitte derselben in einer Zickzacklinie durch. Seine wirksame Filtration erfordert feinporiges Material. Im Kriege diente diesem Zweck eine vor den Ateminsatz geklemmte Zellstoffscheibe, deren Wirksamkeit allerdings in der mit der Feinporigkeit verbundenen Erhöhung des Atemwiderstandes eine Grenze gesetzt war. Heute bieten dickere Lagen feiner Faserstoffe oder zur Flächenvergrößerung gefaltete dichtere Filterpapiere mit mäßig erhöhtem Atemwiderstand vollkommenen Schutz gegen alle Schwebstoffe.

Die unterschiedliche Anordnung der im vorangehenden charakterisierten Filtermaterialien in den Atem-einsätzen der für den zivilen Luftschutz allein zugelassenen S- und Volksmaske sind aus Filterschnitten zu ersehen. Beide Masken tragen dem durch den Schwebstoffschutz erhöhten Atemwiderstand durch

\*) Abb. des Verfassers.



Ventilatung Rechnung. Sie schützen gegen alle chemischen Kampfstoffe, nicht gegen Kohlenoxyd.

Im industriellen Luftschutz handelt es sich im Gegen-

satz zum kriegsmäßigen häufig nur um bestimmte einzelne Gase oder nahe verwandte Gruppen von solchen. Die Filter sind im Interesse der Intensität des Schutzes und der Wirtschaftlichkeit diesen speziellen Bedürfnissen angepasst. Sie enthalten oft eine einzige einheitliche Filterschicht, die nur gegen be-

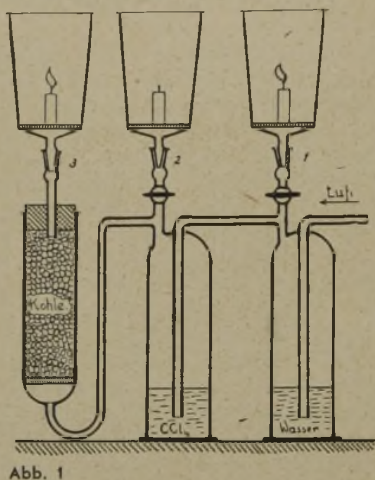


Abb. 1

Zwei an Hand der Abb. 1 und 2 kurz erläuterte Modell-Versuche unter Verwendung Scholtz'scher Glasrillfiltergeräte scheinen besonders geeignet, die Wirkungsweise von Kohle- und Schwefelwasserstofffiltern eindringlich zu demonstrieren und Vertrauen in das richtig gewählte Filter zu erwecken.

Abb. 1. Es ist nur ein Glasaufsatz mit Flamme nötig, der zunächst rechts bei 1 aufgesteckt wird. a) Die Flamme braucht wie der Mensch Sauerstoff. Bei Luftzufuhr (aus einer Stahlflasche) brennt sie auch im geschlossenen Raum. b) Ueber dem Ansatz 2 wird ihr mit Tetrachlorkohlenstoff vergiftete Luft zugeführt; sie stirbt in wenigen Sekunden. c) Ueber 3 hält das Kohlefilter den Giftstoff zurück, läßt den Sauerstoff durch: die Flamme brennt ruhig. d) Das „Durchschlagen“ erfolgt erst nach langer Zeit und allmählich.

stimmte Gase oder Schwebstoffe oder Staube schützt. Andererseits finden wir aber auch in der Industrie besonders in großen Filterbüchsen Kombinationen von Gas- und Schwebstofffiltern, die mit den Kohlenoxyd-filterbüchsen im Gegensatz zu den meisten einfachen Industrie-einsatzfiltern wegen ihres großen Atemwiderstandes und Totraumes wieder Ventilatilung erfordern.

So stehen heute für alle Zwecke hochvollkommene Filtergeräte zur Verfügung. Unerlässlich ist jedoch für wirksamen Filterschutz neben genügendem Sauerstoffgehalt der Luft die sachgemäße Auswahl der jeweils geeigneten Filter und Masken. Diese fordert in jedem Falle klares Erkennen der physikalischen und chemischen Eigenart der

Gefahrenquelle und der Möglichkeiten ihrer Bekämpfung unter möglichst geringer Beeinträchtigung der Arbeits- und Kampffähigkeit.

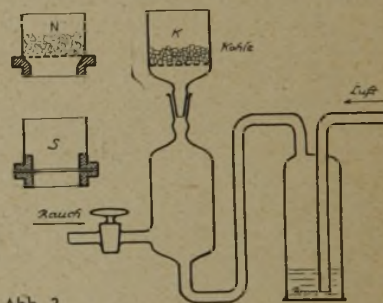


Abb. 2

Abb. 2. a) Das Filtergefäß K ist leer und läßt dicke braune Bromwolken (Grünkreuz, Lungengift) entweichen. b) Eine dünne Schicht aufgeschüttelter Aktivkohle adsorbiert sie sofort und restlos. c) Man bläst zum Brom durch den seitlichen Hahn Tabakrauch (Blaukreuz, Reizstoff, Buntschieß). Er geht bromfrei durch die Kohle. (Der Maskenträger reißt bei Unkenntnis der wahren Lage im Glauben an Undichtigkeit oder Erschöpfung des Filters die Maske ab und erliegt jetzt dem tödlichen Grünkreuz). d) Mit Gummiring auf K aufgesetztes Schnappdeckelpapier S hält den Rauch teilweise, Nebenschnappdeckel N vollständig zurück.

## Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung Von Prof. Dr. S. Valentin, Bergakademie Clausthal

Mit Rücksicht auf den knappen zur Verfügung stehenden Raum sollen hier nur die Methoden behandelt werden, die zur Prüfung metallischer Werkstücke dienen könnten. Und unter diesen mag die Besprechung der direkten Methoden im Vordergrund stehen. Das sind im Gegensatz zu den indirekten Methoden diejenigen, durch die man das Werkstück selbst untersucht, während man im indirekten Verfahren am Werkstoff oder am Werkstück Metallforschung treibt und auf Grund der bisherigen Ergebnisse der Metallforschung Schlüsse auf die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit des Werkstückes zieht.

In bezug auf die Verfahren selbst kann auf eine ziemlich umfangreiche Literatur hingewiesen werden. Die Prinzipie der Methoden sind verhältnismäßig einfach, wenn auch die Apparatenausführung zum Teil eine sehr eingehende Kenntnis der magnetischen und elektrischen Vorgänge und Erscheinungen und die Apparatbedienung zum Teil recht viel meßtechnische Erfahrung erfordert.

Als das wichtigste und allgemeinste Verfahren muß noch immer die Untersuchung mit Röntgenstrahlen gewertet werden, sowohl die Grobstruktur-Untersuchung (Durchstrahlung der Werkstücke) wie die Feinstruktur-Untersuchung (Prüfung auf Spannung bei Beanspruchungen und auf Eigenspannungen). Die Möglichkeit, Röntgenröhren für Spannungen von 300 bis 350 kV und mehr zu erhalten und mit diesen Spannungen zu betreiben, erlaubt heutigen Tages, Eisen von erheblicher Dicke ohne gar zu lange Expositionszeit auf Lunken und Einschlüsse zu untersuchen. Die vielfach bei den Prüfungen vorhandenen sehr starken Dickenunterschiede

erfordern Ausgleichsstücke (Keil, Folie z. B. aus Zinn), die, geeignet angebracht, das sonst auftretende Überstrahlen an den Rändern der dünneren Teile des Objekts unterdrücken können. Durch Schwermetallfilter kann man noch weitere Verbesserungen der Bilder erreichen. Erhebliche Vorteile bietet in solchen Fällen die Benutzung der harten  $\gamma$ -Strahlung radioaktiver Präparate, wie Radium und Mesothorium, die man jetzt leihweise erhalten kann. Anwendung findet dieses Röntgenstrahl-Untersuchungsverfahren in immer wachsendem Maße z. B. bei der Prüfung von Schweißnähten der verschiedensten Konstruktionsteile, auch fertiger Träger und Brücken, wobei es freilich einer sehr sorgfältigen Einstellung der Richtung der Röntgenstrahlen in die Haftflächen von Schweißmaterial und Werkstück bedarf. Luftwaffe, Marine und Heer sowie die Reichsbahn benutzen die Möglichkeit der Kontrolle durch Röntgenstrahlen ausgiebigst.

Ein besonderer Vorteil dieses Prüfverfahrens liegt in der Möglichkeit, die Lage des Fehlers im Werkstück genau ausmessen zu können. Durch zwei Aufnahmen mit gegeneinander etwas geneigten Strahlenbündeln kann man Stereoskopbilder gewinnen, und mit ihrer Hilfe kann man den Ort des Fehlers erkennen.

Statt des Films wird man jetzt häufig den Leuchtschirm zur direkten Beobachtung benutzen können, nachdem es der Technik gelungen ist, außerordentlich hell fluoreszierende Schirme herzustellen. Besonders bei Leichtmetallprüfung wird dieses Verfahren oft genügen.

Eine Möglichkeit, von dem etwas unbequemen und langwierigen photographischen Verfahren loszukommen,



ist die, als Indikator ein „Zählrohr“ nach Geiger und Müller zu verwenden. Es spricht, wie man weiß, auf Röntgenstrahlen und radioaktive Strahlen an, und wenn man es bis auf ein Strahleneintrittsfenster mit Blei abdeckt, kann man mit ihm die Wand eines Rohres oder Kessels oder dergleichen, die sich zwischen Röntgenröhre und Zählrohr befindet, auf schwache Stellen abtasten. Die Apparatur, deren Empfindlichkeit in weiten Grenzen geändert werden kann, ist von der Reichsröntgenstelle (Dr. Berthold) ausgearbeitet und von der Firma Clarening, Düsseldorf (Dr. Claren), gebaut worden. Der Vorteil dieses Gerätes ist die Schnelligkeit, mit der ein Werkstück geprüft werden kann. Eine weitere Annehmlichkeit besteht darin, daß eine Einrichtung zur Registrierung der Anzeigen des Zählrohrs getroffen ist.

Der sehr großen Zuverlässigkeit der Röntgenstrahlprüfung steht leider als Nachteil die Umständlichkeit der Methode infolge des Umfangs und der Kosten der nötigen Apparatur gegenüber. Serienmäßige Prüfung von Stangen, Blechen, Rohren kommt nur in Frage, wenn auf die zuverlässige Untersuchung jedes einzelnen Werkstücks besonderes Gewicht gelegt wird. Auf der Suche nach einfacheren Methoden gelang es nun, einige lange bekannte magnetische und elektromagnetische Erscheinungen auszunutzen und zur Grundlage von Prüfverfahren zu machen. Die eine Methode, die freilich nur bei magnetischen oder magnetisierbaren Werkstücken anwendbar ist, ist das Magnetpulver-Verfahren (vergl. Arbeiten von Dr. Berthold, Prof. Dr. v. Schwarz u. a.). Bei ihm wird das Austreten magnetischer Flußlinien aus der Oberfläche eines im magnetischen Feld befindlichen Werkstücks infolge von Rissen in der Nähe der Oberfläche festgestellt; das geschieht durch Eisenfeilspäne, die in einer Aufschwämmung von Öl und Petroleum darüber gespritzt werden, an den Fehlstellen haften bleiben und sie kennzeichnen. Die Empfindlichkeit ist außerordentlich hoch, allerdings werden nur Risse an der Oberfläche oder dicht unter der Oberfläche angezeigt, und es ist nicht sicher, ob die durch das Pulververfahren nachgewiesenen Risse immer für den Gebrauch des Werkstücks als bedenklich anzusehen sind. Untersuchungen über die Bedeutung kleiner und kleinster Oberflächenrisse für die Güte des Werkstücks sind im Gang.

Durch die andere Methode, der die elektromagnetische Induktion zugrunde liegt, versucht man, ebenfalls den Austritt magnetischer Flußlinien aus der Oberfläche des Eisens an Fehlstellen nachzuweisen. Die elektromagnetische Induktion kann aber noch in einer anderen Weise Anwendung finden, in einer Art, die nicht auf magnetisierbares Material beschränkt ist, sondern auch andere Metalle auf Fehler zu untersuchen erlaubt. Bringt man ein Metallstück in eine von Wechselstrom durchflossene Spule oder in ihre Nähe, so entstehen in ihm Wirbelströme. Diese bilden sich weniger gut aus, wenn das Material Rißfehler besitzt, und wirken auf eine zweite Spule, so daß aus der Höhe der induzierten Spannung an ihren Enden auf die Beschaffenheit des Werkstückes geschlossen werden kann. Es sind verschiedene Apparaturen auf diesem

Prinzip aufgebaut worden. Unter anderen hat Schirp eine Anordnung angegeben, die Vorzügliches leistet. Auch bei dieser Methode handelt es sich freilich hauptsächlich um den Nachweis von Oberflächenfehlern.

Völlig andersartig als die bisher genannten Verfahren ist die Untersuchung des Werkstücks auf Spannungen, die bei der Beanspruchung des Werkstücks auftreten und die natürlich über eine gewisse Höhe nicht hinausgehen dürfen. Diese Spannungen im Werkstück bei der Beanspruchung kann man aus den Dehnungslinien bei der Beanspruchung berechnen. Und um diese Dehnungen am fertigen Stück zu messen, bedient man sich zweier Methoden. Entweder mißt man mit sehr empfindlichen Apparaten die Änderung kleiner, durch eingeritzte Marken festgelegter Längen (1 bis 2 mm) bei der Beanspruchung, oder man bestimmt die Dehnung durch Feinstrukturuntersuchung mit Röntgenstrahlen. Wever und seine Mitarbeiter haben einige Werkstücke in dieser Weise auf Spannung untersucht und sind dabei zu interessanten Aufschlüssen über die Spannungen, die in angeschweißten Ecken und Winkeln bei der Beanspruchung auftreten, gelangt.

In letzter Zeit versucht man die Ausbildung von Ultraschallwellen im Werkstück zur Untersuchung auf Lunker, Einschlüsse und sonstige Inhomogenitäten heranzuziehen. Die Methode ist noch in der Ausbildung begriffen und zweifellos aussichtsreich.

Zum Schluß noch eine kurze Bemerkung über die indirekten Verfahren. Es ist das Streben der Metallkundler, einen Werkstoff so genau kennenzulernen, daß man weiß, unter welchen Bedingungen man mit Sicherheit dieses oder jenes Werkstück in größter Vollkommenheit aus ihm gewinnen kann. Zu dieser Sicherheit über die Güte des Werkstücks gehört dann:

1. Kenntnis der Zusammensetzung des Werkstoffs und Kenntnis des Einflusses der verschiedenen Zusätze und Behandlungsweisen auf die Verarbeitungsmöglichkeit des Werkstoffs zu einem bestimmten Werkstück und
2. die Gewißheit, daß bei der Herstellung von Werkstoff und Werkstück nach den Vorschriften gearbeitet worden ist, also eine Betriebskontrolle, die sich hauptsächlich auf die Zusätze zum Werkstoff und auf die Wärmebehandlung von Werkstoff und Werkstück beziehen muß.

Ist dieses Stadium erreicht, dann wird es genügen, stichprobenweise das eine oder andere Exemplar der fertigen Werkstücke nach einer der vorgenannten direkten Methoden oder daraufhin zu untersuchen, ob der Werkstoff, aus dem das Stück besteht, die gewünschte und als notwendig erkannte Beschaffenheit besitzt, also z. B. gewisse charakteristische Merkmale elektrischer, magnetischer oder struktureller Art. Dabei ist es von großem Wert, daß sich elektrische und magnetische Untersuchungen und Feinstrukturmessungen mit Hilfe von Röntgenstrahlen meist unschwer am fertigen Werkstück ausführen lassen. Mit der Forderung dieser Kenntnisse ist freilich ein Ziel gesteckt, zu dessen Erreichung noch manche Forschungsarbeit geleistet werden muß.



# Entwicklung und Möglichkeiten der Wasserwirtschaft des Harzes \*)

Von Dozent Dr.-Ing. K. Bechtold, Bergakademie Clausthal

Der Harz, namentlich der westliche Gebirgsteil, der sogenannte Oberharz, ist eins der niederschlagsreichsten Gebiete der deutschen Mittelgebirge. So beträgt auf dem 550 bis 600 m hohen Clausthaler Hochplateau die mittlere jährliche Niederschlagshöhe 1300 bis 1400 mm und steigt in dem um 300 bis 500 m höher gelegenen Gebirgsmassiv des Brocken, Bruchberg und Acker bis über 1600 mm.

Wenn man weiter bedenkt, daß das Harzgebirge nach Norden, Westen und Süden steil und unvermittelt in das umgebende Flach- und Hügelland abfällt, daß an tief eingeschnittenen Flußtalern, also großen Niveauunterschieden auf engem Raum, kein Mangel ist, und die auf dem Harz niedergehenden Wasser eine ungewöhnlich hohe Abflußziffer — bis 68% im westlichen Harz — haben, so wird verständlich, daß die Fragen der Wassernutzung wie der Wasserschäden von jeher im Harz eine große Rolle gespielt haben.

## Die alte bergmännische Wasserwirtschaft

Die um Jahrhunderte zurückreichende Entwicklung der Oberharzer Wasserwirtschaft war stets, bis in die letzten Jahrzehnte, fast ausschließlich vom Erzbergbau getragen und auf dessen Bedürfnisse eingestellt.

Es gibt im engeren Harzgebiet keine natürlichen Seen; die heute noch für das Landschaftsbild des Clausthaler Hochplateaus charakteristischen Seen und Teiche — insgesamt rund 60 — sind alle vom alten Bergbau als künstliche Stauteiche angelegt worden und rechnen zu den ältesten Talsperren Deutschlands oder gar Europas. Zwar dürfte der früheste um 1298 erwähnte künstliche Stauteich im Harz wohl von den bergbautreibenden Mönchen jener Zeit angelegt, aber kaum für bergbauliche Zwecke bestimmt gewesen sein. Dies gilt aber jedenfalls für alle nach 1500 entstandenen Stauseen, die, wie die gesamte damalige Wasserwirtschaft überhaupt, der Versorgung der zahlreichen Bergbaubetriebe mit Wasserkraft, insbesondere für Förderung und Wasserhaltung, sowie mit sonstigem Verbrauchswasser dienen.

Der planmäßige Ausbau der alten bergmännischen Wasserwirtschaft, das weitverzweigte System der Sammlung, Heranschaffung, Verteilung, Speicherung und Nutzung der Wasser muß als ein frühes großangelegtes technisches Gemeinschaftswerk angesprochen werden. Allerdings hatte man von dem Grundsatz „Gemeinnutz geht vor Eigennutz“ auch in der Wasserwirtschaft nicht von jeher eine vorbildliche Auffassung; so soll um die Mitte des 16. Jahrhunderts von einem Zellerfelder Berghauptmann ein Stausee eigens dazu benutzt worden sein, um die benachbarten Gruben des Clausthaler Reviers zu ersäufen.

Entsprechend dem steigenden Betriebswasserbedarf mußten die Wasser aus immer größerer Entfernung mittels Auffang- und Sammelgräben herangeschafft werden. Eine der bedeutendsten Leistungen war der von Clausthal bis schließlich zum Brockengebiet ausgedehnte, heute noch in Betrieb befindliche sogenannte *Dammgräben* mit dem ein rund 1000 m breites Tal überquerenden, 1733 vollendeten „Sperberhaier Damm“. Die Gesamtlänge der Auffang- und Sammelgräben betrug maximal etwa 200 km. Mit rund 200 Rädern und Triebwerken wurden an die 2000 PS Arbeitsleistung gewonnen. Der Harz galt damals nicht nur als Hohe Schule der Bergbautechnik, sondern auch des Wasserbaues und der ebenso fort-

schriftlichen Maschinenwirtschaft. Leibniz und James Watt haben hier ihre Studien getrieben. Hervorzuheben ist ferner die bereits 1714 im Brockenfelde in 720 m Höhe zur Wasserversorgung des Andreasberger Bergbaubezirkes erbaute *Oderteichtalsperre* mit rund 1,7 Mio m<sup>3</sup> Stauraum, die bis 1898, also fast zwei Jahrhunderte lang, die größte Talsperre Deutschlands war.

Nicht minder bedeutend waren die der Wasserlösung dienenden und schließlich der Wasserwirtschaft selbst wieder zugute kommenden bergmännischen Leistungen, wie der 1777 begonnene, in zweiundzwanzigjähriger Arbeit, hauptsächlich von Lohnabzügen der Bergleute erbaute 19 km lange Tiefe *Georg-Stollen*, der für den i. M. 550 m über N. N. liegenden Clausthaler Bergbaubezirk ein auf rund 300 m über N. N. liegendes Niveau für die Wasserableitung schaffte. Einen weiteren wesentlichen Gewinn brachte der von Gittelde am westlichen Harzrand in etwa 200 m Höhe über N. N. ins Gebirge getriebene, insgesamt etwa 26 km lange, 1864 vollendete *Ernst-August-Stollen*.

Durch diese künstlich erzeugten bedeutsamen Nutzgefälle waren der Krafterzeugung neue Möglichkeiten eröffnet. Indem man die Wasser durch Druckleitungen in die Schächte einzog, konnte man in untätigen Kraftanlagen leistungsfähigere Wasserkraftmaschinen, nämlich Wassersäulenmaschinen (seit 1830), Wasserturbinen zur Elektrizitätserzeugung (seit 1890) und Hydrokompressoren zur Druckluftherzeugung (seit 1910) betreiben.

Noch heute — nach der in den letzten Jahrzehnten erfolgten weitgehenden Einschränkung des Oberharzer Bergbaubetriebes — werden die Wasser vom Bruchberg und anderen Sammelgebieten über die alten Grabensysteme zum Clausthaler und Andreasberger Revier geführt, um in untätigen Turbinenzentralen in allerdings nach heutigen Begriffen bescheidenem Umfange der elektrischen Krafterzeugung zu dienen und dann durch die alten Stollen zum Harzrand abzuführen.

## Die gegenwärtigen wasserbaulichen Arbeiten im Harz — Harzrandsperrn

Die wasserbaulichen Arbeiten im Harz in der jüngsten Vergangenheit und in der nächsten Zukunft sind gekennzeichnet durch einen Kranz von Talsperren rund um den Harz. Davon sind bereits ausgeführt die Sperrn in den zur *Leine* entwässernden südwestlichen Harztälern der Söse und Oder. In Angriff genommen sind Sperrn in den nördlichen Tälern der Oker und Ecker, die zum Flußgebiet der Aller gehören, und solche in den Bodetälern, die nach Osten in das Stromgebiet der Elbe entwässern.

Die nach dem Kriege aufgenommenen planmäßige Bearbeitung der gesamten wasserwirtschaftlichen Fragen durch die das Harzgebiet überdeckenden Provinzen Hannover und Sachsen hatte das Ergebnis gebracht, daß wasserbauliche Arbeiten im Harz ganz vordringlich zur Förderung der Landeskultur der Harzvorländer durch Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung, ferner zur Versorgung näherer und weiterer Gebiete mit geeignetem Trink- und Nutzwasser durchzuführen sind. Die zu diesem Ziel notwendigerweise mit großem Zufluß und großem Stauraum auszuführenden, also vorwiegend in niedriger Höhenlage am Gebirgsrand anzulegenden Talsperren können naturgemäß

\*) Abb. des Verfassers



der Energiegewinnung aus den im Innern des Gebirges niedergehenden Wassern nur in ganz untergeordnetem Maße dienen. Auf die Frage des Großausbaues der Harzer Wasserkräfte wird weiter unten eingegangen.

Von den bereits erstellten und geplanten Talsperren soll hier nur einiges Bemerkenswertes hervorgehoben werden:

Die von 1928 bis 1932 erbaute **Sösesperre** mit 25 Mio m<sup>3</sup> Stauraum hat als vornehmste Aufgabe die Trinkwasserversorgung von großen Teilen der Provinz Hannover sowie Bremen. Die Sperre kann ohne Schädigung der Unterlieger 12 bis 15 Mio m<sup>3</sup>/Jahr durch die Fernwasserleitung abgeben, da von den ihr zufließenden 35 Mio m<sup>3</sup>/Jahr ungefähr die Hälfte Hochwasser sind. Die bis Bremen über 200 km lange Fernwasserleitung ist die größte zusammenhängende Wasserleitung Europas. Die gänzlich unbedeutende Krafterzeugung der Sperre beläuft sich auf etwa 3 Mio kWh/Jahr.

Die 1934 fertiggestellte **Odertalsperre** mit einem Stauraum von 30 Mio m<sup>3</sup> und 66 Mio m<sup>3</sup> mittlerem Jahreszufluß dient fast ausschließlich dem Hochwasserschutz und Wasserausgleich im westlichen Harzvorland. Die Stromerzeugung beträgt 6 Mio kWh/Jahr. Der Sperrdamm ist ebenso wie bei der Sösetalsperre als Erddamm mit Betonkern ausgeführt.

Die im **Oker**tal im letzten Jahr in Angriff genommene Talsperre mit 45 Mio m<sup>3</sup> Stauraum und 65 Mio m<sup>3</sup> mittlerem Jahreszufluß ist geplant zu Zwecken der direkten und indirekten Inanspruchnahme des Okerabflusses durch die nördlich des Harzes neu entstehende Industrie, ferner für landwirtschaftliche Melioration des nördlichen Vorlandes. Wahrscheinlich wird das Gebrauchswasser der Industrie nicht unmittelbar aus der Sperre, sondern aus dem Grundwasser in den Kiesen des Okerflußtales entnommen.

Bemerkenswert ist, daß die Sperre entsprechend den wechselnden landwirtschaftlichen Belangen in der Zeit von Mitte März bis Mitte Mai sowie Mitte Juli bis Mitte August regelmäßig ungefähr die dreifache sekundliche Ausflußmenge abgeben soll wie in den übrigen Monaten. Entsprechend verteilt sich auch die Stromerzeugung des Kraftwerkes, welches im übrigen ein reines Laufstromkraftwerk ist, da für Spitzenwasserausgleich kein genügend großes Unterwasserbecken zur Verfügung steht. Im Jahresmittel werden 8 Mio kWh erzeugt.

Im oberen **Eckertal** ist eine Talsperre mit 13 Mio m<sup>3</sup> Stauraum geplant, deren Jahreszufluß von 16 Mio m<sup>3</sup> fast restlos, nämlich mit mehr als 14 Mio m<sup>3</sup> jährlich als Trinkwasser abgegeben werden soll, so daß nur geringfügige Mengen für die Unterlieger verfügbar bleiben. Da die Sperre aber verhältnismäßig hoch liegt (über 500 m über N. N.), ist im Mittel- und Unterlauf des Flusses noch genügend Wasser aus eigenem Niederschlagsgebiet vorhanden. Das außerordentlich hochwertige Trinkwasser soll wahrscheinlich in der Hauptsache in Richtung Fallersleben geführt werden. Die Kraftanlage ist unbedeutend und dient im wesentlichen nur dem eigenen Bedarf.

In den verzweigten Tälern der **Bode** am Harzostabhang sind im ganzen sieben Talsperren projektiert. Von dem Gesamtstauraum von etwa 134 Mio m<sup>3</sup> nimmt das Sperrbecken im Rappbodetal 110 Mio m<sup>3</sup> in Anspruch. Die geplanten Bodetalsperren dienen zur Milderung der in diesem Gebiet besonders starken Hochwasserschäden, die allein für das Hochwasser 1925/26 auf 9 Millionen RM. geschätzt wurden, ferner der Erhöhung der Niedrigwasser und des Grundwasserstandes in der Bode-Niederung, der ver-

gleichmäßigten Wasserabgabe in die Saale und Elbe und schließlich einer erheblichen Trink- und Brauchwasserabgabe von möglicherweise bis 60 Mio m<sup>3</sup>/Jahr. Die Fernwasserleitungen sollen den Raum bis Halle—Bitterfeld—Leipzig—Magdeburg und Staßfurt versorgen. Die Stromerzeugung in mehreren Kraftwerken wird sich auf rund 50 Mio kWh stellen.

Endlich ist noch in fernere Aussicht genommen, in dem zwischen Söse und Oder nach Südwesten gelegenen Tal der sehr hochwassergefährlichen Sieber eine Sperre mit etwa 22 Mio m<sup>3</sup> Stauraum anzulegen, von der zugleich eine Ergänzung der Sösesperre mit Trinkwasser erfolgen soll.

### Die Frage des Großausbaues der Harzer Wasserkräfte

Obwohl nach den eingangs geschilderten hydrologischen und geographischen Verhältnissen des Harzes (sehr hohe Niederschlags- und Abflussumengen auf engumschlossenem, hochliegendem, steilabfallendem Gebiet) die Möglichkeiten für Großwasserkraftanlagen zunächst außerordentlich günstig erscheinen, und die natürlichen Wasserkräfte gegenüber anderen Gebieten der Berg- und Hügelländer Preußens, auf gleiche Gebietsgröße bezogen, etwa fünfmal größer einzuschätzen sind<sup>1)</sup>, hat man sich bisher zu einem Ausbau dieser Wasserkräfte nicht entschließen können.

Tatsächlich ergeben sich bei näherer Betrachtung für die Verwirklichung ungewöhnliche Schwierigkeiten, die vorwiegend in folgenden Umständen begründet sind. Die Abflussumengen aus dem höheren Gebirgsgebiet verteilen sich ziemlich gleichmäßig auf die zahlreichen vom Gebirgszentrum, also vom Brocken-Buchberg-Massiv strahlenförmig nach außen gehenden Harzflüsse. Es ist daher zunächst nicht möglich, die für eine Großkraftanlage lohnende Wassermenge ohne weiteres in einer hochliegenden Talsperre aufzufangen und auszugleichen. Vielmehr müssen durch besondere und ziemlich kostspielige **Sammel-systeme** (entweder Hanggräben oder Ringstollen) die in den einzelnen Einzugsgebieten anfallenden Wassermengen gesammelt und einer solchen Talsperre zugeführt werden. Das so zusammengeführte Wasser kann zur Kraftnutzung vorzugsweise nur in einer oder wenigen Linien aus dem Harzgebiet abgeleitet werden, wobei es mit größerem, also lohnenderem Ausmaß der Wassernutzung offensichtlich immer schwieriger wird, für die übrigen Flußgebiete die Schädigungen durch Wasserentziehung in angemessenen Grenzen zu halten.

Besonders unglücklich für einen Großausbau, also weitgehende Zusammenfassung der natürlichen Wasserkräfte, macht sich der Umstand, daß gerade die im Regenschatten des Gebirges liegende sehr niederschlagsarme Ostseite des Harzes dringend der Erhaltung und Vermehrung ihrer Wasser bedarf, während die zentral gesammelten Wassermengen zur wirtschaftlichen Kraftnutzung nur nach den nahegelegenen Steilrändern des Harzes im Westen, Norden oder Süden abgeführt werden könnten.

Nichtsdestoweniger hat es bis in die jüngste Zeit nicht an Arbeiten gefehlt, die sich eingehend mit der Nutzbarmachung der Wasserkräfte im großen befaßt und eine Reihe von mehr oder weniger weit durchgearbeiteten Vorschlägen gebracht haben, und es darf keineswegs das Ziel eines Großausbaues der Harzwasserkräfte als undiskutabel abgetan werden, wenngleich wegen anderer vordringlicher Aufgaben ein Aufwand an Arbeit und Geld in dem hier erforderlichen Maß im Augenblick nicht zugänglich erscheint.

<sup>1)</sup> Hölfige: Die Wasserwirtschaft im Harz. Göttingen 1925.





Erläuterungen zum Kartenbild: 1 = Bode-Talsperre; 2 = Oder-Talsperre; 3 = Söse-Talsperre; 4 = Oker-Talsperre; 5 = Ecker-Talsperre; 6 = Oderteich (vergrößert); 7 = Proj. Hoher Innerste-Teich; D = Dammgraben; ● = Kraftwerke; Kö = Projekt Köhler; S = Sammelgrabensystem auf Höhe 740, Proj. Köhler; Fr = Projekt Franzius; Li = Projekt Link

Es sei hier nur kurz auf die wesentlichsten Merkmale einiger Projekte hingewiesen.

Dr. Fricke, Dr. Büsselberg, Reg.-Baumeister Spannuth, Berlin<sup>2)</sup>, 1914

Hier wird erstmalig die für die Verhältnisse des Harzes für Großwasserkraft-Nutzung notwendige Forderung:

„Statt Talsperren baue man Höhenteiche“

zum Grundsatz gemacht. Vorgeschlagen wird ein großes Sammelbecken im Quellgebiet der Innerste bei Clausthal mit 20 bis 40 Mio m<sup>3</sup> Stauraum mit entsprechendem Ausbau des Dammgraben-Sammelsystems und eine Vergrößerung des Oderteiches im Brockengebiet, jedoch noch nicht eine zentrale Zusammenfassung der verschiedenen Wassernutzungssysteme. Überschlägig wird für das Clausthaler System eine Energiegewinnung von 40 Mio kWh/Jahr, für den ganzen Westharz einschließlich Brockenmassiv, ausschließlich Bodegebiet, eine solche von über 100 Mio kWh je Jahr angegeben.

Bergrat Köhler<sup>3)</sup>, Recklinghausen

Durch einen in rund 740 m Höhe das Brocken-, Bruchberg- und Ackermassiv umschließenden Sammelgraben und einige Abkürzungs- und Verbindungsstollen werden etwa 85 Mio m<sup>3</sup>/Jahr Wasser aus den Einzugsgebieten der Oder, Sieber, Söse, Oker, Ecker, Radau und untergeordnet der Bode) dem 740 m hoch liegenden Oderteich zugeführt, der dazu etwa auf 25 Mio m<sup>3</sup> Stauraum vergrößert werden soll.

Führung der im Oderteich ausgeglichenen Wasser durch 4 km langen Stollen zum nördlichen Steil-

hang des Bruchberges, wo in 580 m Höhe, also auf dem Niveau des alten, nach Clausthal führenden Dammgrabens das Kraftwerk I errichtet wird, welches rund 25 Mio kWh/Jahr Laufstrom erzeugen soll. Spitzenstromerzeugung hier nicht möglich, da an diesem Steilhang keine Gelegenheit für Unterwasserausgleich besteht.

Abwasser von Kraftwerk I, durch weitere Zuzüge auf 110 Mio m<sup>3</sup>/Jahr erhöht, werden teils durch erweiterten alten Dammgraben, teils durch Stollen nach Clausthal geleitet, wo ähnlich der bestehenden untertägigen Turbinenanlage, jedoch in vergrößertem Ausmaß, das Kraftwerk II in einem vorhandenen Schacht in der Höhenlage des Ernst-August-Stollens, also rund 200 Meter über N. N., errichtet werden soll.

Ableitung der Wasser durch den rund 12 km langen erweiterten oder doppelt aufgefahrenden Ernst-August-Stollen bis zum westlichen Harzrand bei Gitfelde (190 m über N. N.). Erzeugung im Kraftwerk II etwa 75 Mio kWh/Jahr. Als Sammelbecken vor Kraftwerk II ist wiederum der bereits von Fricke vorgeschlagene Stauteich im Innerste-Quellgebiet mit 10 bis 40 Mio m<sup>3</sup> Stauraum in Aussicht genommen. Spitzenstromerzeugung im Kraftwerk II jedoch durch die beschränkte Wasserableitung bzw. Wasserspeicherung u. T. in Frage gestellt.

Insgesamt also rund 520 m Nutzgefälle und 100 Mio kWh/Jahr Stromerzeugung.

Eventuell durch eine weitere Vorstufe, nämlich Ableitung des Wassers vom Harzrand durch 15 km langen Stollen bis zum Leinetal bei Kreiensen (rund 100 m über N. N.), Erhöhung des Nutzgefälles auf insgesamt 600 m und der Stromerzeugung auf 120 Mio kWh je Jahr.

<sup>2)</sup> Vorschläge zur Neugestaltung der Wasserwirtschaft im Harz, Halle 1914.  
<sup>3)</sup> Vorgelesen erstmalig 1921 in der Wasserwirtschaftlichen Gesellschaft Hannover — Denkschrift „Das Oberharzwerk“ Charlottenburg 1924.



Gegen Projekt Köhler vorgebrachte Einwände richten sich in der Hauptsache auf die beschränkten Möglichkeiten zur Spitzenstromerzeugung, die fragliche Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit des ausgedehnten Auffang- und Sammelgrabensystems und die Inanspruchnahme und hohen Erweiterungskosten des Ernst-August-Stollens.

Alternativ wird von Köhler bereits an Stelle der westlichen auch die nördliche Wasserableitung vorgesehen.

Prof. Franzius, Wasserwirtschaftliche Gesellschaft Hannover, 1924

Übernahme der alten Hanggrabenidee, nämlich Auffangen und Ableiten des Wassers des Brocken-Bruchberg-Massivs auf Höhe 740 m über N. N. durch ausgedehnte Auffang- und Sammelgräben zum „Großoderteich“ — entsprechend Projekt Köhler —, dann jedoch Ableitung des Wassers zur Krafterzeugung in Richtung des Siebertales nach Südwesten, teils durch Schächte sowie insgesamt 20 km lange Stollen bis nach Scharzfeld und Rhumspringe am Harzrand. Gesamtgefälle 500 m. Projekt darf heute als überholt gelten, da Wasserabgabe nach dem nördlichen Harzvorland wichtiger geworden ist.

Reg.-Baumeister Momber, Talsperren-Neubauamt Goslar, 1924

Im Auftrage des Reichsverkehrsministeriums wurde hier ein ungewöhnlich großzügiger Entwurf ausgearbeitet, der die Abführung von insgesamt 215 Mio m<sup>3</sup>/Jahr Wasser aus dem Harz zur Speisung des Mittellandkanals bei gleichzeitiger krafftechnischer Ausnutzung mit 130 Mio kWh/Jahr zum Ziel hatte. Da hierbei eine untragbare Schädigung des wasserarmen Ostharzes durch Herüberdrücken großer Wassermengen aus dem Bodetal zum nordwärts entwässernden Eckertal eingetreten wäre, ferner sich unverhältnismäßig hohe Baukosten bei ungenügender Gefälleausnutzung ergeben hätten und schließlich die Speisung des Mittellandkanals eine anderweitige Lösung fand, wurde dieses Projekt aufgegeben.

Baudirektor Dr. Link und Dipl.-Ing. Gaebel, Essen, 1927

Die Sammelstufe in 740 m Höhenlage des Brocken-Bruchberg-Massivs und Speicherung in dem auf 25 Mio m<sup>3</sup> vergrößerten Oderteich sowie oberste Krafterzeugung im Kraftwerk I an der Nordsteilwand des Bruchbergs — Projekt Köhler — wird wieder beibehalten, jedoch wird die Ableitung zur weiteren Krafterzeugung zum nördlichen Harzrand gerichtet, der in einem Kraftwerk im Radautal bei Bad Harzburg in einer Entfernung von 13 km Luftlinie vom zentralen Oderteich erreicht wird, gegenüber einer Entfernung von 24 km vom Oderteich bis zum Harzwestrand bei Projekt Köhler. Demgegenüber ist zu berücksichtigen, daß die bei der westlichen Führung evtl. zu benutzenden vorhandenen Stollen, Gräben und Schächte bei der Nordführung neu erstellt werden müßten und die bei der Westführung in der zweiten Stufe anfallenden zusätzlichen Wasser in Fortfall geraten. Die Krafterzeugung stellt sich auf etwa 70 Mio kWh/Jahr, bei etwa vierfacher Leistungsspitze der unteren Stufe. Alternativ ist noch der Anschluß einer weiteren Stufe bis Vienenburg mit zusätzlichen 70 m Gefälle vorgesehen.

Prof. Collorio, Hannover, 1936, unveröffentlichter Entwurf

Der Entwurf stellt sich die Aufgabe, unter Berücksichtigung landeskultureller Belange und der bereits

erstellten und geplanten Harzrandsperrren die extremen Möglichkeiten eines zentralen Großausbaues der Harzer Wasserkräfte zu untersuchen. Es können an dieser Stelle nur einige wenige charakteristische Merkmale dieser Untersuchungen und Vorschläge wiedergegeben werden.

Collorio legt die Hauptsammelstufe nicht, wie in den meisten anderen Projekten, auf 740 m, sondern auf rund 600 m. Da natürlich ein auf dieser Höhenlinie um das Zentralmassiv des Gebirges gezogenes Sammelgrabensystem eine unverhältnismäßig große Länge haben würde und Collorio allgemein der Auffassung ist, daß Hanggräben den erforderlichen großen und starken Abflüssen nicht gewachsen, nicht genügend betriebssicher und schwer zu überwachen sind, sollen die Zuflüsse der 600-m-Stufe hauptsächlich durch einen Ringstollen mit Einlaufschächten gesammelt werden. Zum Ausgleich dienen kleine Sammelbecken in den einzelnen angeschnittenen Flußtälern, in der Hauptsache jedoch eine große Talsperre im Odertal auf Höhe 600 und ein Gegenbecken in der Radau, die sich also beide durch den Ringstollen auf Höhe 600 m über N. N. ausspiegeln.

Dieser Hauptstufe ist noch eine kleinere Oberstufe in Höhe des Oderteiches vorgeschaltet. Das in der Hauptstufe gesammelte und ausgeglichene Wasser soll bis zur Höhe von 200 m über N. N. am nördlichen Harzrand, nämlich vorzugsweise in einem bei Harzburg zu errichtenden Kraftwerk, ausgenutzt werden, wobei eine gesamte Krafterzeugung von etwa 165 Mio kWh/Jahr erwartet wird bei einer Leistungsspitze von 100 000 oder gar 200 000 PS. Durch Einbeziehung der durch die Talsperrenwerke im Okertal und Bodetal gebildeten Mittelstufe (400 m über N. N.) und schließlich durch Anschluß von Unterstufen im Harzvorland könnte nach den Feststellungen Collorios eine Gesamtnutzung der Harzer Wasserkräfte bis über 300 Mio kWh/Jahr bei vierfacher oder noch höherer Leistungsspitze erzielt werden. Wie bereits bemerkt, handelt es sich bei den hier gemachten Angaben um die Extremausgestaltung des Entwurfes, wozu verschiedene Abwandlungsmöglichkeiten im Projekt vorgesehen sind. Die den verschiedenen Flußläufen entzogenen Wassermengen können nach den Untersuchungen Collorios durch künstliche Vergrößerung der Einzugsgebiete in ausreichendem Maße gemildert werden. Darüber hinaus ist im Entwurf auf eine den Bedürfnissen entsprechende Abgabe von Nutz- und Trinkwasser Rücksicht genommen.

\*

Die immer von neuem und von den verschiedensten Seiten aufgegriffene Bearbeitung der Großnutzbar-machung der Harzer Wasserkräfte läßt nach Obigem jedenfalls erkennen, daß die zur Verfügung stehenden hohen Nutzgefälle von 500 bis 600 m und die Möglichkeiten namhafter Energieerzeugung und -speicherung, insbesondere im Hinblick auf die zentrale Lage im Reich, die hier in der Entstehung begriffenen Industrien und damit gegebenen weiteren Gesichtspunkte große Beachtung verdienen und eine sorgfältige und unvoreingenommene Untersuchung darüber wert sind, ob die angeführten der Verwirklichung entgegenstehenden Schwierigkeiten tatsächlich unüberwindlich sind. Die reine Rentabilitätsfrage dürfte dabei in Zukunft gegenüber einer geänderten Betrachtungsweise etwas in den Hintergrund treten, dagegen wird von ausschlaggebender Bedeutung bleiben, ob es sich erreichen läßt, den einseitigen Wasserentzug in erträglichen Grenzen für die betroffenen Gebiete zu halten.



# Das Verhalten von Treibstoffen gegen Luftsauerstoff

Von Prof. Dr. H. Hock, Bergakademie Clausthal

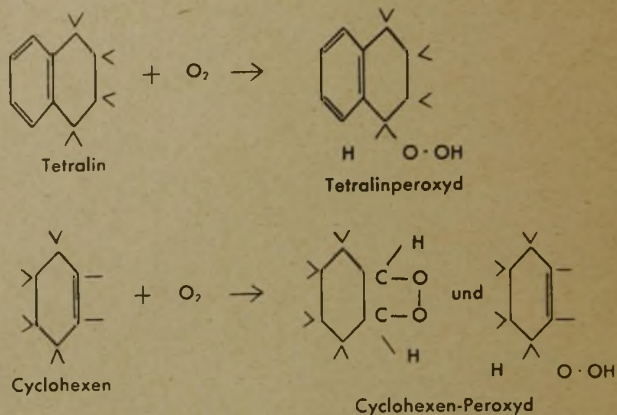
Vorgänge der Selbstoxydation und in engstem Zusammenhange damit Harzbildungen in Treibstoffen der verschiedensten Herkunft sind allgemein bekannte, höchst unerwünschte Erscheinungen, die besonders nach längerer Lagerzeit auftreten und zu Abscheidungen in Behältern, Pumpen und Rohrleitungen, Verpichungen im Vergaser und sonstigen Störungen führen können. Durch Zusatz geringer Mengen sogenannter Antioxygene oder Inhibitoren — besser spricht man von „Hemmstoffen“ — die wohl ausschließlich organische Basis haben und deren Wirksamkeit auf der Anwesenheit von Phenol- oder von Amidogruppen oder von beiden beruht, läßt sich der Autoxydation, wenn auch mit zeitlich begrenzter Wirkung, beugen.

Was nun die rein chemische Seite der Einwirkung des Luftsaauerstoffes auf die Treibstoffe anlangt, so war man bis vor kurzem auf Vermutungen angewiesen. Praktisch hat man sich damit begnügt, die Neigung zur Harzbildung durch gewisse Tests festzustellen, ohne sich über den Reaktionsverlauf irgendwie experimentell Rechenschaft zu geben. Schon um die Jahrhundertwende hat Engler in Karlsruhe gezeigt, daß Kohlenwasserstoffe mit Doppelbindungen der Einwirkung von molekularem Sauerstoff verhältnismäßig leicht zugänglich sind, jedoch bei seinen Untersuchungen anstatt der erhofften Primärprodukte zumeist Stoffe erhalten, die aus diesen durch Sekundärreaktionen, insbesondere durch Polymerisation, hervorgegangen waren. Im Rahmen eines weiter gesteckten Versuchsprogramms, das insbesondere auch die Sauerstoffeinwirkung auf Kohlen einschließt, haben wir uns daher die Aufgabe gestellt, zunächst die Selbstoxydationsvorgänge, soweit es die Öle und besonders die Treibstoffe anlangt, chemisch exakt zu klären und so eine gesicherte Grundlage zu schaffen. Man wird hieraus nicht nur unmittelbaren, sondern vielleicht auch mittelbaren Nutzen insofern ziehen können, als man so gewisse Anteile von Kohlenwasserstoffgemischen bequem in andere, recht wertvolle und schwer zugängliche Stoffe überführen kann.

Um die experimentellen Bedingungen kennenzulernen, wurden die genannten Vorgänge zunächst an chemisch einheitlichen Körpern studiert, und zwar am Tetralin und Cyclohexen, zwei ringförmigen Kohlenwasserstoffen, die besonders leicht der Sauerstoffeinwirkung unterliegen<sup>1)</sup>. Beim Tetralin überrascht dieses Verhalten insofern, als es gemeinhin als gesättigter Kohlenwasserstoff gilt, im Gegensatz zu dem genannten Cyclo-Olefin. Beide lassen sich bei erhöhten Temperaturen in einem Arbeitsgang bis zu etwa rund 20% in ihre primären Autoxydationsprodukte überführen und letztere in reinem Zustande isolieren, wobei auf die Destillation im Hochvakuum, also bei etwa 1 mm Hg und weniger, zurückgegriffen werden muß. Die isolierten Peroxyde sind verhältnismäßig recht beständig, und kennzeichnend ist ganz allgemein, daß sie sich bei etwa 130° unter Wärmeentwicklung zwar spontan, aber nicht explosionsartig zersetzen. Bei der Bildung lagert sich nun einfach ein Molekül Sauerstoff an ein Molekül des betreffenden Kohlenwasserstoffes an (siehe Formel oben rechts).

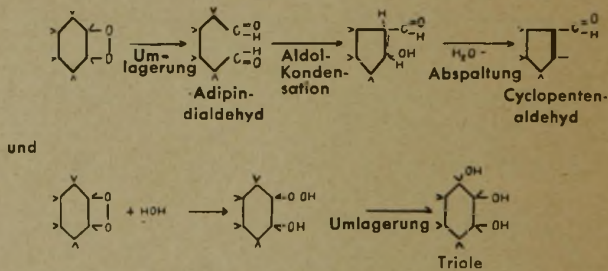
Die Konstitutionsformeln sind auf Grund sorgfältiger Untersuchungen aufgestellt und erklären insbesondere

auch das sekundäre Verhalten der Peroxyde, das ja besonders hinsichtlich der damit verbundenen Verharzungserscheinungen interessiert, die teilweise auf die intermediäre Bildung von Aldehyden zurückzuführen sind. Daneben bilden sich, was für die Korro-

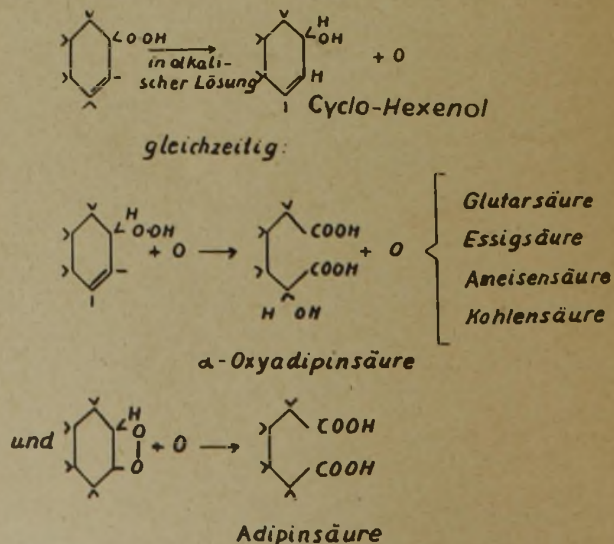


sionsfrage sehr wichtig ist, gleichzeitig auch Produkte mit ausgesprochen saurem Charakter, d. h. echte Carbonsäuren, wie wir am Beispiel des Cyclohexenperoxyds nachgewiesen haben, dessen Zersetzung im sauren bzw. im alkalischen Medium im wesentlichen folgendermaßen verläuft:

### Zersetzung mit Säuren:



### Zersetzung mit Laugen:

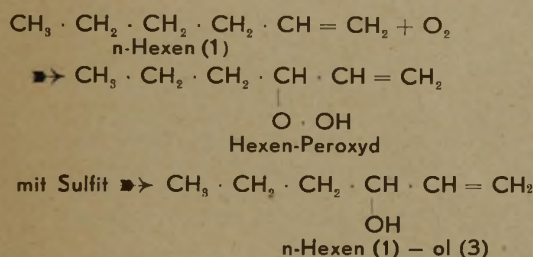


<sup>1)</sup> Vergl. H. Hock u. Mitarb. Berichte Dtsch. Chem. Ges., 66 (1933), S. 61; ebenda 71 (1938), S. 1430; Naturwissenschaften 24 (1936), S. 159; Angew. Chem. 49 (1936), S. 565; Öl und Kohle 13 (1937), S. 697; Brennstoffchemie 18 (1937) S. 6.



Durch Ausdehnung dieser Untersuchungen auf kettenförmige Olefine konnte insbesondere geklärt werden, inwieweit der spezielle Bau der Kette bei der Neigung zur Autoxydation eine Rolle spielt, besonders hinsichtlich der Art der Kette und der Lage der Doppelbindung. Schon Staudinger<sup>2)</sup> konnte am unsymmetrischen Diphenyläthylen nachweisen, daß es, im Gegensatz zum symmetrisch gebauten Isomeren, molekularen Sauerstoff unter Bildung einer hochpolymeren weißen Masse anlagert, wonach also entsprechende Dipolmomente der Kohlenwasserstoffe die Anlagerung begünstigen.

Ein von der Ruhrchemie AG. zur Verfügung gestelltes n-Hexen (1) vom Siedepunkt 61,5° bei 720 mm Hg ergab bei der Autoxydation eine nur etwa 1%ige Peroxydausbeute, die sich allerdings durch Zusatz geeigneter Katalysatoren noch verbessern ließ. Für das bei 36° und 0,4 mm Hg destillierende Peroxyd haben wir, besonders unter Berücksichtigung der Tatsache, daß es bei der Reduktion mit Sulfid in einen Olefinalkohol übergeht, folgende Formel aufgestellt:



Wesentlich bessere Peroxydausbeuten, nämlich etwa 10%, konnten aus einem Gemisch von verzweigten Hexenen erhalten werden, während das n-Hexen mit symmetrischer Lage der Doppelbindung keinerlei Sauerstoffaufnahme zeigt.

Allgemein konnten wir feststellen, daß die genannten kettenförmigen Hexene viel weniger leicht Sauerstoff aufnehmen als das ringförmige Hexen. Noch leichter scheinen ringförmige Diolefine mit konjugierten Doppelbindungen Sauerstoff aufzunehmen, wie wir am Cyclohexadien, C<sub>6</sub>H<sub>8</sub> feststellen konnten, das ein leicht zersetzliches Peroxyd bildet, dessen Reindarstellung noch aussteht.

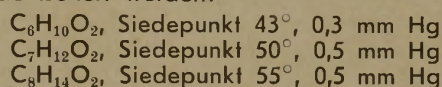
In ähnlicher Weise lassen sich nun auch gewisse Anteile technischer Treibstoffe in Peroxyde überführen, wodurch sich gleichzeitig ihre Verharzungseignung kennzeichnen läßt. Ein rohes Spaltbenzin aus Erdöl wurde zunächst in der nachstehenden Weise fraktioniert und die einzelnen Fraktionen der Sauerstoffeinwirkung unterworfen. In den mittleren Fraktionen hatten sich Peroxyde gebildet; diese wurden mit den gleichzeitig (sekundär) entstandenen Harzmengen vom Benzin abgetrennt:

<sup>2)</sup> Berichte Df. Chem. Ges. 58 (1925), 1075.

720 mm Hg Temperatur °C	Vol. %	Ausbeuten der Fraktionen (Fraktion jeweils gleich 100 %) an	
		gebildeten Peroxyden %	gebildeten Harzen %
28 — 40	16		
40 — 60	5		
60 — 70	3		
70 — 80	4	unter 2	5
80 — 90	4	2	5
90 — 100	4	über 2	unter 5
100 — 110	5	über 1	4
110 — 120	4	1	3
120 — 130	4	über 1	5
130 — 160	15	unter 1	2
über 160	35		
	99		

Siedeanalyse eines Spaltbenzins aus Erdöl, Oxydation der Fraktionen.

Aus den Fraktionen von 70 bis 120° konnten folgende Peroxyde isoliert werden:



Wie die weiteren Untersuchungen ergeben haben, handelt es sich hierbei durchweg um autoxydierte Cyclo-Olefine, denen verschiedene Ringsysteme zugrunde liegen.

Läßt man jedoch auf das rohe Spaltbenzin als solches unter den gleichen Bedingungen Sauerstoff einwirken, so bleibt jegliche Peroxydbildung aus, was auf den Umstand zurückzuführen ist, daß die Fraktionen von etwa über 150° Hemmstoffe enthalten, die eine Peroxydbildung verhindern.

Aus den vorstehend gewonnenen experimentellen Erkenntnissen lassen sich nun hinsichtlich des Verharzungsvorganges zuverlässige Schlüsse ziehen. Zunächst wird die Peroxydbildung durch bereits vorhandenes arteigenes Peroxyd beschleunigt. Neben dieser autokatalytischen Wirkung betätigen sich aber die Peroxyde auch als Katalysatoren bei der Polymerisation ungesättigter Kohlenwasserstoffe zu hochmolekularen harzartigen Verbindungen. Ferner besitzen die Peroxyde selbst Neigung zur Polymerisation. Auch diese polymeren Peroxyde können, je nach der Molekülgröße, von harzartiger Beschaffenheit sein. Schließlich haben, wie oben ausgeführt, die genannten Peroxyde die Eigenschaft, unter der Einwirkung von Säuren und Laugen, aber auch von Metallsalzen, zu zerfallen. Dabei können sich z. B. Aldehyde bilden, die stark zur Verharzung neigen. Ebenso können beim Peroxydzerfall saure Produkte entstehen, die, neben ihrem rückwärtigen Einfluß auf die Peroxydzersetzung, sich vor allem auf die Korrosion auswirken. Diese verschiedenartigen Vorgänge spielen sich nebeneinander ab. Bereits bei der Herstellung und Isolierung der Peroxyde bildet sich, wie bereits erwähnt, ein Mehrfaches derselben an Harz. Letzten Endes sind also sämtliche Vorgänge auf die primäre Sauerstoffeinwirkung und die dadurch gebildeten primären Peroxyde zurückzuführen, über deren Bau und Eigenschaften wir nunmehr nähere Kenntnis besitzen.

## Der Betriebsvergleich und seine Grenzen

Von Prof. Dr. E. Gutenberg, Bergakademie Clausthal

Wie die Wirtschaft überhaupt, so steht auch das Rechnungswesen dieser Wirtschaft im Zeichen eines revolutionären Umbruchs. Aus Unternehmen, die absolute Autonomie für alle Bereiche betrieblicher Betätigung für sich in Anspruch nahmen, sind Stätten der Produktion und der Leistungserstellung geworden,

die unter das Gesetz staatspolitischer Auftragserfüllung getreten sind. Dieser Wandlung in der ökonomischen Substanz der Unternehmen entsprechen Entwicklungsprozesse im Rechnungswesen, deren Verlauf gerade in letzter Zeit immer deutlicher geworden ist. Das industrielle Rechnungswesen sprengt den engen Rahmen



seiner Unternehmungsbezogenheit, wie auch die Unternehmungen selbst aus ihrer ökonomischen Isolierung in die Weite volkswirtschaftlicher, d. h. staatspolitischer Aufgabenstellung und Verantwortung drängen.

Es ist nun ein alle großen Umwandlungen der ökonomischen Geschichte beherrschendes Grundphänomen, daß sich neue Sinngehalte wirtschaftlicher Betätigung zunächst der alten überkommenen Methoden und Einrichtungen bedienen, bis sich Form und Inhalt in der neuen Einheit decken.

Die zwischenbetriebliche Vergleichsrechnung, der „Betriebsvergleich“, ist in diesem Zusammenhang gesehen ein Element des kaufmännischen Rechnungswesens der abgeschlossenen, hinter uns liegenden Epoche. Seine Methodik war bereits so entwickelt und erprobt, daß sie brauchbare Ergebnisse zu liefern imstande war. Aber diese Betriebsvergleiche trugen doch immer nur mehr den Charakter gelegentlicher Untersuchungen, die von einer Anzahl in übergeordneten Einheiten oder sich eigens zu diesem Zweck zusammenschließenden Unternehmen durchgeführt wurden; oder es waren Großunternehmen, die interne Werksvergleiche anstellten. Heute aber ist der Betriebsvergleich integrierender Bestandteil einer Wirtschaftsordnung geworden, welche die ökonomische und technische Energie der vielen einzelnen Unternehmungen in den Wirtschaftsgruppen organisatorisch zu großen Produktions- und Leistungsblocks zusammenfaßt. Damit wird die zwischenbetriebliche Vergleichsrechnung zu einer gruppenwirtschaftlichen Institution. Aus dieser ihrer neuen Stellung resultiert ihr Anspruch auf Vorrang und Gesetzlichkeit. Das Charakteristische dieser Betriebsvergleichsrechnungen besteht nun m. E. nicht darin, daß Betriebe bzw. Unternehmungen, Betriebe, Verfahren miteinander verglichen werden. „Verglichen“ wird in allen Unternehmungen und Betrieben Tag für Tag und in allen Bereichen der technischen und kommerziellen Betätigung, handele es sich nun darum, eine Auswahl zwischen Angeboten, Fertigungsverfahren, Finanzierungsformen oder Vertriebsmethoden zu treffen. Wirtschaften bedeutet ja nichts anderes, als jeweils eine Auslese zwischen verschiedenen Möglichkeiten zur Erreichung bestimmter ökonomischer Zwecke vornehmen.

Das Wesen der zwischenbetrieblichen Vergleichsrechnung bestehe auch nicht darin, daß das Vergleichen im Unternehmungs-, Betriebs-, Verfahrensvergleich auf Unternehmungen, Betriebe, Werke oder Verfahren bezogen wird. Abgesehen davon, daß alle begrifflichen Abgrenzungsversuche zwischen Unternehmung, Betrieb, Verfahren, wie die Erfahrung lehrt, unbefriedigend bleiben müssen, kann mit der Einführung dieser Gebietsbegriffe in die Methodologie des Betriebsvergleichs doch niemals mehr erreicht werden, als die Feststellung, daß es sich beim Betriebsvergleich eben um das Vergleichen gewisser Tatbestände auf betriebswirtschaftlichem und betriebstechnischem Gebiet handelt. Wie man diesen für Betriebsvergleiche in Frage kommenden betriebswirtschaftlichen Raum methodisch unterteilt, ist für das Wesen des Betriebsvergleichs irrelevant. An die Stelle der drei Einheiten Unternehmung, Betrieb, Verfahren könnte man mit ebensolcher Berechtigung die Unternehmung als Einheit setzen und als für Betriebsvergleiche in Frage kommende Gebiete den Beschaffungs- und Absatzsektor, die Produktions- (Kosten) und die finanzielle Sphäre der Unternehmung bezeichnen. Denn in diesen Gebieten lassen sich alle Betriebsstatsachen und Vorgänge auffinden, welche den Gegenstand von Betriebsvergleichen bilden können. Für die Bestimmung des Wesens des Betriebsvergleichs ist diese methodische Gebietsaufgliederung aber, wie gesagt, unwichtig.

Wie so weder aus der Tatsache des Vergleichens als solcher noch aus der Bezogenheit der Vergleichsakte auf den Bereich des Betriebswirtschaftlichen und Betriebstechnischen der Weg zum Wesen der zwischenbetrieblichen Vergleichsrechnung zu finden ist, so führt auch die Besinnung auf den Erfolg des Vergleichens, nämlich die Feststellung gewisser Verschiedenheiten oder Übereinstimmungen zwischen zwei oder mehreren betrieblichen Tatbeständen, nicht zum Ziel. Man kann selbstverständlich in einem Walzwerk die Kosten einer Blockstrafe mit denen einer Feinblechstrafe oder eines Röhrenwalzwerkes vergleichen und feststellen, in welchem Ausmaße die Kosten je Tonne Walzgut bei den Blöcken und Brammen, den Blechen und Röhren voneinander abweichen. Mit Betriebsvergleichen haben solche Feststellungen natürlich nichts zu tun. Wie liegen die Dinge nun aber beim Verfahrensvergleich, der von vielen als Sonderfall des Betriebsvergleichs betrachtet wird? Soll eine Auslese zwischen zwei oder mehreren für denselben Zweck brauchbaren Verfahren getroffen werden, so geht einer solchen Auswahl im Regelfall eine empirische oder analytische Untersuchung voraus. Welches Verfahren man von den jeweils in Frage kommenden auswählt, richtet sich nach dem ökonomischen Effekt und der technischen Brauchbarkeit des betreffenden Verfahrens. Um hierüber ein Urteil bilden zu können, werden mit allen Mitteln gerade die Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Verfahren festgestellt. Kann man aber ein Vergleichen, das auf die Herausarbeitung von Unterschieden abgestellt ist, als charakteristisch für das zwischenbetriebliche Vergleichen ansehen?

Diese Frage taucht auch bei dem Problem der *Werkvergleiche* auf, die in Konzernen vorgenommen werden. Werden zwei S.-M.-Werke miteinander verglichen, um festzustellen, welches von ihnen wirtschaftlicher arbeitet, so lautet das Ergebnis dieser Untersuchung, daß entweder das Werk A oder das Werk B wirtschaftlicher arbeitet. Fragt man nun aber, welches die für S.-M.-Werke überhaupt typischen Kosten- oder Leistungszahlen sind, so muß man entweder das Werk A gegenüber dem Werk B oder das Werk B gegenüber dem Werk A als typisch kennzeichnen. Hierdurch wird aber selbstverständlich ein wirkliches Kriterium dafür nicht gewonnen, welche Leistungs- oder Kostenzahlen denn überhaupt für S.-M.-Werke bestimmter Art und Leistung charakteristisch und typisch sind. Die Untersuchungsbasis (Werk A und B) ist für solche Feststellungen zu eng.

Der Rekurs auf die Tatsache, daß zur Ermittlung von Verschiedenheiten oder Übereinstimmungen zwischen zwei oder mehreren betrieblichen Tatbeständen Vergleiche angestellt werden, führt also nicht zum Ziel. Die Frage lautet nach wie vor, worin denn das Wesen des zwischenbetrieblichen Vergleichens bestehe. Der Beantwortung dieser Frage kommt man erst dann nahe, wenn man den Sinn des zwischenbetrieblichen Vergleichens darin sieht, daß für eine Gruppe von Unternehmungen oder Vorgängen in ihnen repräsentative und charakteristische Verhältnisse ermittelt werden sollen. In der Tat zielt hierauf der zwischenbetriebliche Vergleich. Die Feststellung typischer Relationen, die Ermittlung von für einen möglichst großen Kreis von Untersuchungsobjekten gültigen, für sie charakteristischen Verhältnissen, Tatbeständen und Entwicklungen ist das Ziel zwischenbetrieblicher Vergleichsrechnung.

Sieht man so den Sinn zwischenbetrieblichen Vergleichens nicht so sehr in der Herausarbeitung von Verschiedenheiten, sondern in dem Sichtbarmachen von Tatbeständen, die als für alle Unternehmen typisch und



charakteristisch zu bezeichnen sind, dann ergibt sich weiter die Frage, was denn das so durch zwischenbetrieblichen Vergleich ermittelte und damit als repräsentativ ausgegebene Zahlenmaterial zu leisten imstande ist. Damit wird die Frage nach den Möglichkeiten, zugleich aber auch nach den Grenzen der Leistungs- und Aussagefähigkeit des durch zwischenbetrieblichen Vergleich gewonnenen Kennziffernmaterials aufgeworfen.

Man kann diesen Kennziffern zwei Aufgaben zuweisen und fragen:

1. ob sie in der Lage sind, Aussagen über den Zustand, die Entwicklungstendenzen, Spannungen und Bedürfnisse der für Betriebsvergleichszwecke oder aus sonstigen Gründen zu Einheiten zusammengefaßten Betriebe mit einer gewissen Präzision und Schnelligkeit zu machen, bzw.

2. ob sie selbst Maß und Mittel für die unmittelbare betriebswirtschaftliche oder betriebstechnische Beurteilung von betrieblichen Dispositionen und Entwicklungen in der konkreten einzelnen Unternehmung zu sein vermögen?

Im ersten Falle handelt es sich um die Durchleuchtung des produktionstechnischen, finanziellen und marktwirtschaftlichen Gefüges von Branchen, Produktionszweigen oder Wirtschaftsgruppen, im zweiten Falle dagegen um die Nutzbarmachung von Kennziffern für die kritische Beurteilung von betrieblichen Maßnahmen und Vorgängen, also insbesondere um die Verwendung von Kennziffern als Normen betrieblicher Wirtschaftlichkeit.

Die beiden Aufgaben sind nicht miteinander identisch. Sie stellen an die Leistungs- und Aussagefähigkeit der Kennziffern ganz verschiedene Anforderungen.

Was zunächst die erste Aufgabe anbetrifft, so ist diese leichter lösbar als die zweite. In der Tat scheinen mir gerade auf diesem Gebiete große Möglichkeiten zwischenbetrieblichen Vergleichens zu liegen. Die Vollkommenheit jedoch, mit der diese Aufgabe gelöst werden kann, ist von einer Anzahl sachlicher und methodischer Voraussetzungen abhängig. Das Problem spitzt sich auf die Frage zu: Unter welchen Voraussetzungen sind betriebliche Tatbestände aus verschiedenen Unternehmungen noch als „gleichartig“ genug anzusehen, um als „vergleichbar“ betrachtet werden zu können. Fehlt betrieblichen Tatbeständen die Vergleichbarkeit im Objekt, so entfällt die wesentlichste Voraussetzung für zwischenbetriebliche Vergleiche.

Die methodischen Voraussetzungen für die Ermittlung repräsentativer Kennziffern sind nicht weniger komplexer Natur. Es handelt sich hier aber mehr um statistische Probleme, nämlich die der Gewinnung, Auf-

bereitung, Kontrolle und Verarbeitung des für zwischenbetriebliche Vergleichszwecke zur Verarbeitung gelangenden Zahlenmaterials. Dabei dürfte das Problem der Bezugsgrößen, soweit es sich um solche wertmäßiger Art handelt, noch am wenigsten gelöst sein.

Wie dem im einzelnen aber auch sei, die Vergleichbarkeit betrieblicher Vorgänge ist von den methodischen Voraussetzungen des Betriebsvergleichs nicht weniger abhängig als von dem sachlichen. Damit aber werden gewisse Grenzen zwischenbetrieblicher Vergleichsrechnung deutlich sichtbar.

Mit dieser Feststellung wird bereits die Richtung angedeutet, in welcher die Antwort auf die Frage zu suchen ist, ob die Kennziffern selbst Maß und Mittel für die unmittelbare Beurteilung von betriebswirtschaftlichen oder betriebstechnischen Dispositionen in der einzelnen Unternehmung zu sein vermögen. Die Frage möchte ich nicht mit einem Ja beantworten. Zwar beruhen die durch Betriebsvergleich ermittelten Kennziffern auf betrieblicher Erfahrung. Sie sind Dokumente typischer und charakteristischer Verhältnisse in vergleichbaren Betrieben, sofern sie vorsichtig und gewissenhaft ermittelt werden. Aber weder besagt die Tatsache, daß die individuelle Betriebszahl, beispielsweise Kostenziffer eines Unternehmens über der Kennziffer liegt, daß in diesem Betriebe besonders wirtschaftlich gearbeitet wird, noch besagt der umgekehrte Fall, daß der Betrieb besonders unwirtschaftlich geführt wird. So interessant selbstverständlich für solche Betrachtungen die in den Kennziffern anonym und damit verwertbar gemachten Betriebsstatsachen oft in stärkstem Konkurrenzkampf miteinander stehender Unternehmen für den einzelnen Betrieb sind, so wenig haben sie den Charakter absoluter Normen. Denn ob ein Unternehmen mit dem höchsten Grad von Einsatzbereitschaft arbeitet, ob es hierbei das Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit in welchem seiner betriebswirtschaftlichen Bereiche auch immer erzielt, kann nur unter vollkommener Berücksichtigung aller Umstände beurteilt werden, mit denen das Unternehmen nun einmal zu rechnen hat. Diese Umstände gehen zwar an sich in die Kennziffern ein, verlieren sich aber nach dem Gesetz der großen Zahl in ihnen. Infolgedessen können nur Betriebsuntersuchungen an Ort und Stelle und in ihren mannigfachsten Formen und Methoden zu wirklich begründeten Urteilen dazu verhelfen, ob ein Unternehmen in allen seinen Bereichen mit der Höchsteffizienz arbeitet, die ihm nach seinen besonderen Umständen erreichbar ist. Diese Aufgabe vermögen die durch zwischenbetrieblichen Vergleich gewonnenen Kennziffern nicht zu erfüllen. Hier liegen die unüberschreitbaren Grenzen des Betriebsvergleichs.

## Stückkoks aus Braunkohlen\*)

Für die Überführung von Braunkohle in stückfesten Koks können verschiedene Wege beschriftet werden, die sich grundsätzlich folgendermaßen gliedern lassen: Verschmelzung von geformter Braunkohle, also von Braunkohlenbriketts, Herstellung von Preßlingen aus feinkörnigem Braunkohlenschwelkoks (Grudekoks) unter Zusatz geeigneter Bindemittel und anschließender Entgasung, Einbindung von Grudekoks mit Hilfe fetter Steinkohlen (Kokskohlen).

In jüngster Zeit hat insbesondere die Stückkoks-erzeugung aus Braunkohlenbriketts erhebliche Fortschritte aufzuweisen. Wenn es nun gelingt,

Von Prof. Dr. H. Hock, Bergakademie Clausthal

die Stückfestigkeit solcher Braunkohlenkoks weiter zu verbessern oder auch unter Verwendung von Steinkohle Mischprodukte von entsprechender Güte herzustellen, dann rückt die Möglichkeit der Verwendung derartiger Kokszeugnisse für metallurgische Zwecke, insbesondere für den Hochofen, in greifbare Nähe. Das würde eine Erweiterung unserer Rohstoffgrundlage für die Erzeugung von Hüttenkoks bedeuten, wofür wir bislang ausschließlich auf Steinkohle angewiesen sind. Eine derartige Bewegungsfreiheit, auch schon die Möglichkeit einer solchen, erscheint aus verschiedenen Gründen nicht nur wünschenswert, sondern dringend notwendig.

\*) Die Abbildungen wurden vom Verfasser zur Verfügung gestellt.



Die Verschmelzung von Braunkohlenbriketts zu stückigem Koks, worüber im folgenden berichtet werden soll, ist verhältnismäßig jung. Als im Weltkriege unsere Knappheit an Mineralölen dazu zwang, die Braunkohlenteererzeugung auszuweiten, vollzog sich der Übergang zum Schwelgenerator bzw. zur Spülgas-schmelzung, die sich nur mit dem stückigen Brikett technisch befriedigend durchführen läßt. Zur Verschmelzung gelangten gewöhnliche Strangpressenbriketts, die aus einer Kohlenkörnung von 0 bis 5 mm mit etwa 15 bis 20% Wassergehalt bei etwa 1000 bis 1200 at hergestellt werden. Aber erst die im Jahre 1933 erneut erhobene Forderung nach einer möglichst großen Schwelteeerzeugung zum Zwecke der einheimischen Treibstoffversorgung verließ der Spülgas-schmelzung zufolge der damit erreichbaren großen Durchsätze einen gewaltigen Auftrieb. Hierbei schob sich auch die Stückkoksfrage zusehends in den Vordergrund, wobei man zum Teil dazu überging, an Stelle von Strangpressenbriketts Preßlinge zu verschmelzen, die nach einem besonderen Verfahren hergestellt worden waren. Auf der sogenannten Ringwalzenpresse von Apfelbeck fußend wurde ein Hochdruckbrikettierungsverfahren für Braunkohlen durchgebildet, dessen Besonderheiten neben der andersartigen Pressenbauart (Abb. 1) in einem auf etwa 0 bis 1 mm aufbereiteten Trockengut von ungefähr 8% Wassergehalt, bei etwa 2200 at verpreßt, zu erblicken sind<sup>1)</sup>. Solche Hochdruckbriketts liefern bei der Verschmelzung wesentlich stückfestere Kokszeugnisse als die bekannten Strangpressenbriketts.

Um insbesondere den Expansionsweg der Preßlinge zu verlängern und damit die Druckentlastung langsamer zu gestalten, was für die Güte der Preßlinge und ebenso des Koks wesentlich ist, wurden eine Reihe abgeänderter Konstruktionen vorgeschlagen, so z. B. der Ersatz der runden Preßwalze durch einen raupenförmigen Druckring gemäß Abb. 2.

Während es sich beim Koks aus Steinkohlen um einen sogenannten Schmelzkoks handelt, bei dessen Bildung sich der Kohlenstoff aus einer teigigen, in Zersetzung begriffenen Masse unter Wiedererstarrung derselben abscheidet, zeigen unsere Braunkohlen beim Erwärmen keine Erweichung, so daß die Bindung der Kohlenstoffteilchen zu einem stückigen Koks durch eine möglichst weit getriebene, vorherige

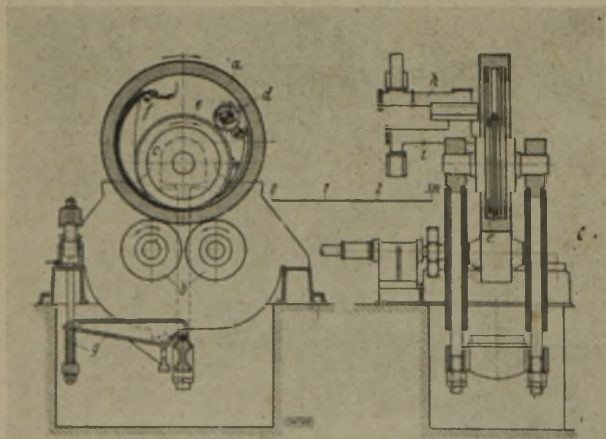


Abb. 1: Ringwalzenpresse zur Brikettierung von Braunkohle, Bauart Krupp

Verdichtung der Kohle bewirkt werden muß. Mangels einer flüssigen Phase fehlen beim Braunkohlenkoks auch die Entstehungsbedingungen für größere, mehr graphitartige Kristallite, wie sie im Steinkohlenkoks auftreten. Dessen ungeachtet liegt aber auch im Braunkohlenkoks ein Kristallgitter vor, das als eine Vorstufe des eigentlichen Graphitgitters aufzufassen ist; nur sind die Kristalle sehr klein, was neben anderen Einflüssen die bekannt-

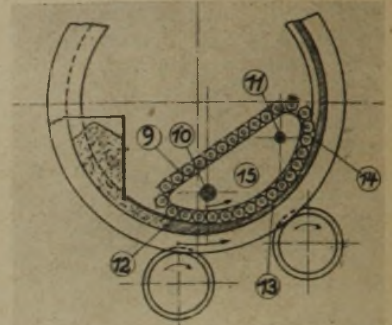


Abb. 2: Ringwalzenpresse mit von der Kreisform abweichendem mit Raupenring besetztem Druckelement

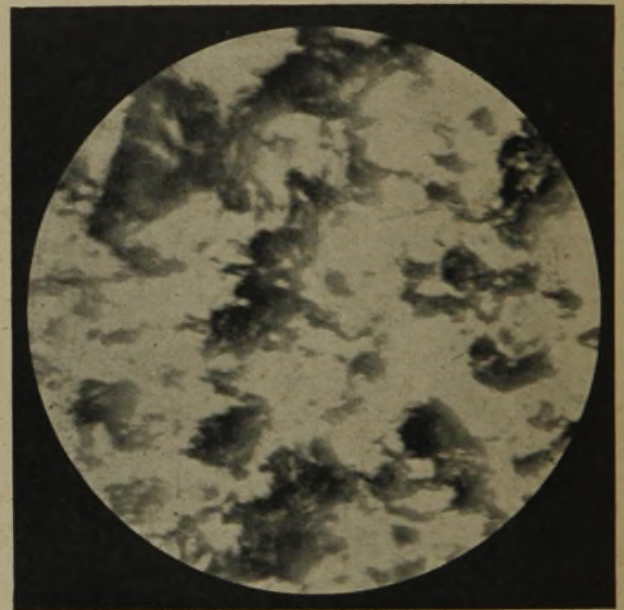


Abb. 3: Ringwalzenbrikett nach dem Spülgasverfahren verschwelt  $V = 550 \times$

lich sehr große Reaktionsfähigkeit bedingt. Infolge der ganz andersartigen Bildungsweise haben Braunkohlenkoksere geringe Porositäten, nämlich 20 bis 30% gegenüber 45 bis 50% beim Steinkohlenkoks, was auch in einem verhältnismäßig hohen scheinbaren spezifischen Gewicht zum Ausdruck kommt<sup>2)</sup> (Abb. 3).

Was die sehr wichtigen Zusammenhänge zwischen Brikettgüte einerseits und Koks-güte andererseits anlangt, so war im einzelnen zu ermitteln, wie sich Körnung, Wassergehalt und Preßdruck bei der Kohlebrikettierung jeweils auf die Koks-güte auswirken. Von besonderer Bedeutung war die Frage, ob dem jeweils „besten Brikett“, das beim sogenannten „optimalen Wassergehalt“ der Brikettierkohle erhalten wird, auch ein „bester Koks“ entspricht<sup>3)</sup>.

Feinere Kohlekörnungen, wie z. B. von 0 bis 1 mm, ergeben nun unter im übrigen gleichen Bedingungen sowohl festere Briketts als auch Koks von größerer Abriebfestigkeit als gröbere Kornklassen, wie z. B. von 0 bis 3 mm. Maßgebend für die Koks-festigkeit ist aber innerhalb eines solchen mehr oder weniger breiten Körnungsbandes der Brikettierkohle im wesentlichen das größte darin enthaltene Korn, während

<sup>1)</sup> Vgl. F. A. Oetken, Die Schmelzung von festen Brennstoffen und ihre Bedeutung für die Beschaffung flüssiger Treib- und Brennstoffe, Sonderdruck aus dem Berichtswerk über die 74. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure in Darmstadt 1936, S. 69/78.

<sup>2)</sup> H. Hock u. O. Schrader, Braunkohle 35 (1936) S. 645.

<sup>3)</sup> K. Verlohr, Braunkohle 38 (1939) S. 145.



die feineren Anteile von untergeordnetem Einfluß sind. Die Abhängigkeit der Koksfestigkeit von der mittleren Korngröße der Brikettierkohle bei Verwendung enger Fraktionen ist aus Abb. 4 ersichtlich. Kornfeinheiten von wesentlich unter 1 mm erbringen keinen besonderen Vorteil. Für die Praxis der Herstellung der Brikettierkohle für Schwelbriketts empfiehlt es sich,

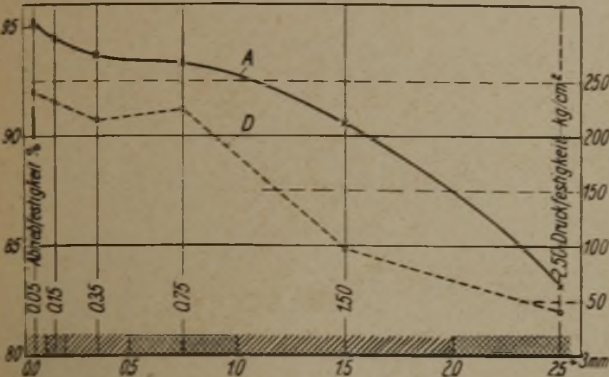


Abb. 4: Abhängigkeit der Koksfestigkeit von der mittleren Korngröße bei Verwendung enger Fraktionen  
A = Abriebfestigkeit  
D = Druckfestigkeit

bei einer angestrebten gewissen oberen Korngrenze nicht gleichzeitig auch ein Übermaß von feinstem Gut zu erzeugen, das zudem bei der Verpressung nur Schwierigkeiten bereitet<sup>4)</sup>.

Hinsichtlich der Frage Wassergehalt der Brikettierkohle und Koksgröße ist von grundsätzlicher Bedeutung, daß derjenige Wassergehalt, der unter im übrigen gleichen Bedingungen das festeste Brikett liefert, nicht dem optimalen Koks entspricht (Abb. 5 und 6). Vielmehr liegt der Wassergehalt für den besten Koks wesentlich tiefer. Daraus folgt, daß man im Betriebe für die Verschmelzung, ebenso auch für den Generator, ganz bewußt von einem etwas schlechteren Brikett auszugehen hat, dessen Festigkeit allerdings immer noch so groß sein muß, um den mechanischen Beanspruchungen gewachsen zu sein. Ferner ist von Bedeutung, daß hinsichtlich der optimalen Koksgröße der Wassergehalt um so niedriger zu halten ist, je kleiner die Körnung der Brikettierkohle gewählt wird. Auch durch steigenden Preßdruck wird der Faktor „Brikettfeuchtigkeit“ im gleichen Sinne geändert. So bleibt als letzte der genannten Einflußgrößen noch der Preßdruck, dessen Steigerung

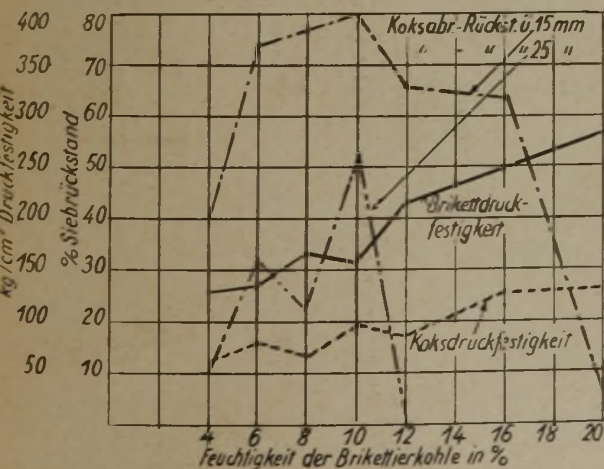


Abb. 5: Helmstedter Kohle, 0 - 1 mm, 1200 kg/cm², Brikett- und Koksdruckfestigkeiten

<sup>4)</sup> H. Hock u. C. Schrader, Braunkohle 36 (1937) S. 781.

unter im übrigen gleichen Bedingungen eine Koksverbesserung in praktisch erheblichem Ausmaße bewirkt (Abb. 5 u. 6).

Wenn auch die skizzierten Feststellungen, die unter laboratoriums-mäßigen Bedingungen gewonnen worden sind, nicht ohne gewisse Vorbehalte auf die wesentlich anders gelagerten Verhältnisse des Betriebes übertragbar sein dürften, so lassen sie doch klar die Richtungen erkennen, in denen die verschiedenen Faktoren wirksam sind. Durch entsprechendes Abstimmen von Körnung, Wassergehalt und Preßdruck wird sich jeweils ein Schwelbrikett erzeugen lassen, dem eine beste Koksgröße entspricht.

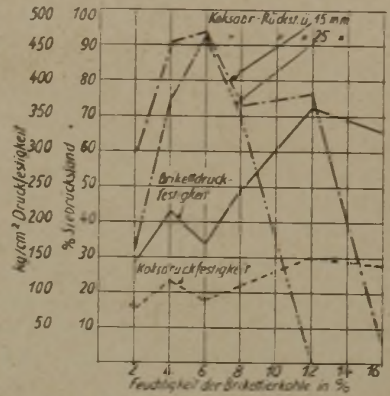


Abb. 6: Helmstedter Kohle 0 - 1 mm, 2200 kg/cm², Brikett- u. Koksdruckfestigkeiten

Wollen wir uns die günstige Auswirkung der erörterten Faktoren, besonders hinsichtlich einer technischen Weiterentwicklung der Stückkokstrage, zunutze machen, so müssen wir noch auf die eigentlichen Vorgänge eingehen. Die Überlegenheit des Feinkornbriketts hinsichtlich Brikett- und ebenso Koksfestigkeit hängt offenbar mit der leichteren Beweglichkeit der Teilchen bei der Pressung zusammen und ferner mit dem Umstand, daß bei feinerem Gut während des Preßvorganges viel weniger Verformungsarbeit zu leisten ist als bei größerem Gut. Dies wirkt sich beim Feinkorn zugunsten einer weiter getriebenen Annäherung der Teilchen aus und ist daher gleichbedeutend mit einer höheren Festigkeit.

Die positive Auswirkung höheren Druckes bedarf keiner besonderen Erläuterung, um so mehr aber der günstige Einfluß eines niedrigen Wassergehaltes im Brikettiergut, der, je nach Körnung und Höhe des Preßdruckes, bis zu etwa 6% unter dem jeweiligen sogenannten optimalen Wassergehalt liegen kann. Beim Schwelen der Briketts wird die Kohlesubstanz durch den verdampfenden Restwassergehalt und durch Zersetzungswasser mehr oder weniger reaktiviert, d. h. zum Quellen gebracht. Je geringer die Wiederbelebung, desto geringer auch die Auflockerung der Briketts und desto besser der Koks. Arbeitet man mit feineren Körnungen und bei höheren Preßdrücken, so kann man einen erheblichen Teil des Wassers durch vorhergehende Trocknung ausschalten und durch die damit verbundene Kohlenalterung die Quellfähigkeit herabsetzen. Der Zusammenhalt solcher Preßlinge dürfte alsdann auch weniger auf Adhäsionskräfte als vielmehr auf echte Kohäsion zurückzuführen sein, die sich bei Feinkorn und gleichzeitig höheren Preßdrücken wirksam entfalten kann. Es ist also nicht so sehr der höhere Druck, der beim Verpressen wasserärmeren Gutes zu höheren Koksfestigkeiten führt, als vielmehr die Beseitigung des schädlichen Einflusses einer zu hohen Feuchtigkeit.

Die Richtigkeit dieser Vorstellungen ließ sich zudem beweisen, und fernerhin ließen sich in Verbindung damit ganz neue Wege für die technische Koksverbesserung aufzeigen. Behandelt man z. B. gewöhnliche Strangpressenbriketts von optimalem Wassergehalt mit gesättigtem Wasserdampf bei Tempe-



aturen von 150 bis 200°, so verlieren sie beiläufig 6% Wasser, und der Koks aus dem gedämpften Gut besitzt durchweg eine bei weitem höhere Stückigkeit und Abriebfestigkeit als der Koks aus den ursprünglichen Briketts. Sogar bei technischen Ringwalzenpreßlingen stellt sich durch eine solche Vorbehandlung noch eine wesentliche Steigerung der Koksfestigkeit ein. Diese Verhältnisse sind beispielsweise aus Zahlentafel 1 ersichtlich. Je größer die Wasserabgabe bei der Druckdämpfung, um so größer auch die vergleichsweise Steigerung der Koksfestigkeit. Stellt sich unter den gewählten Bedingungen keine oder nur eine recht geringe Wasserabgabe ein, so bleibt auch die Verbesserung des Kokes aus, ja in diesem Falle kann sich die Koksfestigkeit sogar verschlechtern. Durch entsprechende Erhöhung des Brikettierdruckes gelingt es jedoch, die bei niedrigem Drucke ausbleibende Wasserabgabe zu erzwingen und dadurch den Koks zu verbessern (Zahlentafel 2).

Zahlentafel 1:

Ausgangskohle	Vorbehandlung der Briketts	% Wassergehalt der Briketts		% Wasserabgabe	Abriebfestigkeit des Kokes über	
		vorher	nachher		25 mm	15 mm
Niederlausitz	keine	20,2	20,2	0,0	0	26
	Druckdampf 150°/1 Std.	20,2	17,2	3,0	0	53
	Druckdampf 200°/1 Std.	20,2	12,0	8,2	90	93
	keine	16,4	16,4	0,0	13	55
Mitteldeutschland	Druckdampf 200°/1 Std.	16,4	15,0	1,4	13	48
	keine	19,5	19,5	0,0	0	5
	Druckdampf 150°/1 Std.	19,5	15,3	4,2	0	36
	Druckdampf 200°/3/4 Std.	19,5	9,2	10,3	62	94
	keine	15,8	15,8	0,0	8	39
	Druckdampf 150°/1 Std.	15,8	13,9	1,9	16	62
	Druckdampf 200°/3/4 Std.	15,8	7,5	8,3	77	89
	keine	11,3	11,3	0,0	16	89

Körnung: 0,0—0,1 mm 24%  
 0,1—0,5 „ 51%  
 0,5—0,75 „ 17%  
 0,75—1,0 „ 8%  
 0,0—1,0 mm 100%

Preßdruck 1600 kg/cm<sup>2</sup>.  
 Versuchsbriketts von je 35 kg.  
 Schwelung bis 500° in 5 Std.

Einfluß der Druckdämpfung auf die Koksgüte

Zahlentafel 2:

Preßdruck kg/cm <sup>2</sup>	Vorbehandlung der Briketts	% Wassergehalt der Briketts		% Wasserabgabe	Abriebfestigkeit des Kokes über	
		vorher	nachher		25 mm	15 mm
1200	keine	13,8	13,8	0,0	14	67
	Druckdampf 200°/3/4 Std.	13,8	12,5	1,3	10	49
2200	keine	14,7	14,7	0,0	3	50
	Druckdampf 200°/3/4 Std.	14,7	10,3	4,4	39	73

Mitteldeutsche Braunkohle.  
 Körnung: 0—1 mm 100%  
 Wassergehalt rd. 14%  
 Versuchsbriketts von je 35 g  
 Schwelung bis 500° in 6 Std.

Einfluß der Druckdämpfung auf die Koksgüte bei verschiedenen Preßdrücken

Die Vergleichsversuche der Zahlentafel 3 zeigen, daß Briketts mit hohem Wassergehalt, niedrigem Preßdruck und anschließender Druckdämpfung einen ebenso guten Koks liefern wie Briketts mit niedrigem Wassergehalt, hohem Preßdruck und ohne vorherige Druckdämpfung. Die Wassergehalte der zur Verschmelzung gelangenden Briketts waren praktisch gleich, und auch die Koksfestigkeiten unterschieden sich demgemäß nur recht wenig voneinander.

Zahlentafel 3:

Preßdruck kg/cm <sup>2</sup>	Vorbehandlung der Briketts	% Wassergehalt der Briketts		% Wasserabgabe	Abriebfestigkeit des Kokes über	
		vorher	nachher		25 mm	15 mm
1200	Druckdampf 200°/3/4 Std.	20	10,7	9,5	65	88
2200	keine	10,8	10,8	0,0	57	87

Mitteldeutsche Braunkohle.  
 Körnung: 0—1 mm 100%  
 Versuchsbriketts von je 35 g  
 Schwelung bis 500° in 6 Std.

Vergleichsweise Koksgüte bei 1. hohem Wassergehalt, niedrigem Preßdruck, mit Druckdämpfung; 2. niedrigem Wassergehalt, hohem Preßdruck, ohne Druckdämpfung

Auf Grund dieser Erkenntnisse kann man also die Festigkeit des Braunkohlenkokes innerhalb gewisser Grenzen als druckunabhängig bezeichnen und sie lediglich in Beziehung zum Wassergehalt der Briketts bringen. Selbstverständlich muß aber das Brikett eine gewisse Mindestfestigkeit haben, um den Transport nach dem Schweler usw. auszuhalten. Es hat den Anschein, daß die Druckdämpfung vor allem das Schlitzwasser der Briketts entfernt, wodurch das vorherige Adhäsionsbrikett in ein echtes Kohäsionsbrikett übergeht. Ein gutes Schwelbrikett soll sich also möglichst weitgehend einem echten Kohäsionsbrikett nähern, d. h. Wasser soll an der Abbindung der einzelnen Kohlekörner nicht beteiligt sein, im Gegensatz zu den Verhältnissen, wie wir sie vom Braunkohlenbrikett schlechthin kennen.

Eine weitere Koksverbesserung läßt sich noch dadurch erreichen, daß man die Temperatur des bei etwa 450° entstandenen Spülgaskokes anschließend auf etwa 750° steigert, und zwar durch unmittelbare Berührung mit verbrannten inerten Gasen (Abb. 7). Diese Festigkeitssteigerung dürfte wohl zum Teil auf die mit

Kohlenstoffabscheidung verbundene Zersetzung von Teerresten zurückzuführen sein, gleichzeitig aber auch auf ein Kristallwachstum des Kohlenstoffs. Eine solche nachträgliche Härtung hat daher den weiteren Vorteil, daß der Koks an Reaktionsfähigkeit verliert. Im übrigen

ist aber darauf hinzuweisen, daß sich ein höherer Bitumengehalt auf die Koksfestigkeit keineswegs günstig auswirkt, was sich daraus erklärt, daß eine stärkere Teerentbindung eine Auflockerung des Brikettgefüges bedingt.

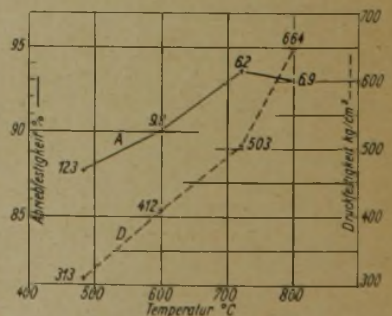


Abb. 7: Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften entgasler Braunkohlenbriketts von der Entgasungstemperatur  
 A = Abriebfestigkeit  
 D = Druckfestigkeit



Die Güte des stückigen Braunkohlenschwelkokses ist in erster Linie von der Beschaffenheit der zu verschmelzenden Feinkornbriketts abhängig, insofern das Brikettgefüge hinsichtlich der Trocknung und Durchpressung homogen beschaffen sein muß. Dabei befindet sich gerade die Pressenfrage auf Grund der vorliegenden Erfahrungen noch sehr im Flusse. Es hat aber den Anschein, als wenn neben der Ringwalzen-

presse vor allem die Schubkurbelkniehebelpresse zur Herstellung von geeigneten Schwelbriketts Bedeutung gewinnen wird. Hinsichtlich der Verbesserung der Stückigkeit und Festigkeit des Kokes kann man in jedem Falle von den aufgezeigten Mitteln Gebrauch machen, um Qualitäten herzustellen, die auch den Anforderungen des Hüttenmannes entsprechen dürften.

## Der Entwurf eines Gesetzes über das Arbeitsverhältnis

Von Prof. Dr. iur. habil. H. Crone, Bergakademie Clausthal

Das Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit hat die Betriebsverfassung und die Regelung allgemeiner Arbeitsbedingungen neu gestaltet und damit dem Betrieb als ganzem ein völlig verändertes Gesicht gegeben. Darüber hinaus aber hat es einer dem deutschen Rechtsempfinden entsprechenden Auffassung der Beziehung zwischen dem einzelnen Gefolgsmann und dem Unternehmer Bahn gebrochen. Diese Beziehung soll in ihrer neuen — eigentlich uralten — Bedeutung durch ein Gesetz über das Arbeitsverhältnis, für das der Arbeitsrechtsausschuß der Akademie für Deutsches Recht einen Entwurf vorgelegt hat, umfassend geregelt und für die verschiedenen Wirtschaftszweige — unter weitgehender Beseitigung auch der für Arbeiter einerseits und Angestellte andererseits bestehenden Rechtsverschiedenheit — nach Möglichkeit vereinheitlicht werden.

Das neue Gesetz wird nach dem Vorschlag des Entwurfs u. a. im Gewerbe gelten, aber ohne Einschränkung auch die Gefolgsleute des Bergbaus erfassen, falls nicht etwa der Reichsarbeitsminister hier den Fortbestand der landesrechtlichen Bestimmungen anordnet. Doch auch wenn letzteres geschehen sollte, würde das Gesetz für den Bergbau noch insoweit in Kraft treten, als man hier bisher gegenüber Arbeitern oder Angestellten auf die Vorschriften des BGB. über den Dienstvertrag zurückgreifen mußte, oder als es sich auf Punkte erstreckt, die zur Zeit noch jeder gesetzlichen Regelung ermangeln. Selbst in diesem Falle würde es also auch für den Bergbau beträchtliche Bedeutung haben.

Die deutschrechtliche Auffassung vom Rechtscharakter des Arbeitsverhältnisses, von der der Entwurf ausgeht, bedeutet eine Abkehr von der bisherigen Betrachtungsweise. Für diese war richtunggebend die Tatsache, daß das BGB. die Arbeit für einen anderen unter den Schuldverhältnissen behandelt, deren reinsten Typen die vermögensrechtlichen Austauschgeschäfte, vor allem Kauf und Tausch, sind. Darin wirkt der Geist des römischen Rechts nach, das seinen Ausgang von der Sklavenarbeit genommen hatte. Den Gebrauch des Sklaven als einer Sache und damit die Vorteile aus seiner Arbeit konnte sich ein dritter verschaffen, indem er den Sklaven von seinem Herrn mietete. Und als später freie römische Bürger ihre Arbeitskraft gegen Lohn zur Verfügung stellten, da machten sie nach römischer Auffassung ihre eigene Person zum Gegenstand eines Mietkontraktes. Das BGB. konnte nun freilich die Person nicht mehr als Objekt eines Schuldvertrages anerkennen. Aber es kam doch von der römisch-rechtlichen Grundauffassung nicht los, sondern behandelte wenigstens die menschliche Arbeit als Verkehrsut. Indem es ihre „Verwertung“ als Dienstvertrag in die Schuldverhältnisse eingliederte, unterstellte es sie zugleich grundsätzlich dem allgemeinen, vermögensrechtlich gefärbten Vertragsrecht.

Diese Trennung von Persönlichkeit und Arbeit läßt sich aber höchstens dort halten, wo jemand eine einzelne Arbeitsleistung übernimmt. Wer jedoch auf eine gewisse Zeit in die Dienste eines anderen tritt, stellt diesem seine Arbeitskraft als solche zur Verfügung, d. h. er widmet sich ihm notwendig mit seiner Persönlichkeit, von der die Arbeitskraft schlechterdings nicht zu lösen ist. Damit entsteht nicht ein Schuldverhältnis, sondern eine eigentümliche Lebensordnung, die sich in der Tat am ehesten mit dem Verhältnis zwischen den Familienangehörigen und dem Familienoberhaupt vergleichen läßt. Die Ähnlichkeit der Beziehungen tritt denn auch im arbeitsrechtlichen deutschen Recht durch die Gleichheit des ordnenden Prinzips in Erscheinung. Dieses ist hier sowohl wie dort die sog. „Munt“, die Schutzbefugnis und zugleich Schutzpflicht des Familienoberhauptes und des Herrn über Weib und Kind und Knecht. Eine solche Auffassung, insbesondere auch der Beziehung zwischen Unternehmer und Gefolgsmann, entspricht nicht minder unserem heutigen Rechtsbewußtsein. Sie schließt das Arbeitsverhältnis aus dem Verkehrsrecht aus und macht es zu einem personenrechtlichen Gemeinschaftsverhältnis. Als solches wird es demgemäß vom Entwurf und seiner Begründung ausdrücklich gekennzeichnet.

Diese veränderte Grundauffassung zwingt aber dazu, auch die Art der Entstehung des Arbeitsverhältnisses und seinen Inhalt neu zu prüfen. — Derselbe Rechtsgelehrte, der sich besonders nachdrücklich für die Anerkennung der personenrechtlichen Natur des Verhältnisses eingesetzt hat, Siebert, steht auf dem Standpunkt, allein die tatsächliche Eingliederung des Gefolgsmanns in den Betrieb könne eine lebendige Gemeinschaft begründen; nur sie könne also das Arbeitsverhältnis zum Entstehen bringen. Obwohl diese Eingliederung eine Willensübereinstimmung zwischen Unternehmer und Gefolgsmann voraussetze, sei es nicht empfehlenswert, sie einen Vertrag zu nennen, da u. a. die Vorschriften des BGB. über Geschäftsfähigkeit, über Irrtum, Zwang und Täuschung sowie über den Verstoß gegen ein gesetzliches Verbot auf sie keine Anwendung finden könnten. Allerdings träten daneben häufig noch Vereinbarungen der Beteiligten, die das Arbeitsverhältnis näher ausgestalteten. Anders der Entwurf, der der Verkehrsauffassung eher gerecht werden dürfte. Er faßt die Willensübereinstimmung der Parteien über den Eintritt in den Betrieb und über die nähere Gestaltung des Arbeitsverhältnisses, von einer weiteren Auffassung des Begriffs „Vertrag“ ausgehend, als Arbeitsvertrag zusammen und nennt diesen „die das Arbeitsverhältnis begründende und gestaltende Einigung“. (Die Begründung durch behördlichen Akt — z. B. Zwangseinweisung von Schwerbeschädigten oder zwangsweise Verpflichtung von Arbeitskräften für staatspolitisch wichtige Aufgaben — bleibt daneben natürlich möglich.) Im Hinblick auf die Besonderheit der Lage, die nach Aufnahme der Arbeit eintritt, verbietet aber der



Entwurf dem Unternehmer, der einen beschränkt Geschäftsfähigen ohne die erforderliche Einwilligung seines gesetzlichen Vertreters eingestellt hat, sich für die Zeit der tatsächlichen Beschäftigung auf die Nichtigkeit des Arbeitsverhältnisses zu berufen (für diese Zeit also normale Lohnzahlung!). Nur für die Zukunft bleibt das Verhältnis jederzeit lösbar. Ferner will der Entwurf nach Aufnahme der Arbeit an Stelle der Anfechtung des Arbeitsvertrages wegen Irrtums, Täuschung oder Drohung nur noch die fristlose Kündigung zulassen, und zwar, weil eine Auflösung mit rückwirkender Kraft dem Wesen einer auf beiderseitige Treue gegründeten Gemeinschaft widerspricht. Dazu wäre freilich kritisch zu bemerken, daß es mehr als fraglich ist, ob eine durch Drohung erzwungene oder etwa durch Vorweisen falscher Zeugnisse erschlichene Einstellung überhaupt eine Gemeinschaft begründet. Im übrigen darf der Arbeitsvertrag nach dem Entwurf auch schon vor Beginn der Beschäftigung nicht einfach wie ein Schuldkontrakt behandelt werden. Das ergibt sich daraus, daß die Vorschriften des ersten Buches des BGB. und die allgemeinen Bestimmungen über Schuldverhältnisse nur insoweit gelten, als sich nicht aus dem Arbeitsverhältnisgesetz oder aus dem Wesen der Betriebsgemeinschaft etwas anderes ergibt. Die allgemeinen Regeln über Anfechtbarkeit und Nichtigkeit hält der Entwurf allerdings vor Antritt der Arbeit für anwendbar.

Was ferner den Inhalt des Arbeitsverhältnisses angeht, so steht seit dem AOG. fest, daß (wie in jeder personenrechtlichen Ordnung, so auch hier) die Treupflicht der Beteiligten seine Grundlage bildet. Fraglich kann nur sein, in welcher Beziehung diese z. B. zur Arbeitspflicht und zur Lohnzahlungspflicht steht. Sind letztere selbständige Pflichten, die neben die Treupflicht treten und von ihr lediglich eine spezifische Färbung erhalten, oder sind alle Einzelpflichten nur Erscheinungsformen der umfassenden Treupflicht? Der Entwurf entscheidet sich für die erste, Siebert für die zweite Lösung, die in Wahrheit vieles für sich hat. Sie entspricht einmal der Tatsache, daß der Zusammenschluß zu einer personenrechtlichen Gemeinschaft nicht bloß auf den Austausch ganz bestimmter einzelner Leistungen gerichtet ist, sondern immer neue, höchst verschiedenartige Rechte und Pflichten erzeugt, die sich gar nicht erschöpfend als Einzelausprüche aufzählen lassen. Auch ist die vom AOG. geforderte Treue sicherlich mehr als bloß eine schöne „Charakterhaltung“, sie kann sich sehr wohl auch in einem scheinbar so materiellen Vorgang wie der Lohnzahlung konkretisieren, nämlich als Fürsorge für die Existenzgrundlagen des Gefolgsmanns, von denen aus allein er sich gemäß der Forderung des AOG. mit seiner ganzen Person für das Wohl des Betriebes und damit für den gemeinen Nutzen von Volk und Staat einsetzen kann.

Über die Einzelheiten des Entwurfs, die z. T. mehr technischer Natur sind und insoweit recht mannigfache Abänderungen erfahren können, ehe der Entwurf Gesetz wird, nur folgendes: Es wird zum erstenmal versucht, die sog. „Betriebsstörung“ (oder Betriebsstockung) einer gesetzlichen Regelung zu unterwerfen. Der Entwurf steht auf dem Standpunkt, daß der Unternehmer als Träger des Betriebsrisikos auch in diesem Falle grundsätzlich zur Lohnzahlung an alle Gefolgsleute, die die Störung nicht verschuldet haben, verpflichtet bleibt. Nur wenn die Betriebsstörung ganze Berufszweige oder Landstriche trifft, soll der Gefolgsmann nur den halben Lohn verlangen können. (Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß auch dem Unternehmer kein Verschulden zur Last fällt.) Schließlich soll ein schuldloser Unternehmer den Lohn insoweit verweigern dürfen, als durch dessen Zahlung der

Bestand des Betriebes gefährdet würde. Vielleicht wäre es besser, die Erleichterung für den schuldlosen Unternehmer auf diese letztere, nach unten und oben elastische Regelung zu beschränken und die für das sog. „generelle Betriebsrisiko“ vorgesehene, etwas schematische Herabsetzung des Lohnes auf die Hälfte fallen zu lassen. Mit einer gleichen, auf die Leistungsfähigkeit des Betriebes abgestimmten und damit anpassungsfähigen Vorschrift könnte man wohl auch dem Fall gerecht werden, daß eine größere Zahl von Gefolgsleuten schuldlos aus anderen Gründen, z. B. wegen Krankheit oder Verkehrsstörung, an der Arbeitsleistung verhindert ist. Der Entwurf enthält dagegen die starre Bestimmung, daß unter diesen Umständen der Lohn verweigert werden darf, wenn der gleiche Verhinderungsgrund bei einem Zehntel der Gefolgschaft, mindestens aber bei 10 Gefolgsmännern, vorliegt. Soweit übrigens der Gefolgsmann bei Erkrankung Fortzahlung des Lohnes hätte verlangen können, soll der Betrag nach einer Neuerung des Entwurfs bei seinem Tode gewissen Angehörigen als Sterbegeld zustehen.

Sehr zu begrüßen ist, daß der Entwurf einen Urlaubanspruch für erwachsene Gefolgsleute gesetzlich festlegen will, was bisher nur für Jugendliche geschehen ist. Soweit der Erwachsene nicht durch Tarifordnung, Betriebsordnung oder Einzelvereinbarung besser gestellt ist, soll er in jedem Kalenderjahr einen mindestens sechstägigen Erholungsurlaub unter Fortzahlung des Lohnes beanspruchen können. — Für den Fall, daß ein Betrieb als Ganzes an einen Dritten veräußert wird, schafft der Entwurf klare Bahn, indem er vorsieht, daß der neue Unternehmer (unter einer gewissen, genau begrenzten Mihaftung des bisherigen Unternehmers für Ansprüche der Gefolgsleute) in die bestehenden Arbeitsverhältnisse eintritt.

Was die ordentliche Kündigung des Arbeitsverhältnisses angeht, so will der Entwurf auch für Arbeiter eine nicht unterschreitbare Mindestkündigungsfrist schaffen, wenn diese länger als ein Jahr im Betriebe beschäftigt sind, und will bei sogenannten „langjährigen“ Arbeitern, die mindestens 30 Jahre alt sind, eine Verlängerung dieser Mindestkündigungsfrist eintreten lassen, während es bisher Mindestfristen und verlängerte Mindestfristen nur bei Angestellten gab. Die Bemessung der Fristen überläßt der Entwurf allerdings dem Gesetzgeber. — Die fristlose Kündigung sodann ist bekanntlich heute für und gegen Arbeiter in Gewerbe und Bergbau (mangels abweichender Bestimmungen, die in betriebsordnungspflichtigen Betrieben in der BO. getroffen sein müssen) nur aus den im Gesetz einzeln aufgezählten Gründen zulässig. Künftig soll auch bei diesen Arbeitern jeder wichtige Grund durchgreifen. Außerdem soll bei Arbeitsverhältnissen mit besonders langen Kündigungsfristen unter gewissen Umständen eine außerordentliche Kündigung mit der normalen gesetzlichen Frist möglich sein.

Der Entwurf regelt ferner das für die Zeit nach Beendigung des Arbeitsverhältnisses vereinbarte Wettbewerbsverbot, die sog. Wettbewerbsabrede, die im Gesetz bisher eingehend nur für Handlungsgehilfen geordnet ist, in Anlehnung an das für letztere geltende Recht für Gefolgsleute jeder Art, stellt erstmalig Vorschriften für den Fall auf, daß dem Gefolgsmann oder seinen Angehörigen kraft Einzelvereinbarung, ständiger Übung, Tarifordnung oder Betriebsordnung ein Ruhegeld zusteht, und bringt schließlich als neu einige zusammenhängende Regeln über die Gruppenarbeit, welche der Praxis insbesondere aus dem Fall des Gruppenakkordes bekannt ist.



# Die Aufbereitung armer deutscher Erze und ihre Bedeutung

für den Vierjahresplan\*) Von Dozent Dr.-Ing. habil. W. Petersen, Bergakademie Clausthal

Mit Rücksicht auf unsere verhältnismäßige Armut an Erzlagerstätten sind wir gezwungen, die uns zur Verfügung stehenden Bodenschätze an Erzen bis aufs äußerste auszunutzen und auch die Verwertung solcher armen Erze in Angriff zu nehmen, welche anderwärts als praktisch unverwertbar angesehen werden. Jede Tonne eines aus eigenen Erzen erzeugten Metalls bedeutet nicht nur die Freimachung entsprechender Devisenbeträge, die für noch lebensnotwendigere Einfuhrgüter zur Verfügung stehen, sondern einen weiteren Schritt auf dem Wege unserer Unabhängigkeit von ausländischen Metallrohstoffen.

Im Laufe der Metallgewinnung aus armen Inlanderzen hat die Aufbereitung die Aufgabe, in diesen armen Erzen durch Abstufung von Begleitmaterialien, welche eine Weiterverarbeitung entweder unwirtschaftlich oder in vielen Fällen sogar unmöglich machen, die eigentlichen Erzträger für die folgende Verhüttung anzureichern. Für die Aufbereitung sind zwei Forderungen heute mehr als je aufzustellen: Einmal sollen durch die Aufbereitung die Metallverluste in den als wertlos abzustufenden Begleitmineralien möglichst gering sein, da die mit den Bergen verlorengehenden Metallgehalte endgültig der Volkswirtschaft entzogen werden. Dann soll aber andererseits die Anreicherung des Metallträgers möglichst hochgetrieben werden, damit Kosten und Arbeitsaufwand bei der folgenden Verhüttung möglichst gering werden. Diese beiden Forderungen bei der Aufbereitung gerade der armen Erze zu erfüllen, ist in den meisten Fällen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Es ist nicht nur der geringe Metallgehalt der armen Erze, welcher ihre hohe Anreicherung bei möglichst geringen Verlusten erschwert. In den meisten Fällen haben wir es bei den armen Erzen mit Mineralgemengen zu tun, bei denen der wertvolle Erzträger mit den wertlosen Begleitmineralien außerordentlich eng verwachsen ist. Diese enge Verwachsung erfordert einen entsprechend weitgehenden Aufschluß, d. h. eine Zerkleinerung auf Korngrößen, die bei der nachfolgenden Trennung sowohl zu Verlusten führen als auch eine hohe Anreicherung erschweren. Die weitgehende Zerkleinerung ist stets der teuerste Anteil im Laufe der Aufbereitung, so daß bereits hierdurch die Wirtschaftlichkeit eines Aufbereitungsverfahrens für arme Erze in Frage gestellt werden kann. Die Trennung so weitgehend zerkleinerter Roherze ist heute im allgemeinen durch die Schwimmaufbereitung möglich, so daß die Schwimmaufbereitung mit wenigen Ausnahmen, zu deren wichtigsten aus Kostengründen die Eisenerze gehören, auch durchweg für die Aufbereitung unserer armen und feinverwachsenen Erze herangezogen wird. Schwierigkeiten bei der Schwimmaufbereitung der armen verwachsenen Erze entstehen nun vor allem durch die Anwesenheit teilweise oxydierter Erze, wie sie in den Haldenerzen früherer Zeiten vorliegen, weiterhin bei der Schwimmaufbereitung rein oxydischer Erze, wie der Zinn- und Wolframerze. Hinzu kommt, daß die Anwesenheit feinsten toniger oder limonitischer Schlämme, wie man sie gerade bei stark verwitterten Haldenerzen sowie auch bei rein oxydischen Erzen findet, die Trennung durch Schwimmaufbereitung oft erheblich beeinträchtigt, indem diese feinen Schlämme einmal die Konzentrate verunreinigen, dann aber auch häufig wesentliche Erzverluste mit den Abgängen verursachen. Hier sind noch eine Reihe von Fragen offen, die durch Zusammenarbeit von Praxis und Wissenschaft hoffentlich recht bald einer Lösung nähergebracht werden.

Im Brennpunkt des Interesses unserer Metallversorgung steht die Gewinnung von Eisen aus eigenen Erzen. 1936 betrug der Eiseninhalt aus Inlanderzen etwa 18% unseres gesamten Eisenverbrauchs; im Vorjahr wird er infolge unseres weiter gestiegenen Verbrauchs trotz der verstärkten Förderung kaum höher gewesen sein. Am Ende des Vierjahresplanes wollen wir mindestens die Hälfte unseres Eisenverbrauches aus eigenen Erzen decken. Von der dafür notwendigen Fördermenge an Eisenerzen werden etwa drei Viertel arme Erze sein. Zweifellos wird im Vordergrund für die Eisengewinnung aus diesen armen, großenteils sauren Erzen die unmittelbare Verhüttung nach dem sauren Schmelzverfahren von Paschke und Peetz stehen. Die Eisenverluste in den Schlacken betragen dabei nur 1,5 bis 2,5% auf 100% Schlacke je t Roheisen. Sind die Erze aber arm, so daß die Schlackenmenge 200 oder 300% der Roheisenmenge ausmacht, so steigen die Eisenverluste wesentlich. Bei den Aufbereitungsverfahren für Eisenerze, auf die wir in bestimmten Fällen niemals werden ganz verzichten können, liegen die Eisenverluste schon bei mäßigen Eisenanreicherungen auf 43 bis 44% Fe bei 10 bis 15%. Dabei ist allerdings grundsätzlich zu bemerken, daß in vielen Fällen infolge des Eisengehaltes der Begleitmineralien ein gewisser Eisenverlust unvermeidlich und zwangsläufig mit der Aufbereitung verbunden ist. Bei der sehr verschiedenen Zusammensetzung der Eisenerze stellt die Entwicklung eines geeigneten Aufbereitungsverfahrens für jedes arme Eisenerz den Aufbereiter vor eine neue Aufgabe, sowohl nach der technischen wie vor allem nach der wirtschaftlichen Seite hin. Es gibt bisher kein Einheitsverfahren, welches in jeder Beziehung für alle Erze gleich gut anwendbar ist. Grundsätzlich ist aber festzustellen, daß man bisher die Anreicherung der Erze nicht deswegen abgelehnt hat, weil sie im Verhältnis zur unmittelbaren Hochofenarbeit eine ungünstigere Eisenausnutzung ergab; man hat die Aufbereitung vielmehr herangezogen, weil sie die Erzeugung verbilligt hat. Inwieweit das in Zukunft der Fall sein wird, wenn das saure Schmelzen allgemein eingeführt wird, muß abgewartet werden.

Im folgenden seien kurz die heute für arme deutsche Eisenerze angewandten Aufbereitungsverfahren dargestellt. Die Verfahren sind teilweise in mehrjähriger mühsamer Versuchsarbeit entwickelt worden, wobei sich gezeigt hat, daß es nicht genügt, die Verfahren laboratoriumsmäßig oder auch im Kleinbetriebsversuch durchzuführen, sondern daß sich bei ihrer Anwendung im Großbetrieb noch Überraschungen und Fehlschläge herausstellen können. Am längsten bereits betrieblich angewendet sind die Aufbereitungsverfahren der *Stüdingesellschaft für Doggererze*. Seit Anfang 1937 läuft eine Anlage für 850 t je Tag oberfränkischer Erze bei Pegnitz<sup>1)</sup>. Die Anlage soll demnächst vergrößert werden. Es handelt sich um ein Erz mit vorwiegend kieseliger Gangart, die also härter ist als das anzureichernde Brauneisenerz. Darauf beruht auch die Aufbereitung in ihrem ersten Teil, indem durch stufenweise Zerkleinerung immer das feine anfallende Erz abgesogen wird. Das grubenfeuchte Erz (Abb. 1) wird zunächst in einer Hammermühle vorzerkleinert und einer Trocknungsanlage im Trommelofen zugeführt, wobei ein Teil des gebildeten Staubes bereits abgesogen wird. Nach weiterer Zerkleinerung im Feinwalzwerk wird durch Windsichtung ein weiterer Teil des eisenhaltigen Staubes abgesogen und das

<sup>1)</sup> Sengfelder: Stahl und Eisen 57 (1937), 732.

\*) Die Abb. wurden vom Verf. zur Verfügung gestellt.







nur etwa 70% Fe ausgebracht werden, konnten nach dem Verfahren des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung aus einem Roherz vom Erzberg mit 28% Fe Konzentrate mit 48% Fe bei 93% Fe-Ausbringen gewonnen werden.

Das zweite Verfahren der magnetisierenden Röstung, das Lurgi-Gröppel-Verfahren, wurde erstmalig in einem Großversuchsbetrieb bei Zollhaus-Blumberg in Südbaden für Doggererze angewandt. Das dortige Doggererz ist ein stark kieselsäurehaltiges Oolith-Brauneisenerz, dessen Oolithe bei einem Fe-Gehalt von etwa 55% rund 80% des Gesamteisens führen, während in der Grundmasse bei einem Fe-Gehalt von 9 bis 10% 20% des Gesamteisens gebunden sind. Das Roherz wird auf 0 bis 50 mm vorzerkleinert und in einem Drehrohrofen reduzierend geröstet, wobei in dem anfallenden Rösterz das Eisen in das stark magnetische  $Fe_3O_4$  übergeführt wird. Dieses Rösterz wird auf 2 mm nachzerkleinert und anschließend trocken-magnetisch angereichert. Die Anlage kam Anfang 1938 in Betrieb. In den Monaten August bis Oktober wurde sie gemäß den Erfahrungen bei dem erstmaligen Betrieb umgebaut und im November 1938 erneut dem Betrieb übergeben.

Der Drehrohrofen hat eine Länge von 44 m, einen Außendurchmesser von 3,60 m und einen Innendurchmesser von 3,1 m (Abb. 3). Er wird mit Kleinkoks-generatorgas beheizt, dessen unterer Heizwert 1100 bis 1150 kcal/nm<sup>3</sup> beträgt. Das kalte Heizgas tritt am Erzaustragende ein und soll in der ersten Ofenzone, der Kühlzone, das geröstete Erz abkühlen. Am Ende dieser ersten Zone wird ihm die Verbrennungsluft zugemischt. Das Gas verbrennt in der zweiten Zone, der Röstzone, und röstet das vorgewärmte Erz bei einer Temperatur von 700 bis 800° C reduzierend auf  $Fe_3O_4$ . Die Verbrennungsgase dienen dann in der dritten Zone, der Vorwärmzone, zum Trocknen, Dehydrati-

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| a = Laufringe        | e = Austragvorrichtung |
| b = Drehrohrofen     | f = Ofenkopf           |
| c = Antrieb          | g = Brenner            |
| d = Beschickungsrohr | h = Wender             |

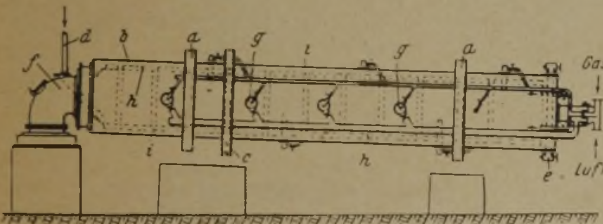
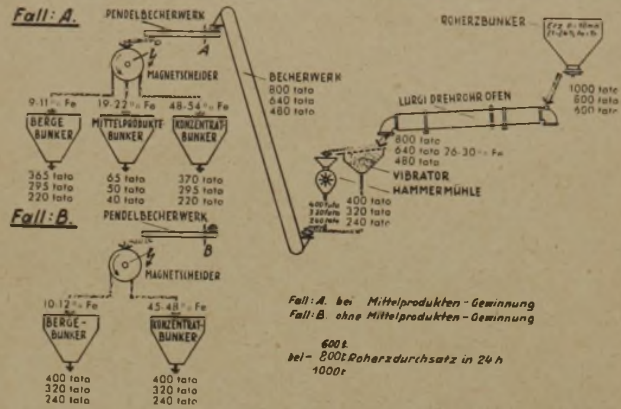


Abb. 3: Drehrohrofen der Lurgi zur reduzierenden Röstung von Eisenerzen (Werkfoto Lurgi-Chemie)

sieren, Kalzinieren und Vorwärmen des eingetragenen Erzes. Der Ofen ist auf seiner ganzen Länge mit 12 Brennern versehen. Es ist möglich, das Heizgas nach Belieben zentral am Ofenende oder durch die einzelnen Brenner zuzugeben und so an jeder Stelle des Ofens jede erwünschte Temperatur zu erzielen. Im Innern ist der Ofen mit Metallwendern ausgerüstet. Um eine Wärmeübertragung zwischen Erz und Gas möglichst vollkommen zu erreichen, haben diese Metallwender aus Edelstahl eine solche Form, daß das Erz bis über den Ofenscheitel mit hochgehoben wird. Das herabrieselnde Erz bildet einen dichten Schleier, durch den das Heizgas seinen Weg nimmt. Aus dem Stammbaum (Abb. 4) geht der Gang der Aufbereitung hervor.

Es werden zur Zeit in Zollhaus-Blumberg täglich 930 t Roherz in 24 Stunden verarbeitet, obwohl der Ofen

nur für 600 t bestimmt war. Das Roherz hat einen Eisengehalt von 20 bis 21% im Feuchten, das Konzentrat einen Eisengehalt von 42 bis 43%. Das Eisenausbringen beträgt 80 bis 82%. Bei Anrechnung der im Ofen-



Fall A: bei Mittelprodukten-Gewinnung  
Fall B: ohne Mittelprodukten-Gewinnung

600 t  
bei 200 t Roherzdurchsatz in 24 h  
1000 t

Abb. 4: Stammbaum der Doggererz-Aufbereitung nach dem Lurgi-Gröppel-Verfahren zu Zollhaus Blumberg (Werkfoto Lurgi-Chemie)

betrieb anfallenden Stäube, deren Aufbereitung zur Zeit noch untersucht wird, erhöht sich das Gesamteisenausbringen bis zu 88%.

Das Konzentrat besteht zu 90% aus Feinkorn unter 1 mm und 10% über 1 mm, so daß es vor der Verhüttung gesintert werden muß. Die Sinterung macht keine Schwierigkeiten, und der Sinter ist bereits mit Erfolg dem Saarmöller zugesetzt worden. Der Brennstoffverbrauch beträgt 6% Kleinkoks je Tonne Roherz, während der ideale Brennstoff, Hochofengichtgas, für die Versuchsanlage nicht zur Verfügung stand. Er würde nur die Hälfte der Brennstoffkosten verursachen. Für die zur Zeit noch auf Halde gekippten Berge wird noch ein Verwendungszweck gesucht. Die Reichswerke Hermann Göring haben für die Aufbereitung eines Teiles der Salzgittererze vier Drehrohrofen mit den dazugehörigen Magnetscheidern bestellt, welche Ende d. J. noch in Betrieb kommen sollen.

Die Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke entwickelten daneben ein anderes Verfahren zur billigen und verlustlosen Vorbereitung, also nicht eigentlichen Aufbereitung, der badischen Doggererze. Es handelt sich dabei um eine besondere Art der Röstung des Roherzes in Röstöfen besonderer Bauart von 5,5×5,5 m. Vier dieser Röstöfen sind ebenfalls auf Zollhaus-Blumberg aufgestellt, wobei eine Ofenleistung von 500 t/Tag demnächst zu erwarten ist bei einem Brennstoffverbrauch von 34,8 kg/t Roherz. Das bei diesem Verfahren anfallende Rösterz enthält 80 bis 85% Stückerz mit 24% Fe und 15 bis 20% Feinerz mit 29% Fe, wobei letzteres in Brikettform übergeführt werden kann, so daß das teure Sintern erspart wird. Eine Sonderstellung unter den Aufbereitungsverfahren für Eisenerze nimmt das Krupp'sche Rennverfahren ein. Es stellt ein Zwischending zwischen einem Aufbereitungsverfahren und einem unmittelbaren Eisenerzeugungsverfahren dar. Grunderzeugnis ist nicht mehr ein angereichertes Erz, das von unerwünschter Gangart befreit ist, sondern ein metallisches Erzeugnis mit etwa 95% Fe, die sogenannten Luppen, welches durch Reduktion des im Erz vorhandenen Eisens gewonnen und magnetisch von der anfallenden Schlacke nach entsprechender Zerkleinerung getrennt wird. Der große Vorteil des Rennverfahrens liegt in dem hohen Fe-Ausbringen über 90%; dabei liegt allerdings der Schwefelgehalt der Luppen so hoch (über 0,3%), daß sie zunächst noch zusätzlich im Hochofen umgeschmolzen werden müssen. Eine Versuchsanlage für 300 t Roherz/Tag für das Rennverfahren läuft seit 21½ Jahren in Essen-Bergeborbeck.



Aus alledem ersieht man die große Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten für die Aufbereitung armer Eisenerze. Bei einem Vergleich aller dieser Verfahren darf man nicht die Einzelergebnisse, wie etwa nur das Fe-Ausbringen oder auch nur die Anreicherung, berücksichtigen, sondern man muß jeweils alle erforderlichen Maßnahmen für die Erzeugung eines brauchbaren Roheisens einschließlich der Entschwefelungskosten aus dem Roherz betrachten. Da es bisher an vergleichbaren Zahlen für die Kosten der einzelnen Aufbereitungsverfahren sowie vor allem auch für diejenigen der nachfolgenden Behandlung durch Entschwefeln oder saures Schmelzen fehlt, ist es heute noch nicht möglich, ein Urteil über die Eignung der Verfahren zu fällen. Zweifellos haben die Verfahren der unmittelbaren Trockenmagnetscheidung mit etwa vorgeschalteter Läuterung den Vorteil geringen Kostenaufwandes, dem als Nachteil wieder die höheren Eisenverluste gegenüberstehen. Die magnetisierende Röstung dagegen ergibt unter den eigentlichen Aufbereitungsverfahren die geringsten Eisenverluste, jedoch dürfte sie kostenmäßig mit den anderen Verfahren nicht den Wettbewerb aufnehmen können. Bei hoher Frachtbelastung der Roherze und der Möglichkeit, ein kiesel-säurehaltiges Erz so weitgehend aufzubereiten, daß die übliche basische Hochofenarbeit mit dem Konzentrat möglich ist, dürfte selbst bei höheren Eisenverlusten eine Aufbereitung in den meisten Fällen noch vorteilhaft sein. Wenn aber das saure Schmelzen sich der basischen Hochofenarbeit überlegen erweist, würde die so weit getriebene Anreicherung wohl keine wirtschaftlichen Vorteile bringen, und es wäre dann vorzuziehen, unter Verzicht auf hohe Anreicherung auf ein höheres Eisenausbringen hinzuwirken. Maßgebend ist dann lediglich, ob die Kostentlastung für die Hütte durch die geringere Frachtbelastung, geringere Anlage- und Betriebskosten für die Sinterung sowie für die Verminderung des Hochofenraumes noch die Aufbereitungskosten aufwiegt.

Am ungünstigsten von allen wichtigen Metallen liegen die Bedarfsdeckungsverhältnisse bekanntlich für uns auf dem Gebiet der Kupferversorgung, wo wir zur Zeit nicht einmal 10% unseres Bedarfs aus Inlanderzen decken können. Für unsere wichtigsten Kupfererze, die Mansfelder Kupferschiefer, hat man nach jahrelangen Versuchen von einer Aufbereitung abgesehen, da der Kupferschiefer mit zwar nur etwa 2,7% Cu ein selbstgehendes Erz ist, dessen Verhüttung durch eine vorhergehende Aufbereitung nicht so weit entlastet wird, daß sich dieselbe lohnen würde, zumal dabei der Anfall an den wertvollen Schlackensteinen wesentlich geringer sein würde. Neben Mansfeld, unserem größten Kupfererzeuger, fließen aus einer Reihe kleinerer Quellen den Kupferhütten deutsche Kupfererze zu, die aus den Aufbereitungen von deutschen Erzgruben stammen. Hier sei nur erwähnt die Gewinnung der Kupfererze der Zentralaufbereitung für Blei- und Zinkerze der Gewerkschaft Merkur in Bad Ems. Das Roherz enthält etwa 0,5% Cu, vornehmlich als Kupferkies, welcher zusammen mit dem Bleiglanz in den Bleizellen der Schwimmaufbereitungsanlage, die 1100 t/Tag verarbeitet, zunächst als Mischkonzentrat gewonnen wird. Dieses Mischkonzentrat wird durch Zusatz bestimmter drückender Schwimmmittel für den Bleiglanz nachgeschwommen, wobei sich ein Kupferkonzentrat mit 20% Cu und 10% Pb und Abgänge mit 65% Pb ergeben. Auf diese Weise werden in einem gesonderten hochwertigen Kupferkonzentrat jährlich etwa 1500 t Cu gewonnen, was lediglich auf die zweckmäßige Anwendung der Schwimmaufbereitung zurückzuführen ist.

Besonders interessant ist auch die Entwicklung der Kupfergewinnung aus den Siegerländer Spateisenerzen<sup>3)</sup>. Der Kupfergehalt des Spates ist für die spätere Verhüttung des Rostspates ein durchaus unerwünschter Begleiter, während es andererseits naturgemäß bei unserer Kupferknappheit nur erwünscht ist, den Kupferinhalt dieser auch als arme Kupfererze aufzufassenden Erze möglichst zu erfassen. Man ist nunmehr dazu übergegangen, die im Verlaufe der Rohspataufbereitung anfallenden, an Kupfer bereits angereicherten Erze der Schwimmaufbereitung zu unterwerfen. Während die Rohspäte sehr schwankende Gehalte von 0,3 bis 1% Cu aufweisen, enthalten die zur Schwimmaufbereitung gelangenden kupferhaltigen Späte 4,1 bis 6,4% Cu. Man hat eine Zentralaufbereitung für die auf den Siegerländer Gruben angesammelten Erzvorräte und laufend anfallenden Zwischengüter der Aufbereitungen mit höheren Kupfergehalten auf der Grube „Große Burg“ errichtet (Abb. 5). Die Anlage hat den Charakter einer Lohnschwimmaufbereitung und arbeitet somit unter allen einer solchen eigenen Besonderheiten. Das Aufgabegut stellt je nach seinem Ursprung ein nach Kupfergehalt, Kornverteilung und Verwachsungsgrad verschiedenartiges Rohgut dar, das daher naturgemäß der Schwimmaufbereitung oft erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Die Anlage verarbeitet neben 500—600 t/Monat auf 4—6% Cu angereicherten Fremderzen noch 1000 t/Monat Erze der Grube „Große Burg“, welche aus der vorgeschalteten, in der üblichen Weise arbeitenden Spataufbereitung stammen und nur 2,5% Cu enthalten. Ein Monatsdurchschnittsergebnis aus jüngster Zeit ergab aus einem Roherz mit 3,3% Cu Konzentrate mit 26,8% Cu bei 98% Cu-Ausbringen, ein Ergebnis, das kaum besser sein kann. Auf diese Weise werden etwa 600 t Cu/Jahr = 2% unserer gesamten jährlichen Cu-Erzeugung gewonnen.

Handelte es sich bei den bisher besprochenen Aufbereitungsfragen für Kupfererze um verhältnismäßig kleine Quellen unserer Kupferversorgung aus eigenen Erzen, so sei noch auf die Ergebnisse der Untersuchungen über die Aufbereitung eines der beiden großen in den letzten Jahren dank der planmäßigen Untersuchungsarbeiten erschlossenen Kupfervorkommen eingegangen. Es handelt sich um die schlesische Kupferlagerstätte bei Haasel und Gröditz am Nordostrand des Riesengebirges, wo sedimentäre Kupfermergel im Zechstein der nordsudetischen Mulde in großzügiger Weise durch Schürfe, Bohrungen und Grubenbaue

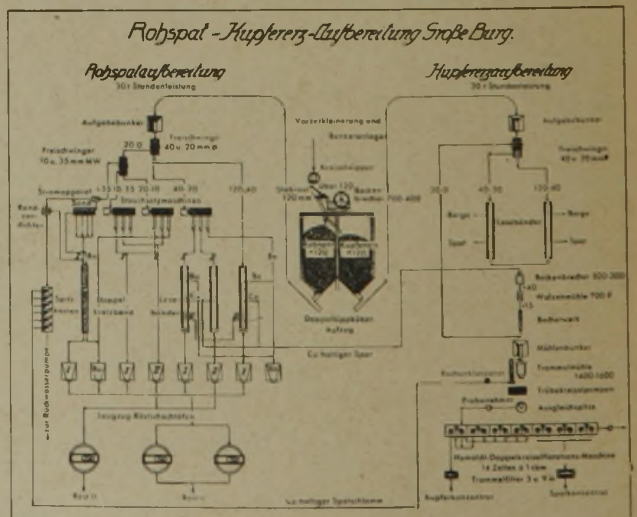


Abb. 5: Rohspat-Kupfererzaufbereitung „Große Burg“

<sup>3)</sup> Gleichmann: Metall und Erz 33 (1936), 193; Stahl und Eisen 57 (1937) 289.



aufgeschlossen worden sind. Man hat im Lauf der Jahrhunderte besonders auf den Erzen der Haaseler Mulde immer wieder Bergbauversuche unternommen, die aber alle an der Aufbereitungsfrage gescheitert sind. Dank der Fortschritte der Aufbereitungstechnik können wir heute an einen großzügigen Abbau dieser Erze herangehen, so daß demnächst dieses Gebiet neben Mansfeld und dem zweiten neu aufgeschlossenen Kupferbezirk Richelsdorf (Hessen) zu unseren größten Kupferversorgern gehören wird. Das Vorkommen ähnelt in vieler Hinsicht dem von Mansfeld. Das Kupfer liegt hauptsächlich als feinste Einsprengung von Buntkupferkies und Kupferglanz im Mergel vor; das Aufwerk enthält 0,9 bis 1,2% Cu. Wegen der sehr feinen Verteilung der Kupferminerale kam als Aufbereitungsverfahren nur die Schwimmaufbereitung in Frage. Die anfänglichen Untersuchungen ergaben unbefriedigende Ergebnisse<sup>1)</sup>, wobei sich nach vielen Versuchen zeigte, daß dieselben auf die durch den schnellen Zerfall des Kupfermergels hervorgerufene Oxydation der Kupfererze hervorgerufen werden. Vorbedingung für den Erfolg der Schwimmaufbereitung war demnach eine möglichst baldige Verarbeitung der geförderten Frischerze. Weitere Schwierigkeiten erwachsen aus der außerordentlich feinen Verwachsung der Kupferminerale, die bis zu  $3\ \mu$  heruntergehen; zur Freilegung der Kupferminerale ist ein Aufschluß unter  $30\ \mu$  notwendig. Es mußte also eine weit feinere Vermahlung, als sie sonst in der Schwimmaufbereitung üblich ist, erfolgen, um in den Bergen nicht zu hohe Kupfermengen zu verlieren. Um die gefürchtete Totmahlung der Erze, d. h. eine zu weitgehende Zerkleinerung, zu vermeiden (Korngrößen unter etwa  $5\ \mu$  entziehen sich der Schwimmaufbereitung), ist man dazu übergegangen, die Haaseler Erze stufenweise zu zerkleinern. Aus dem Stammbaum (Abb. 6) der seit 1937 mit steigendem Erfolg betriebenen Versuchsanlage, die grundsätzlich auch für die geplante Betriebsanlage vorgesehen sein dürfte, ist der Verfahrensgang ersichtlich. Das Verfahren besteht darin, daß zunächst in einer ersten Mühle das Gut auf unter 0,2 mm aufgeschlossen und nach Klassierung des Mühlenaustrages aus diesem verhältnismäßig groben Anteil die bereits aufgeschlossenen Kupferminerale herausgeschwommen werden. Die Berge der Schwimmaufbereitung werden durch besondere Klassierung in einem Hydroseparator, einem besonderen Stromapparat, in Feinberge und Grobberge zerlegt. Der feinere Anteil unter  $60\ \mu$ , dessen Korngröße im Mittel bei etwa  $30\ \mu$  liegt, wird als genügend verarbt abgestoßen, während der gröbere Anteil in einer zweiten Mühle erneut vermahlen und geschwommen wird. Auch die in dieser Stufe anfallenden Berge werden nochmals durch den Hydroseparator klassiert und der Grobanteil nachgeschwommen. Neuere Ergebnisse aus dem laufenden Versuchsbetrieb zeigten, daß auf diese Weise aus einem Roherz mit 0,86% Cu Konzentrate mit 18% Cu bei fast 90% Cu-Ausbringen und Berge mit nur 0,09% Cu erhalten werden können.

Bei der geringen Härte des Erzes sind die Zerkleinerungskosten ungewöhnlich niedrig, so daß die geplante Großanlage vollen Erfolg in jeder Hinsicht verspricht. Eine große Schwierigkeit ergibt sich allerdings bei der Planung der Großbetriebsanlagen für die Haaseler und Gröditzter Erze, nämlich die Unterbringung der riesigen Mengen von Abgängen. Fallen doch allein bei Haasel für die geplante Erzeugung von 4- bis 5000 t Cu jährlich 720 000 t Mergel an, von denen 95% gestapelt werden müssen. Selbst durch Abriegelung von Tälern durch Staudämme würden die so geschaffenen Stapel-

räume nur für einige Jahre, nicht aber für die Jahrzehnte des geplanten Betriebes ausreichen. Es wird zur Zeit noch untersucht, ob der anfallende Kalkmergel für die Landwirtschaft zur Verbesserung von Sandböden sowie für Ziegeleien, Kalksandsteine oder hydraulische Mörtel brauchbar ist.

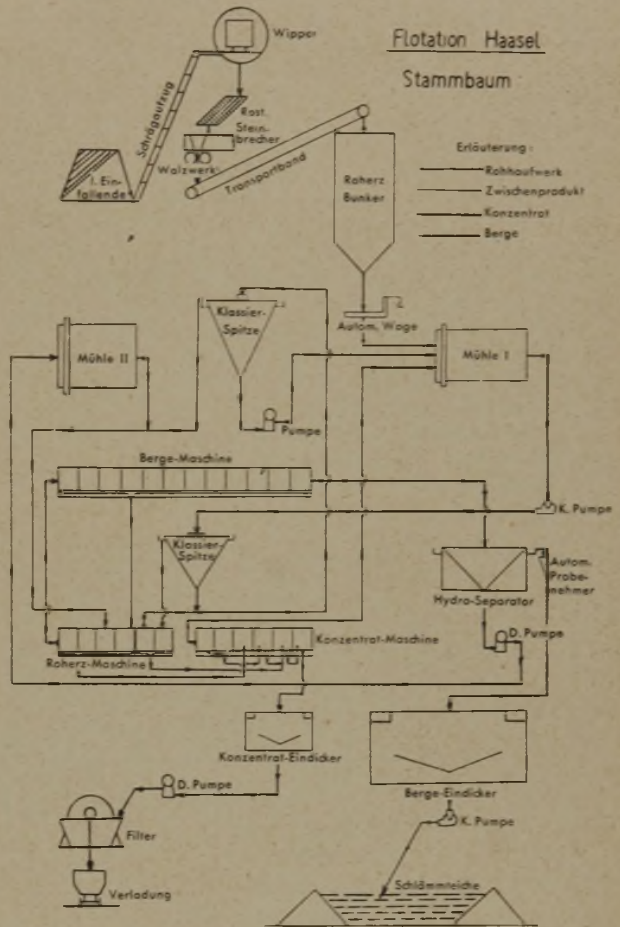


Abb. 6: Stammbaum der Versuchs-Schwimmaufbereitungsanlage zu Haasel

Unter den auch für unsere anspruchslosen Begriffe als arm zu bezeichnenden Blei-Zink-Erzen sind es vornehmlich die Haldenerze, bei denen es der Aufbereitung zu verdanken ist, daß sie noch beträchtliche Werte für unsere Metallversorgung darstellen. Allein im rechtsrheinischen Blei-Zink-Erzbergbau wurden 1937 206 000 t Haldenerze, im linksrheinischen Bezirk 127 000 Tonnen Haldenerze der Aufbereitung unterworfen. Das entspricht im Jahre 1937 einem Mengenanteil von 15% unserer Blei-Zink-Erzförderung, zu dem noch geringe Haldenerzmengen aus dem Harz und einigen anderen Bergbaugebieten kommen. Bei Annahme eines Gehaltes von 1,5% Pb und 3% Zn sowie je 80% Blei- und Zinkausbringen konnten allein 1937 4000 t Pb und 8000 t Zn aus diesen Haldenerzen gewonnen werden, was je 5% unserer Erzeugung entspricht. Für die Aufbereitung dieser Haldenerze kommt lediglich die Schwimmaufbereitung in Frage. Im allgemeinen bereiten sie der Schwimmaufbereitung heute keine unüberwindlichen Schwierigkeiten mehr. Man arbeitet grundsätzlich wie bei der Schwimmaufbereitung der frisch geförderten Pb-Zn-Erze, indem man zunächst unter Drücken der Zinkblende ein Bleiglanzkonzentrat gewinnt und nach Belebung der Zinkblende letztere zu einem Zinkkonzentrat anreichert. Die meist mehr oder weniger durch die lange Lagerung oxydierten Erze sind durch entsprechende Maßnahmen, zu

<sup>1)</sup> Vgl. dankt Herrn Dipl.-Ing. Härtel für die freundliche Überlassung der angeführten Versuchsergebnisse.



denen vor allem die Sulfidierung zählt, schwimmfähig zu machen. Vor allem bereitet bei der Schwimmaufbereitung solcher Haldenerze die stark wechselnde Zusammensetzung derselben sowie der Gehalt an Verwitterungserzeugnissen der Gangart oft noch große Schwierigkeiten, so daß die Anreicherung sowohl als auch die Trennung häufig nicht so gute Ergebnisse erreicht wie bei den Frischerzen, wobei naturgemäß auch das Ausbringen niedriger liegt. Natürlich wird man im allgemeinen die Verarbeitung der Haldenerze gemeinsam mit denjenigen des frisch geförderten Erzes vornehmen. Jedoch haben wir eine Anzahl von Anlagen, auf denen infolge Stilllegung des Bergbaues tatsächlich lediglich Haldenerze verarbeitet werden. Als Beispiel für solche Anlagen mit nahezu alleiniger Haldenerzschwimmaufbereitung sei erwähnt, daß aus zwei alten Schlammteichen einer rechtsrheinischen Grube im Laufe von etwa 7 Jahren 15 600 t Zink und fast 3000 t Blei erzeugt wurden. Die Teichschlämme (287 000 t) enthielten durchschnittlich 1,4% Pb und 7,0% Zn, aus denen Bleikonzentrate mit 72% Pb und 4,5% Zn sowie Zinkkonzentrate mit 58% Zn und 2,2% Pb bei 77,3% Blei- und 84% Zinkausbringen erhalten wurden. Die Anlage wurde dabei mehrere Jahre lang fast ausschließlich für die Verarbeitung der Haldenschlämme benutzt.

Als weiteres Beispiel der Verarbeitung von alten Teichschlämmen, Abgängen der alten Herdwäsche einer Zentralaufbereitungsanlage, seien die Ergebnisse einer Harzer Schwimmaufbereitungsanlage für Pb-Zn-Halden gebracht. Der Stammbaum der Anlage für 200 t/Tag (Abb. 7) zeigt den verhältnismäßig einfachen Verarbeitungsgang. Aus dem Roherz mit 0,94% Pb und 3,7% Zn werden Pb-Konzentrate mit 35,8% Pb und 14,9% Zn sowie Zinkkonzentrate mit 51,8% Zn und 6,7% Pb

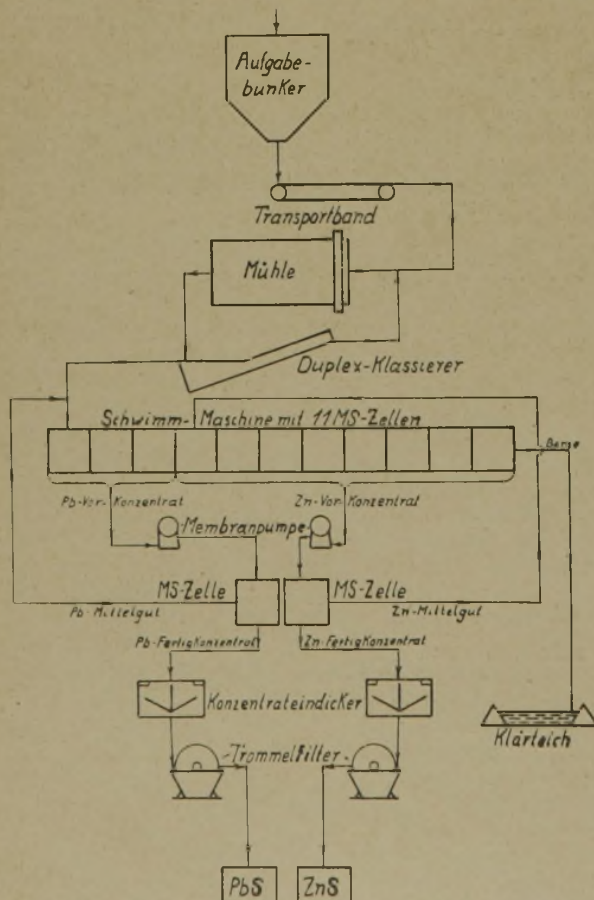


Abb. 7: Stammbaum einer Haldenerz-Schwimmaufbereitungsanlage für Blei-Zink-Erze

gewonnen, bei einem Gesamtleiausbringen von 78% und Zinkausbringen von 85%. Die verhältnismäßig schlechte Blei-Zink-Trennung ist auf die starke Verwitterung und Verunreinigung des Roherzes zurückzuführen.

Der eingeführte Schwefelkies, etwa 1,5 Mill. t im Jahr, stellt infolge seines Gehaltes an Kupfer, Zink sowie anderen wertvollen Begleitmineralien neben der Deckung unseres Schwefelbedarfes einen wertvollen Rohstoff für unsere Metallhütten dar, wobei außerdem die Kiesabbrände in den Eisenhütten verarbeitet werden. Trotzdem werden wir bestrebt sein, die bei uns anfallenden Kiese für die Gewinnung heranzuziehen. Eine Möglichkeit liegt in der Nutzbarmachung des in der Kohle enthaltenen Schwefels, wobei hier lediglich die unmittelbare Gewinnung des in den Waschbergen der Kohleaufbereitungen eingelagerten Schwefelkieses, des sogenannten Kohlenkieses, interessiert. Nachdem man im Kriege bereits die Gewinnung des Kohlenkieses aufgenommen hatte, was später aus wirtschaftlichen Gründen wieder fallen gelassen wurde, sind kürzlich Erhebungen und Untersuchungen über die Möglichkeiten der Kohlenkiesgewinnung durchgeführt worden<sup>5)</sup>. Die Untersuchungen für das Ruhrgebiet ergaben, daß praktisch lediglich der Schwefelkiesgehalt der in den Setzwäschen der Kohlenwäschen anfallenden Feinberge für eine Verwertung in Frage kommt. Die Grobberge fallen infolge ihrer Verwachsungen, die eine Zerkleinerung erforderlich machen würden, für die Schwefelkiesgewinnung aus. Die Schlämme können für die  $FeS_2$ -Gewinnung ebenfalls außer Betracht bleiben, weil sich ergeben hat, daß nur selten mehr als 1% Pyritschwefel in ihnen vorliegt. Der durchschnittliche Gehalt der Feinberge unter 10 mm beträgt im Ruhrgebiet etwa 6%  $FeS_2$ . Durch entsprechende Klassierung der Waschberge in 0—5 und 5—10 mm kann man aus ihnen durch Setzwäsche Konzentrate von 30—35% S bei etwa 60% S-Ausbringen gewinnen, wobei täglich etwa 350 bis 400 t derartiger Kieskonzentrate mit etwa 45 000 t S-Inhalt im Jahr zu gewinnen wären, d. h. etwa 5% unseres Schwefelkiesbedarfes. Man kann ohne große Schwierigkeiten Kieskonzentrate bis zu etwa 35% S herunter abrüsten, vorausgesetzt, daß der Kohlenstoffgehalt in denselben nicht zu hoch ist. Falls ein Kies mit normalem Schwefelkiesgehalt über 40% gefordert werden sollte, bleibt es einmal der einzelnen Zeche überlassen, auf den Setzmaschinen unter Verzicht auf hohes Ausbringen ein reicheres Konzentrat zu erzielen. Der wahrscheinlich zu beschreitende zweite Weg besteht darin, daß die auf den einzelnen Zechen gewonnenen Vorkonzentrate einer möglichst zentral gelegenen Aufbereitungsanlage zugeführt werden und dort nach geringer Weiterzerkleinerung auf Feinkornsetzmaschinen und vor allem durch Schwimmaufbereitung weiter angereichert werden. Ähnliche Ergebnisse ergaben auch die Untersuchungen zur Gewinnung des Kohlenkieses aus oberschlesischen Kohlenwäschen<sup>6)</sup>, wobei allerdings naturgemäß die anfallenden Mengen mit 4400 t S im Jahr wesentlich geringer sind.

Auch die meisten unserer Blei-Zink-Erze sind als arme Schwefelkieserze aufzufassen. Der Schwefelkies wird teilweise bereits jetzt in den Setzwäschen sowie durch Schwimmaufbereitung gewonnen, so daß 1938 in Pb-Zn-Erzen 50 000 t Schwefelkies durch gesonderte Aufbereitung anfielen.

In unserer Versorgung mit den übrigen, mengenmäßig zwar weniger erheblichen, wertmäßig jedoch außer-

<sup>5)</sup> Kühlwein und Lohmann: Glückauf 74 (1938), 540.

<sup>6)</sup> Dylla: Ztschr. Berg-Hütten-Wesen im Dtsch. Reich 86 (1938), 173.



ordentlich wichtigen Metallen, unter denen vor allem das Zinn und die Stahlveredelungsmetalle zu nennen sind, sind wir noch mehr als bei den bisher besprochenen Erzen auf die Einfuhr angewiesen. Hier sind fast ausschließlich die Lagerstätten des Erzgebirges zu nennen, welche in den letzten Jahren neu aufgeschlossen und teilweise bereits mit wachsendem Erfolg abgebaut worden sind. Dabei ist eine möglichst hohe und verhältnismäßig verlustfreie Aufbereitung dieser meist sehr wertvollen Erze für ihre Gewinnung maßgebend, aber auch besonders schwierig, da es sich fast durchweg um ausgesprochen arme Erze mit Gehalten unter 1% des zu gewinnenden Metalles handelt. Hinzu kommt, daß die bisher benutzten Aufbereitungsverfahren für diese Erze nicht befriedigende Ergebnisse brachten, so daß man gezwungen war, neue Verfahren, und unter ihnen vornehmlich die Schwimmaufbereitung, auszuarbeiten. Es würde zu weit führen, hier die mannigfaltigen Aufgaben im einzelnen auch nur aufzuzählen. Einige kurze Angaben über die seit kurzem in Betrieb befindlichen und in ihrer Art einzig auf der Welt dastehenden Aufbereitungsanlagen für Zinn- bzw. Zinn-Wolfram-Erze und für Wismuterze seien zum Schluß noch aufgeführt.

Für die Aufbereitung der Zinnerze von Altenberg, die nur untergeordnete Wolframgehalte führen, sowie der Zinn-Wolfram-Erze von Zinnwald hat man die Schwimmaufbereitung herangezogen, da die alten Herdwäschen bei der feinen Verwachsung der Erze nur unter großen Verlusten arbeiteten. Man gewinnt in drei getrennten Systemen für die beiden Vorkommen, von denen zwei für 300 Tagestonnen Altenberger Erz und eines für 150 t Zinnwalder Erz vorgesehen sind, durch Schwimmaufbereitung Mischkonzentrate von Zinnerz und Wolframit. Eine Trennung der beiden Mineralien, die sich schwimmtechnisch ganz ähnlich verhalten, ist bisher noch nicht möglich. Die Mischkonzentrate werden in der Freiburger Wälzanlage hüttenmännisch ge-

trennt. Der Molybdän- und Wismutgehalt der Erze geht fast restlos mit in die Konzentrate.

Als letztes Beispiel einer neuzeitlichen Anlage für die Aufbereitung oxydischer Erze sei die Schwimmaufbereitung der Wismuterze von Schneeberg und Johanngeorgenstadt genannt, auf welcher täglich 70 t von oxydischen Wismuterzen und arsenidischen Wismut-Kobalt-Erzen nebeneinander verarbeitet werden. Auch hier handelt es sich um äußerst fein verwachsene Erze, die entsprechend weitgehenden Aufschluß erfordern und daher nach dem alten Verfahren der Herdwäsche nur unter sehr hohen Verlusten aufzubereiten waren. Die gegenwärtige Erzeugung deckt einen wesentlichen Teil des deutschen Wismutverbrauches, und die Förderung ist jederzeit erweiterungsfähig.

Es ist nicht möglich, auf die zahlreichen anderen Vorkommen von diesen Erzen einzugehen, bei denen der Aufbereitung eine maßgebende Rolle zuteil wird und die bereits aufbereitungstechnisch untersucht worden sind. Da es sich dabei durchweg um Untersuchungsbetriebe handelt, bei denen man die Inangriffnahme des Abbaues von den verschiedensten Umständen abhängig macht, muß aus naheliegenden Gründen auf die Mitteilung der Versuchsergebnisse verzichtet werden.

Die außerordentlich wichtige Rolle der Aufbereitung gerade für die Nutzbarmachung unserer armen Erze und damit für die Erfüllung des Vierjahresplanes dürfte aus vorstehenden Ausführungen ersichtlich sein. Es sei noch erwähnt, daß uns durch die Übernahme Böhmens und Mährens und die Eingliederung der Sudetenländer eine ganze Reihe Erzvorkommen zur Verfügung stehen, die auch zu den armen Erzen zu zählen sind und für deren Aufbereitung noch mannigfache Aufgaben zu lösen sein werden. Durch gemeinsame Arbeit von Praxis und Forschung werden alle diese Aufgaben auch gelöst werden.

## Ergebnisse, Zweck und Ziel neuerer lagerstättenkundlicher Forschungen im Siegerland-Wieder-Gangbezirk

Von Dr.-Ing. habil. H. Hüttenhain, Bergakademie Clausthal

Obwohl geologische Position, Gangverhalten, Tektonik und Mineralführung der Spateisensteingänge des Siegerlandes infolge ihrer Bedeutung als Rohstoffquelle für die deutsche Volkswirtschaft schon seit Jahrhunderten Gegenstand wissenschaftlicher und bergmännischer Untersuchungen gewesen sind, so sind lagerstättenkundliche Forschungsarbeiten in diesem Gebiete doch auch jetzt noch unerläßlich. Abgesehen von bisher noch ungelöst gebliebenen Problemen beschäftigen den Lagerstättenkundler dort heute im wesentlichen zwei Aufgabenkreise. Diese werden zeitentsprechend bedingt auf der einen Seite dadurch, daß gemäß den vorhandenen Abbaustellen in absehbarer Zeit eine Erschöpfung der Eisenerzvorräte droht und daher Neuaufschlüsse zu fordern sind, und zum anderen dadurch, daß es gerade unter den heutigen Verhältnissen gilt, die vorkommenden Rohstoffe in volkswirtschaftlich bestmöglichem Sinne auszunutzen, und zwar in bezug auf alle Elemente, die an der Ausfüllung der Gangspalten beteiligt sind.

Insbesondere der Lösung dieser beiden für das Siegerland augenblicklich besonders wichtigen Probleme dienen die neueren Untersuchungsarbeiten.

Der Geologischen Beratungsstelle der Siegerländer Bergbauhilfskasse unter Leitung des Geologen Dr. W. Henke, Siegen, liegt es dabei in erster Linie ob, die Weiterverfolgung der einzelnen Gangmittel sowohl in streichender wie einfallender Richtung zu leiten, die Richtunggebung neuer Aufschlußarbeiten auf Grund der erworbenen geologisch-tektonischen Erkenntnisse zu bestimmen. Henkes Ersatzspaltentheorie gab Anlaß, Untersuchungsquerschnitte auf den tieferen Sohlen anzusetzen, um nicht zu Tage ausgehende Gangmittel aufzufinden. Das ist auch insofern ein Gebot der Stunde, als heute diese Teile der Lagerstätten, so lange dort noch Betrieb umgeht, zugänglich sind; in späteren Zeiten würden derartige Aufschlußarbeiten einen weit höheren Kostenaufwand erfordern. Daß ferner gleichzeitig Schürfarbeiten über Tage vorgenommen werden, ist wohl selbstverständlich, doch sind diese im großen gesehen wegen der bereits in früheren Jahrzehnten sehr eingehend vorgenommenen Schürfe wenig erfolgversprechend. Unerwähnt bleibe schließlich nicht, daß teilweise auch Bergwerke, die ehemals aus den verschiedensten Gründen aufgelassen wurden, Gegen-



stand neuerlicher Untersuchungen geworden sind, weil Fortschritte der Technik, weitere Erkenntnisse der Lagerstättenforschung und die volkswirtschaftlichen Belange des Deutschen Reiches das heute rechtfertigen.

Arbeiten über das Vorkommen und die wirtschaftliche Bedeutung derjenigen Elemente, die sich an der Gangfüllung beteiligen, sind seit geraumer Zeit am Institut für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenkunde der Bergakademie Clausthal im Gange, nach Methoden, wie sie uns die Chemie, die Gesteins- und Erzmikroskopie, die qualitative und quantitative optische Spektralanalyse und die Röntgenspektralanalyse zur Verfügung gestellt haben.

Diese Forschungen berücksichtigen folgende drei Stoffgruppen:

1. Elemente in Mineralien, die in günstigem oder auch unerwünschtem Sinne die Bauwürdigkeit der Lagerstätte beeinflussen und daher im besonderen die Führung der bergmännischen Arbeiten bedingen. Der Spateisenstein, beachtenswert insbesondere noch durch seinen hohen Mangengehalt, ist bekanntlich das Hauptfördererz des Siegerlandes. Die Wirtschaftlichkeit seines Abbaues wird mitunter aber in starkem Maße durch die Beteiligung von Quarz und Dolomit als Füllmasse der linsenförmig gebauten Gangspalten beeinträchtigt. Die ältere, reine Verquarzung ist eine durchaus im Streichen und Einfallen der Gänge recht unregelmäßige Erscheinung, während die jüngere, die gleichzeitig mit einer metasomatischen Dolomitisierung des Eisenspates verbunden ist, an das Auftreten NS-gerichteter Klüfte geknüpft ist, die die Spatgänge spitzwinklig schneiden. Erkenntnisse über die Gesetzmäßigkeit dieser Dolomitisierung und Verquarzung sind naturgemäß von großer bergwirtschaftlicher Bedeutung.
2. Elemente in solchen Mineralien, die nur bedingt oder auf örtlich beschränktem Raume bauwürdig sind und nur als willkommene Nebenerzeugnisse des Eisensteinbergbaues angesehen werden können. Die zuweilen untergeordnet auftretenden antimonhaltigen Bleierze verdanken einem von der Hauptmineralisation durchaus verschiedenartigen Ausscheidungsvorgang ihre Entstehung. Der Charakter dieser geologisch jüngeren azendenten Erzlösung und ihr Einwirken auf die vorhandenen Mineralien der Spateisensteingänge läßt sich einwandfrei nachweisen, da einesteils gesonderte Vorkommen dieser Paragenese (Grube Apollo bei Raubach im Westerwald) und andererseits die Einwirkung dieser Thermen auf die Mineralführung der Spateisensteingänge beobachtet werden. Erkenntnisse über die bergwirtschaftliche Bedeutung dieser Erzfälle sind das Ergebnis zweckentsprechender lagerstättenkundlicher Forschung.

In diese Gruppe sind auch die eingeleiteten Untersuchungen über die Elemente Kupfer, Kobalt und Nickel einzureihen. Der extensiv weiten, aber intensiv verhältnismäßig spärlichen, sehr unregelmäßigen, meist nesterförmigen Auftreten des Kupferkieses wird dadurch betriebstechnisch Rechnung getragen, daß die ausgehaltenen Kupfererzhautwerke aller Bergwerksbetriebe des Siegerlandes einer gemeinsamen Flotationsanlage zugeführt werden.

Die bislang oft vertretene Ansicht, daß Co-Erze nur in den oberen Teufen anzutreffen seien, ist irrig; kobalthaltige Mineralien waren noch bis zu den größten, heute erreichten Abbautiefen nachweisbar.

Allerdings läßt sich ein abschließendes Urteil über ihre bergwirtschaftliche Bedeutung noch nicht geben. 3. Elemente, die so spärlich auftreten, daß sie die Belange der Erzgewinnung in keiner Weise beeindrucken, für den Bergmann ohne jede Bedeutung sein müssen, andererseits aber doch für die Rohstoffversorgung Deutschlands und somit für unsere Volkswirtschaft beachtenswert sein können.

Hierher gehören unter anderem Gold, Silber, Zinn, Cadmium, Platin. Als Beispiel seien die Untersuchungsergebnisse über die Goldführung der Mineralkomponenten der Siegerländer Spateisensteingänge kurz angeführt.

Die qualitative und quantitative Verbreitung des Goldes darf für das Siegerland auf Grund eingehender mikroskopischer und spektroskopischer Forschungen im wesentlichen als bekannt gelten. Bemerkenswerte Anreicherungen finden sich, abgesehen von früher gelegentlich festgestellten Konzentrationen im „Eisernen Hut“, vorzugsweise in den Nickelerzen, die im Siegerlande leider nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Aber auch die recht unterschiedlich ausgebildeten Pyrite der einzelnen Mineralisationsphasen und die Kobalterze führen teilweise nicht unbedeutende Edelmetallgehalte. Darüber hinaus sind Beobachtungen über die Goldführung anderer Mineralien ziemlich bedeutungslos. Daß das Gold gerade in den Sulfiden und Arseniden des Eisens, Kobalts und besonders des Nickels angereichert ist, kann zu keiner Verwunderung Anlaß geben, da ja schon seit langem durch die geochemischen Untersuchungen über die Elementverteilung innerhalb der Erde festliegt, daß die Edelmetalle Gold und Platin in stärkerem Maße in die chalkophilen als in die lithophilen, ja bevorzugter noch in die siderophilen Mineralbildungszonen eingehen. Die Art der Verbreitung und die Menge der oben genannten Goldträger im Siegerländer Gangbezirk sagt jedem Kenner, daß danach das Siegerland niemals eine Goldlagerstätte im eigentlichen Sinne sein kann. Aus den pyritartigen Cu-Erzen stellt aber die Flotationsanlage auf dem Gelände der Grube „Große Burg“ bei Altenseelbach ein Konzentrat mit etwa 25—27% Cu dar, das im Durchschnitt 2—7 g Au/t enthält. Aus diesem wiederum gewinnt die Metallhütte das Edelmetall.

Auf weitere Einzelheiten zu diesen drei erwähnten Elementgruppen hier einzugehen, würde zu weit führen. Es sei dazu auf den unten angeführten Auszug aus dem Schrifttum hingewiesen. Das Ziel all dieser Untersuchungen ist es, für jeden einzelnen chemischen Grundstoff Art und Menge seiner Beteiligung an der Ausfüllungsmasse der Gangspalten festzulegen und die für ihn maßgebenden Verteilungsgesetze im Gang selbst und im Nebengestein zu ermitteln. Auf Grund dessen kann dann leicht darüber Auskunft erteilt werden, nach welcher Richtung hin gerade dieses oder jenes Element beachtenswert ist und unter Berücksichtigung welcher Gesichtspunkte für es Anreicherungs-möglichkeiten im weiteren Verarbeitungsprozess des Fördergutes bestehen.

Beabsichtigt ist, diese Arbeiten auch auf die in der verarbeitenden Industrie anfallenden Zwischenprodukte (Aufbereitungskonzentrate, Speisen, Steine, Schlacken, Flugstäube, Abgase usw.) und die Fertigwaren auszudehnen, um den ferneren Verbleib der Elemente zu kontrollieren. Letzten Endes wird sich so eine Stoffbilanz für jedes Element von seinem Auftreten in den natürlichen Mineralien und Gesteinen bis zum Fertigprodukt ergeben.



Einleuchtend ist, daß auf diese Weise der Aufbereitungstechnik und Hüttenindustrie den Tatsachen entsprechende Unterlagen zur Verfügung gestellt werden können, auf denen sie erfolgreich für unsere Rohstoffversorgung weiter zu arbeiten vermögen.

### Auszug aus dem Schrifttum

1. Buschendorf, Fr., und Hülfenhein, J. M.: Ueber das Vorkommen von Gold und Wismuterzen in den Siegerländer Spateisensteingängen. (Vorläufige Mitteilung.) N. Jb. f. Min. usw., Beil.-Band 62, Abt. A, 1930, S. 51—56.
2. Henke, W.: Der gegenwärtige Stand der geologischen Erforschung des Siegerländer-Wieder-Spateisensteinbezirkes. Z. d. D. Geol. Ges. Bd. 86 Jg. 1934, S. 291—306.

3. Hülfenhein, J. M.: Die Elemente Gold und Wismut als Gangkomponenten der Siegerländer Spateisensteingänge. Tschermacks Min. und Petrogr. Mitt., Bd. 42, 1932, S. 285—317.
4. Hülfenhein, H.: Das Gold im Siegerland. „Siegerland“ (Blätter für Heimatkunde und Heimatschutz im Siegerlande samt Nachbargebieten). Bd. 20, 1938, S. 52—54.
5. Hülfenhein, H.: Abriss zur Entstehung der Ausfüllungsmasse der Siegerländer Spateisensteingänge und kurze Beschreibung derselben. „Siegerland“, Bd. 20, 1938, S. 81—83.
6. Hülfenhein, H.: Die Antimonerzföhrung im westlichen Teile des Westerwaldes und deren bergwirtschafliche Bedeutung. Z. f. prakt. Mineralogie, Bd. 1, 1939, S. 353—396.
7. Quiring, H.: Thermenauflieg und Gangeinschieben. Z. f. prakt. Geologie, 1924, S. 161—171.
8. Quiring, H.: Das Gesetz des Einschlebens und der Verlaubung der Spateisenstein- und Eisenglanzgänge des Siegerlandes. Arch. f. Lagerstättenforschung, Heft 33, 1924.
9. Schneiderhöhn, H.: Vorläufige Mitteilungen über pyrometamorphe Paragenesen in den Siegerländer Spateisensteingängen.

## Das saure Schmelzen und die Verwendung der dabei anfallenden Schlacken

Von Professor Dr.-Ing. Max Paschke, Bergakademie Clausthal

Die als heimische Rohstoffgrundlage für unsere Eisenindustrie so wesentlichen Erzlager insbesondere im Harzvorland, in Baden und Franken, sind wegen ihrer Eisenarmut und ihrer Gangart in Menge und Zusammensetzung für eine Verhüttung im Hochofen nach dem üblichen basischen Verfahren recht ungeeignet. Erst eine neue Arbeitsweise, die Gegenstand des führenden Patentes der Reichswerke „Hermann Göring“ ist, ermöglicht die Nutzbarmachung dieser deutschen eisenarmen kieselsauren Erze in vorteilhafter Weise. Da über das saure Schmelzen mit nachfolgender Sodaentschwefelung mit basischen Schlacken insbesondere mit Soda in der Fachpresse<sup>1—5)</sup> verschiedentlich eingehend berichtet worden ist, so sei das vom Verfasser und E. Peetz am 30. März 1934 angemeldete und am 30. November 1938 erteilte Patent lediglich in seinem Anspruch angegeben:

„Verfahren zum Herstellen von Roheisen aus einem insbesondere kieselsäure- oder schwefelreichen Möller unter Verwendung von mehr oder weniger schwefelhaltigem Koks in einem mit vermindertem Kalkzuschlag betriebenen Hochofen und Entschwefeln des erschmolzenen Roheisens nach dem Abstich mittels einer basischen Schlacke oder anderer üblicher Mittel, dadurch gekennzeichnet, daß der Kalksatz zum Möller des Hochofens so weit vermindert wird, daß unter einer leicht schmelzenden sauren Schlacke ein Roheisen entfällt, dessen Schwefelgehalt höher ist, als der Schwefelgehalt eines in üblicher Weise im Hochofen erschmolzenen Roheisens und das schwefelhaltige Roheisen nach dem Abstich zweckmäßig durch Soda entschwefelt wird.“

Dieses Verfahren wird schon seit längerer Zeit in der deutschen und englischen Eisenindustrie mit Erfolg angewandt. Voraussetzung ist eine geeignete Vorbereitung aller dem Hochofen zugeführten Stoffe<sup>6)</sup>. Die bekannten Wege der Vorbereitung des Möllers, wie Brechen grobstückiger Erze unter Abstimmung ihres Reduktionsgrades und des Kalksteins und Sintern der Feinerze sind für das Verfahren äußerst wichtig. Es ist dann selbstverständlich, daß bei richtiger Schüttung, die einen flotten Ofengang grundsätzlich bestimmt, der Koksverbrauch sinkt. Auch die Güte des Koks, der gleichzeitig als Auflockerungsmittel

der Beschickung dient, beeinflusst ebenfalls den Ofengang. Deshalb ist es notwendig, seiner einwandfreien physikalischen Beschaffenheit unter Wahrung der Tragfähigkeit große Aufmerksamkeit zu schenken. Der Kalkstein ist der gleichen sorgfältigen Vorbereitung zu unterwerfen, denn er hat außer der Entschwefelungsarbeit die wichtige Aufgabe, den Schmelzpunkt bzw. die Freilauftemperatur der Schlacke zu regeln. Man soll ihn auf eine solche Stückgröße zerkleinern, daß er mit dem Reduktionsgrad der Erze und der physikalischen Beschaffenheit des Koks im Einklang steht<sup>7)</sup>). Die Austreibung der Kohlensäure geht bei kleinen Stücken im Schacht bereits schneller vor sich, während sie im Kern großer Brocken erst in der Rast frei wird. Es ergibt sich hieraus ein weiterer günstiger Umstand für die Gleichmäßigkeit des Ofenganges. Dem Verhalten der Möllerkohlensäure ist überhaupt Beachtung zu schenken. Es ist für das saure Schmelzen vorteilhaft, diese besonders bei Kalkstein, vor der Verhüttung auszutreiben<sup>8)</sup>. Der Ofenraum wird besser ausgenutzt, was durch Erzeugungssteigerung und Koksverbrauchsreduktion je Tonne Roheisen zum Ausdruck kommt.

Ein anderer wichtiger Gesichtspunkt ist die gleichmäßige Verteilung des Möllers auf der Gichtschüssel bzw. dem Parrykegel. Dabei ist natürlich der zweckentsprechende Schüttwinkel des Kegels und der Abstand seiner Unterkante von der Schachtwand zu berücksichtigen. Weiterhin spielt die Führung des Windes, der von allen dem Hochofen zugeführten Stoffen in der Zeiteinheit das größte Volumen und Gewicht ausmacht, eine für den regelmäßigen Ofengang mitbestimmende Rolle. Den Öfen muß stets ein gleichbleibendes Luftgewicht aufgezwungen werden. Die Durchgasung ist in den einzelnen Ofenquerschnitten im Gegensatz zum Blasen nach Pressung günstiger. Auch die Temperatur des eingeföhrten Windes ist praktisch auf gleicher Höhe zu halten, denn ein Absinken ergibt Schwankungen im Ofengang und in der Zusammensetzung des Eisens. Sind nun die dem Ofen zugeführten Stoffe auf diese Weise einander angepaßt, so ist die Voraussetzung geschaffen, die Profilgestaltung des Hochofens in hohem Maße für die Leistungssteigerung wirksam zu machen. Damit der Stoffdurchgang möglichst wenig gehemmt wird, soll die Rast verhältnismäßig steil und kurz und das Gestell weit sein. In diesem Sinne gilt auch die Führung eines Hochofens als wichtige Voraussetzung für günstiges Arbeiten eines mit saurer Schlacke betriebenen Hochofens.

Bei Anwendung sauerstoffangereicherter Windes<sup>10)</sup> und

1. M. Paschke und E. Peetz, Gießerei 23 (1936) S. 454/60.
2. M. Paschke, Stahl und Eisen 57 (1937) S. 1113/17.
3. M. Paschke und C. Plannenschmidt, Gießerei 25 (1938) S. 539/46.
4. W. Lennings, Stahl und Eisen 58 (1938) S. 25/34 und 52/58 und 623/25.
5. H. Schumacher, Stahl und Eisen 59 (1939) S. 353/61.
6. M. Paschke, Bergwerkszeitung, Sonderdruck aus Nr. 147, 26. Juni 1938.
7. M. Paschke, Arch. f. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 387/402.
8. M. Paschke, Erörterungsbericht, Stahl und Eisen 53 (1933) S. 297.
9. K. Guthmann, Stahl und Eisen 58 (1938) S. 857/65.
10. W. Lennings, Stahl und Eisen 59 (1939) demnächst.



anderer Mittel, wie beispielsweise Zugabe der Sodaentschwefelungsschlacke zum sauren Möller, ergeben sich weitere Vorteile.

Sinterversuche eines sauren Erzes mit 7,6% Grudekoks haben auf einer Versuchspfanne einwandfreie Ergebnisse gezeitigt, die im Dauerbetrieb auf der Ilseder Hütte ihre Bestätigung fanden. Trotz seines hohen Schwefelgehaltes von 3,17% und 0,27% im Erz hat sich ein Sinter mit 0,20% S ergeben. Da die Grudekoksasche mit 5,25% Fe, 9,45% SiO<sub>2</sub>, 8,57% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 41,5% CaO aufweist, reichert sich der Kalkgehalt des Sintergutes um einen geringen Betrag an, im Gegensatz bei der Verwendung von Steinkohlenkoksgrus mit 1,2% S und einer Aschenzusammensetzung von 6,81% Fe, 52,8% SiO<sub>2</sub>, 31,0% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,68% CaO, 4,42% MgO, 0,20% S. Vergleichsweise ergab der Sinter mit 6,5% Steinkohlenkoksgrus einen Schwefelgehalt von 0,15%. Der Hinweis auf die Verwendungsmöglichkeit von geeignetem Braunkohlkoks im Hochofen<sup>2)</sup> führte zur Herstellung von stückfestem Koks für metallurgische Zwecke, worüber H. Hock<sup>11)</sup> berichtet. Da die Braunkohlkoksasche CaSO<sub>4</sub> bzw. CaO enthält, und im Sinne der Reaktion  $CaSO_4 + SiO_2 = CaO \cdot SiO_2 + SO_3$  im Hochofen basischen Charakter annimmt, ist damit eine Kalksteinersparnis verbunden. Der Eisengehalt der Asche (bisweilen 11,4 — 16,3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) wird dabei nutzbar gemacht.

Aufschlußreich ist in schematischer Darstellung (Abb. 1) des Koksverbrauches und der Ofenleistung bei verschiedenen Schmelzverfahren<sup>12)</sup>: a) die basische Verhüttung von hochwertigen Auslands-erzen; b) die basische Verhüttung inländischer kiesel-säurereicher Erze. Daraus ist ersicht-lich, daß die Ofenleistung erheblich zurückgeht und der Koksverbrauch

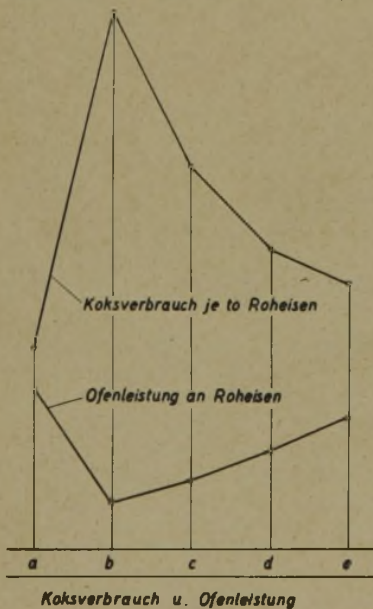


Abb. 1: Koksverbrauch und Ofenleistung (aus Gieherei 1938, S. 542).

wird noch verstärkt bei Anwendung sauerstoffangereicherter Windes (e). Man sieht, daß Koksverbrauch und Ofenleistung den Fall a nicht erreicht hat, was durchaus nicht erstaunlich ist, wenn z. B. hochwertiger Erze mit 50 bis 60% Fe verhüttet werden. Wir kommen aber einer gerechten Beurteilung näher,

wenn man beispielsweise die auf den Erzen von Salzgitter entstehende große deutsche Hüttenindustrie als Ausgleich für die Deutschland in Versailles genom-mene lothringische Erzbasis<sup>13)</sup> ansieht. Die Eisengehalte der Minette- und der Salzgitter-Erze sind etwa die gleichen; nur unterscheiden sich die schlackengebenden Bestandteile durch die Höhe des Kalk- und Kieselsäuregehaltes. Wenn wir nun die kiesel-säurereichen Erze nach dem sauren Schmelzverfahren in sinnvoller Weise verarbeiten, d. h. den Möller zweckentspre-chend vorbereiten, so dürfte nicht daran zu zweifeln sein, daß die Erzeugung bei einem erträglichen Koks-verbrauch die gleiche sein wird wie bei der Verhüt-tung gut vorbereiteter Minette.

Neben der Arbeit von W. Lennings<sup>4)</sup> ist die von H. Schumacher<sup>5)</sup> recht aufschlußreich. Letzterer senkt bereits den Koksverbrauch bei Verhüttung saurer Erze nach entsprechender Vorbereitung in einem Ofen von angerem Gestell und hoher Rast auf 1184 kg/t Roheisen. G. Bulle<sup>14)</sup> gibt Zahlen über die Verhüttung von Porta-Erzen an. Bei eisenreichem Möller unter Verwendung von 42% ungebrochenem und unklassiertem Porta-Erz mit basischer Schlackenführung ergibt sich ein Koks-verbrauch von 2420 kg/t Roheisen. Bei Röstung und Klassierung dieser Erze allein und bei saurer Schlacken-führung geht der Koksverbrauch auf 1206 kg/t Roh-eisen, also um die Hälfte, zurück.

Andere Wege, um die Aufgabe der Verhüttung saurer Erze zu lösen, liegen in der Aufbereitung, worüber W. Petersen<sup>15)</sup> berichtet. Im Vordergrund stehert zur Zeit das Krupp-Rennverfahren<sup>16)</sup>, die Verfahren des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung<sup>17)</sup> und das Lurgi-Verfahren, die sich zweifellos günstig entwickelt haben. Wenn man aber hin und wieder behauptet, daß die mit dem sauren Schmelzverfahren verbundene Be-lastung des Hochofens sowohl betriebswirtschaftlich wie volkswirtschaftlich durch den zum Ausgleich für den Leistungsrückgang des Hochofens notwendigen Neu-bau von Hochofenraum zu teuer wird, so ist das eine hinkende Kritik an den in der Entwicklung befindlichen Verfahren von unberufener und fachunkundiger Seite, die den Bestrebungen des Vierjahresplanes zuwiderläuft. So sei z. B. darauf hingewiesen, daß angereichertes Konzentrat aus Doggererzen auf 46,5% Eisen unter Herabsetzung des Kieselsäure- und Tonerdegehaltes auf 26% bei einem Kalk- und Magnesiagehalt von 6% ein noch recht saures Verhüttungsgut darstellt, das sich mit einem hochwertigen Erz nicht messen kann. Die Eisenverluste in den Abgängen betragen etwa 20% bei noch größeren Phosphorverlusten. Die Verhüttung solcher Konzentrate dürfte erst im Sinne des sauren Schmelzens zur vorteilhaften Auswirkung kommen, da bei der basischen Arbeitsweise die Schlackenmenge je Tonne Roheisen immer noch etwa doppelt so groß ist wie die eines hochwertigen Möllers.

Der Verfasser ist der Meinung, daß sich alle Ver-fahren gegenseitig ergänzen sollen. Man könnte z. B. so vorgehen, daß man ein unter saurer Schlacke erzeugtes schwefelhaltiges Vorschmelzeisen in einem mit gesintertem Konzentrat betriebenen basischen Hochofen aufgibt. Dabei wird das Verhältnis von Eisen und Schlacke erheblich verringert. Allerdings ist dabei Voraussetzung, daß die basische Schlacke für Schwefel aufnahmefähig genug ist. Daraus ersieht man, daß sich das saure Schmelzen helfend einschaltet. Im übrigen werden in geringem Umfange die Reichswerke nur gewisse hochsaure Erze von geeignetem mineralogi-schen Aufbau z. B. nach dem Lurgi-Verfahren auf-bereiten und nach erfolgter Sinterung in die sauer betriebenen Hochofen aufgeben.

11. H. Hock. Vortrag Clausthaler Woche.  
 12. P. Goerens. Vierjahresplan 3 (1939) S. 365/68.  
 13. Sonderdruck der Bergwerkszeitung Nr. 9, 12. Januar 1938.  
 14. G. Bulle. Erörterungsbericht, Stahl und Eisen 59 (1939) S. 363.  
 15. P. Petersen. Vortrag Clausthaler Woche.  
 16. F. Johannsen. Stahl und Eisen 54 (1934) S. 969/78.  
 17. W. Luyken und G. Kremer. Mitteilungen K. W. I. für Eisenfor-schung 20 (1938) S. 294/98.



Zahlentafel 1: Gattierung, Zylindereisen, Austauschmenge 32 %

Analyse:	Übliche Gattierung					Kohlite basisch					Saure sauer					Säure basisch				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Kohlenstoff	3,00	3,02	3,08	3,01	3,07	3,01	3,05	3,10	3,16	3,22	3,18	3,17	3,08	3,13	3,19	3,08	3,13	3,18	3,24	3,30
Silizium	1,24	1,31	1,27	1,41	1,47	1,41	1,47	1,53	1,59	1,65	1,59	1,65	1,71	1,77	1,83	1,71	1,77	1,83	1,89	1,95
Mangan	0,63	—	0,70	0,77	0,87	0,77	0,87	0,97	1,07	1,17	1,07	1,17	1,27	1,37	1,47	1,27	1,37	1,47	1,57	1,67
Phosphor	0,12	—	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Schwefel	44,2	42,6	48,6	46,0	45,3	46,0	45,3	44,6	43,9	43,2	42,5	41,8	41,1	40,4	39,7	39,0	38,3	37,6	36,9	36,2
Biegefestigkeit	40,3	39,3	38,6	37,6	36,7	36,0	35,3	34,6	33,9	33,2	32,5	31,8	31,1	30,4	29,7	29,0	28,3	27,6	26,9	26,2
Durchbiegung	0,9	0,3	0,0	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Zugfestigkeit	33,4	33,6	31,8	29,8	28,9	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
Brinellhärte (10/3000)	244	255	246	255	249	255	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254

Aus Gießerei 1938 S. 543.

Unsere Erzvorräte sind nicht unerschöpflich, und es ist deswegen doch sehr notwendig, damit hauszuhalten, um im Falle einer von uns ungewollten Abschnürung vom Auslande in der Eisenerzeugung gesichert zu sein. Auch unsere Nachfahren werden uns Dank wissen, daß wir in weiser und zielbewußter Wirtschaftsgesinnung mit unseren im Schoße der Erde schlummernden

die saure Hochfenschlacke und die Sodaentschwefelungsschlacke. Es handelt sich nun darum, diese nutzbar zu machen. Auf die Frage der Zementherstellung soll hier nicht eingegangen werden. Mischungen von saurer und basischer Schlacke ergeben einen hochwertigen Baustoff<sup>18)</sup>. Saure Schlacke allein, in einer Schichthöhe von 50 cm im Gießbett vergossen, erstarrt zu etwa 80% kristallin. Sie ist ebenfalls hochwertig. Gekörnte saure Schlacken, die zu Schlackenmauersteinen verarbeitet wurden, wiesen nach 48stündiger Kohlensäurehärtung eine Druckfestigkeit von 250 bis 350 kg/cm<sup>2</sup> auf. Nach Ansicht des Verfassers dürfte eine zweckentsprechende Mischung saurer Schlacke mit Sodaentschwefelungsschlacke einen Baustoff ähnlich wie Schmelzbasalt ergeben; allerdings sind Versuche darüber noch nicht durchgeführt worden.

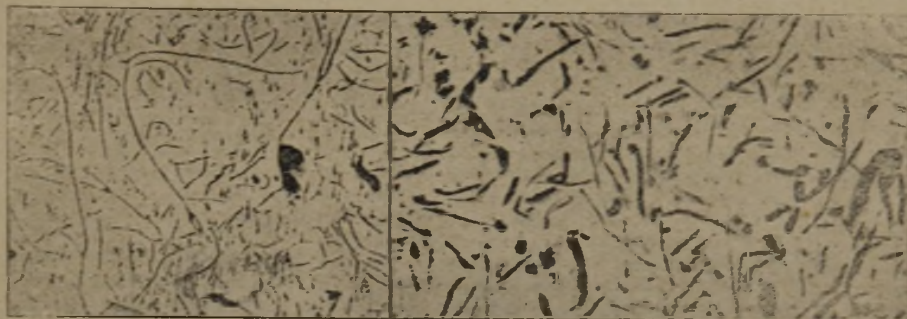


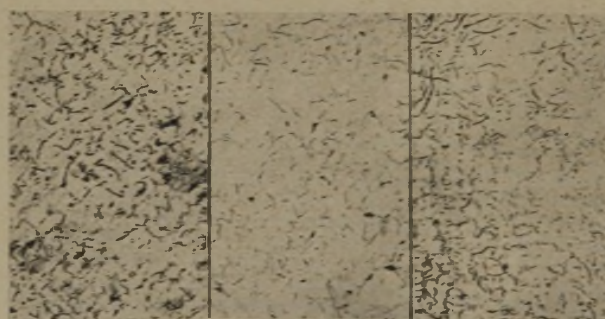
Abb. 2: links: Säures Gießereieisen, vergr. 50mal. Rechts: Basisches Gießereieisen, vergr. 50mal (aus Gießerei 1938, S. 542)

Vorräten sparsam umgegangen sind<sup>18)</sup>. Es ist aufschlußreich, daß sich durch die Soda-behandlung des Roheisens, abgesehen von der Entschwefelung, eine Gütesteigerung des Stahls ergibt, da das dabei entstehende Natriumsilikat eine reinigende Wirkung ausübt<sup>19)</sup>.

Das auf der Gutehoffnungshütte in Oberhausen aus 100% eisenarmen deutschen Erzen hergestellte Gießereiroheisen<sup>3)</sup> ergab nach der Sodaentschwefelung eine ausgezeichnete Graphitverteilung und Graphit-ausbildung (Abb. 2). Als Gattierungsbestandteil bei der Herstellung von Zylindereisen bei der MAN in Augsburg ergab sich bei Austausch von 32% dieses sauren Roheisens mit basischem Roheisen eine erhebliche Gütesteigerung (Abb. 3). Ebenso waren die technologischen Werte recht gut (Zahlentafel 1). Trotz höherer Brinellhärte ließen sich die Gußstücke sehr gut bearbeiten.

Beim Paschke-Peetz-Verfahren ergeben sich be-kannlich zwei Schlacken:

Versuche über die Gewinnung von Tonerde auf dem Wege der Saugzugsinterung aus kieselsäurehaltigen Stoffen wie Ton, Tonschiefer, basischer und saurer Hochfenschlacke, wobei letztere bis zu 20% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> enthalten unter Zuschlag von Soda und Kalk in gemahlenem Zustande, geben ein anschauliches Bild<sup>20)</sup>. Aus dem gewonnenen Sintergut wird das Alkalialuminat mit Wasser oder alkalihaltigem Wasser herausgelöst und aus der Lösung die Tonerde beispielsweise durch Kohlensäure ausgefällt.



Ausgang 32% Sauer 32% Basisch

Abb. 3: Graphitverteilung bei Zylindereisen.

Es wurde festgestellt, daß man beim basischen Aufschluß der Tonerdeträger unter Benutzung des Saugzugsinterverfahrens mit einem Mindestaufwand an Basen, wie an Soda und Kalk, nur dann zu einem Höchstmaß an Tonerdeausbringen und zu einer Tonerde mit geringstem Kieselsäuregehalt kommt, wenn

18. M. Paschke Gießerei 22 (1935) S. 553/61.  
19. M. Paschke Stahl und Eisen 55 (1935) S. 989/90.  
20. M. Paschke. Rdsch. dtsch. Techn. (1938) Nr. 44, S. 4.



man das Verhältnis  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$  und  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$  in der der Saugzugsinterung zu unterwerfenden Beschickung auf ein ganz bestimmtes Maß einstellt (Abb. 4).

In Erkenntnis dieser Zusammenhänge ist gefunden worden, daß in der aufzuschließenden Mischung das Verhältnis  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$  mindestens 1,7 und höchstens 2,0, das Verhältnis von  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$  mindestens 1,6, höchstens aber 2,25 betragen soll. Dabei ist es für die praktische und wirtschaftliche Durchführung des Verfahrens erforderlich und wichtig, daß die Werte beider Verhältnisgruppen innerhalb der so gekennzeichneten Grenzen liegen, da es nicht genügt, nur einen Wert wie das  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Verhältnis in der Ausgangsmischung richtig einzustellen.

Zur Kennzeichnung dieser Zusammenhänge sind zwei Schaubilder dargestellt, von denen das eine das Tonerdeausbringen und die  $\text{SiO}_2$ -Löslichkeit bei einem konstanten  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Verhältnis = 2 in Abhängigkeit vom  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis in der Mischung wiedergibt, während das andere das Tonerdeausbringen und die  $\text{SiO}_2$ -Löslichkeit bei konstantem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis in der Mischung 1,9 in Abhängigkeit vom  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Verhältnis erläutert.

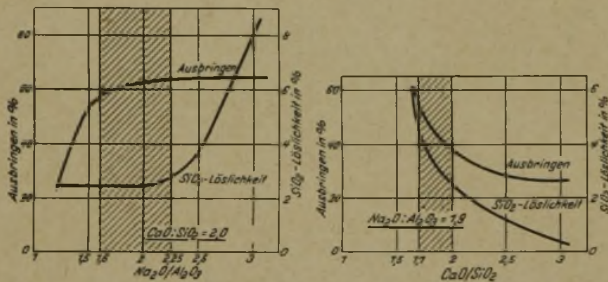


Abb. 4: Abhängigkeit des  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Ausbringens und der  $\text{SiO}_2$ -Löslichkeit vom  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis und vom  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Verhältnis

Bei einem konstanten  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Verhältnis in der Mischung steigt das Tonerdeausbringen, d. h. das Verhältnis der in der Natriumaluminatlösung sich befindlichen Tonerde zu der im Sintergut tatsächlich vorhandenen Tonerde mit steigendem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Wert zunächst gradlinig an, indem es bei einem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Wert von 1,25 etwa 25 % und bei einem solchen von 1,8 etwa 60 % beträgt. Von hier ab erhöht sich das Tonerdeausbringen nur noch langsam, um bei einem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Wert von 3 einen Wert von 66 % zu erreichen. Zeichnet man nun, und zwar wiederum bei einem konstanten  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Wert = 2 die Kieselsäurelöslichkeit, d. h. das Verhältnis von Kieselsäure:Tonerde in der Aluminatlösung mit steigendem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis in der Mischung graphisch auf, dann ergibt sich bis zu einem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis von etwa 2,25 eine praktisch gleichbleibende  $\text{SiO}_2$ -Löslichkeit von etwa 2,5 %, die von da ab dann aber sehr steil ansteigt und bei einem  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Wert von etwa 3 einen Betrag von 8 % erreicht.

Man erkennt demnach, daß es nur ein verhältnismäßig kleiner Bereich im  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis ist, in dem man bei gutem Ausbringen auch eine kieselsäurearme Tonerde erhalten kann. Verändert man jetzt innerhalb dieses  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnisses den  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Wert derart, daß man ihn über einen Wert von 2,0 ansteigen läßt, dann sinkt zwar die  $\text{SiO}_2$ -Löslichkeit, um bei einem  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ -Wert von 3 praktisch gleich Null zu werden, gleichzeitig aber fällt das Tonerdeausbringen so stark, daß der ganze Prozeß unwirtschaftlich wird.

Es ergibt sich also, daß man zur Erzielung brauchbarer Ergebnisse ganz bestimmte Werte, und zwar

innerhalb der oben gekennzeichneten Grenzen im  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ - und  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis gleichzeitig einhalten muß. Das Optimum wird nach den bisherigen Ermittlungen erreicht, wenn beide, nämlich das  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ - und das  $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis zwischen den Werten 1,8 und 1,9 liegen. Nach dem Sintern wird der Aufschluß mit heißem Wasser ausgewaschen und aus der so erhaltenen Aluminatlösung die Tonerde in bekannter Weise durch Ausfällen mit Kohlensäure gewonnen. Die sich bildende Sodalösung wird entweder auf Kristallsoda eingedampft oder zum Anfeuchten und Einbringen von Alkalien der Rohmischung im Kreisprozeß zugesetzt. Die in verhältnismäßig großen Mengen anfallenden Auslaugrückstände stellen ihrer Zusammensetzung nach einen Zementrohstoff dar von etwa folgender Zusammensetzung: 39,40 %  $\text{CaO}$ , 21,80 %  $\text{SiO}_2$ , 12,61 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2,17 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,46 %  $\text{MgO}$ , 6,68 % Alkali. Wegen des hohen Alkaligehaltes ist eine direkte Verarbeitung nicht ohne weiteres möglich.

Die Sodaentschwefelungsschlacke, die bei der Entschwefelung des Roheisens im wesentlichen aus Natriumsulfid enthaltendem Natriumsilikat (25 — 35 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 25 — 35 %  $\text{SiO}_2$ , 4 — 15 % S mit wenig  $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  und  $\text{TiO}_2$ ) besteht, wird vorteilhaft zur Herstellung von Schmelzphosphat nach einem Verfahren der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke benutzt. Sie wird mit Mineralphosphat im ungefähren Verhältnis 1:1 gemischt, in einen Drehofen aufgegeben und geschmolzen. Die Schmelze bildet in einer erweiterten Ofenzone einen Sumpf, in dem das Gut ausreagieren und entgasen kann. Nachdem sie in einer Kühltrömmel erstarrt und erkaltet ist, erfolgt die Vermahlung in einer Kugelmühle auf Thomasmehlfineinheit. Das fertige Phosphat hat einen Gesamtphosphorsäuregehalt von über 20 %, davon sind 95 % in Ammoniumzitratlösung und 99 % in Zitronensäure löslich.

Die Düngerversuche sind überraschend gut ausgefallen. Dies dürfte auch auf die zahlreichen Nebenbestandteile, die aus der Sodaschlacke stammen, zurückzuführen sein. Mangan, Eisen, Vanadin, Kupfer usw. wirken als Spurenelemente bei Mangelkrankheiten. Die eigentliche Düngewirkung kommt, abgesehen von der Phosphorsäure, den Gehalten an Kalk (35 %), Magnesia (4 %), Alkali (12 %) und Kieselsäure (20 %) zu. Verwendbar sind die bei der Entschwefelung mit reiner Soda anfallenden Schlacken. Der aus mitgerissener Hochofenschlacke herrührende Kalk ist bei diesem Verfahren ein unerwünschter Ballast, doch lassen sich Sodaschlacken mit einem Kalkgehalt bis 10 % verarbeiten. Erwünscht ist ein  $\text{CaO}$ -Gehalt unter 8 %.

Die von den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken gemeinsam mit den Guano-Werken AG., Hamburg, und den Oranienburger Chemischen Fabriken AG., Berlin, ausgeführten Versuche sind abgeschlossen. Die Vorarbeiten zur Errichtung einer Großanlage zur Herstellung des neuen Düngephosphates sind eingeleitet. Erwähnt sei noch, daß die Völklinger Versuchsanlage 20 bis 25 t täglich Schmelzphosphat herstellt. Der Landwirtschaft sind bereits davon mehrere tausend Tonnen zugeführt worden.

Ein in bezug auf das Schlackenproblem neuartiger Weg im Sinne des sauren Schmelzens wurde von der Maximilianshütte in Unterwellenborn beschränkt<sup>21)</sup>. Es gelingt, den Schmelzpunkt saurer Hochofenschlacken durch Zusatz von Alkalien in Form von Sodaschlacke weiter zu senken. Damit ist praktisch eine Herabsetzung des Kalk-Kieselsäure-Verhältnisses in der Hochofenschlacke mit einem Alkaligehalt von 2 % bis auf etwa 0,2—0,3 verbunden. Im Dauerbetrieb wird aus deut-



schen eisenarmen Erzen Thomasroheisen üblicher Zusammensetzung in folgender Weise erzeugt: Durch Zugabe von etwa 200—400 kg Sodaschlacke je Erzgicht wird ein Hochofen im obengenannten Sinne sauer betrieben. Das anfallende schwefel- und siliziumreiche Vorschmelzeisen mit 1,1 % S und 2,0 % Si wird als schrottähnlicher Rohstoff den beiden anderen Hochofen, die Thomasroheisen ohne Mangan herstellen und mit einem Kalk-Kieselsäure-Verhältnis von 1 bis 1,15% betrieben werden, zugegeben. Diese Schlacke nimmt den Schwefelgehalt des Vorschmelzeisens so weit auf, daß nur noch eine Nachentschwefelung mit 0,5 % fester Soda notwendig ist. Die Normalanalyse beträgt 0,6 % bis 0,8 % Mn, 1,9 % P, 0,3 % Si, 0,04—0,06 % S. Im Monatsdurchschnitt stammen etwa 25% der Roheisenerzeugung der basischen Öfen aus dem Eisenhalt des Vorschmelzeisens. Der Brennstoffverbrauch im sauergeführten Hochofen ging von 1500 kg Koks je t Roheisen um volle 500 kg Koks zurück. Das Eisenausbringen beläuft sich auf mehr als 93%. Darüber, daß der Anteil an Vorschmelzeisen noch weiter erhöht werden kann, besteht kein Zweifel, wenn die Schlacke der normalbetriebenen Öfen noch etwas kürzer gehalten wird. Die Vorteile dieser Arbeitsweise sind auch dadurch gekennzeichnet, daß kein neues Kapital für den Betrieb notwendig war und der Gesamtbrennstoffbedarf sehr günstig liegt. Die bei zwei Öfen anfallende basische Schlacke wird zu Zement weiterverarbeitet. Das Verfahren, stark sauer zu schmelzen, eröffnet für die Verhüttung eisenarmer deutscher Erze weitere günstige Aussichten.

In der Keramik und Emailindustrie kommen Schutzüberzüge in Anwendung, die außer Alkalien zum wesentlichen Teil Kieselsäure enthalten. Um den Flüssigkeitsgrad zu erhöhen und vor allen Dingen die Ausdehnung des Glasflusses in den verschiedenen Temperaturbereichen auf ein Mindestmaß herabzusetzen, gibt man devisenbelastete Borverbindungen zu. Die Bemühungen, an ihrer Stelle einen Stoff gleicher Wirkung ausfindig zu machen, haben nur zu Teilerfolgen geführt. Versuche mit Sodaentschwefelungsschlacke haben eine wesentliche Einschränkung, zum Teil eine vollkommene Ausschaltung der Borverbindungen ergeben, ohne die Güte des Schutzüberzuges zu beeinträchtigen.

Bekanntlich kommt die Kieselsäure in verschiedenen Modifikationen vor, die je nach der Höhe der Brenntemperatur als Quarz, Cristobalit und Tridymit vorliegt. Sie weisen in den einzelnen Temperaturgebieten verschiedene Längen- bzw. Volumenänderungen auf. Es ist bislang nicht erreicht worden, solche Änderungen ohne Zusatz von Borverbindungen oder Bleioxyden zu mildern. Dabei scheint die Art der Kieselsäure eine wichtige Rolle zu spielen. Bekanntlich ist die Kieselsäure der Sodaentschwefelungsschlacke aus der Oxydation eines Teils des Siliziumgehaltes des flüssigen Roheisens entstanden. Dieser mit einer hohen Wärmeentwicklung verbundene exotherme Vorgang ergibt eine Kieselsäure, die wahrscheinlich ganz andere Eigenschaften aufweist, wie die in der keramischen bzw. Emailindustrie benutzte in Mineralien vorkommende Kieselsäure. Urversuche zeigten, daß das Zusammenschmelzen von Sodaentschwefelungsschlacke mit quarz- oder boraxfreiem Glasmehl einen guten Korrosionsschutz auf kleinen Eisenblechen darstellen. So ist es beispielsweise gelungen, überhaupt ohne Borverbindungen unter Anwendung bis zu 83% Sodaschlacke auszukommen. Wie nicht anders zu erwarten war, ist dieses borsäurefreie Grundemail äußerst säurebeständig. Auch die Kochproben haben einwandfreie Ergebnisse gezeitigt. Da bei der Emaillierung verformter

Gegenstände, wie z. B. Töpfen und Geschirren ähnlicher Art, mit Auftragschwierigkeiten zunächst zu rechnen war, ist aus im ferngasbeheizten Drehrohrföfen entschwefelte Sodaschlacke und einem Industriegrundemail, das bekanntlich 25 bis 28% Borsäureverbindungen enthält, unter Zusatz von Quarz ein nur 10% Borsäureverbindungen enthaltendes Grundemail hergestellt worden. Das Ergebnis, das die vorgelegten Töpfe zeigten, ist als erfreulich anzusprechen. Das Email ist gut auftragsfähig. Fischschuppen haben sich bislang nicht gezeigt. Es ist zu erwarten, daß in weiteren Versuchen die Sodaschlacke in höheren Anteilen im Industriegrund zwecks Verdrängung von Borverbindungen benutzt werden kann.

Bei der Eisenerzeugung geht bekanntlich das Arsen in die Schmelze. In wenigen sauren Erzen ist Arsen mit Gehalten bis zu 0,06% gefunden worden. Versuche über die Entarsenierung solcher Erze mittels der Saugzugsinterung zeigen die Richtung des einzuschlagenden Weges. Ein Sodaschlackenzusatz zum Erz, wie ursprünglich beabsichtigt, war nicht notwendig.

Das angelieferte, zum größten Teil sehr mulmige saure Erz mit 29,21% Fe und 0,051% As wurde auf eine Stückgröße von unter 5 mm zerkleinert. Als Brennstoff diente Steinkohlenkoksgrus unter 3 mm Korngröße, als Rostbelag Kalksplitt und Rückgut. Die Nässe der Mischung betrug 14 bis 17%. Es wurde festgestellt (Abb. 5), daß bei einer Schichthöhe von 19 cm und einer Saugung von 90 bzw. 30 mm WS die geringere Saugung von Vorteil ist. Bei 90 mm WS (Säule 1) er-

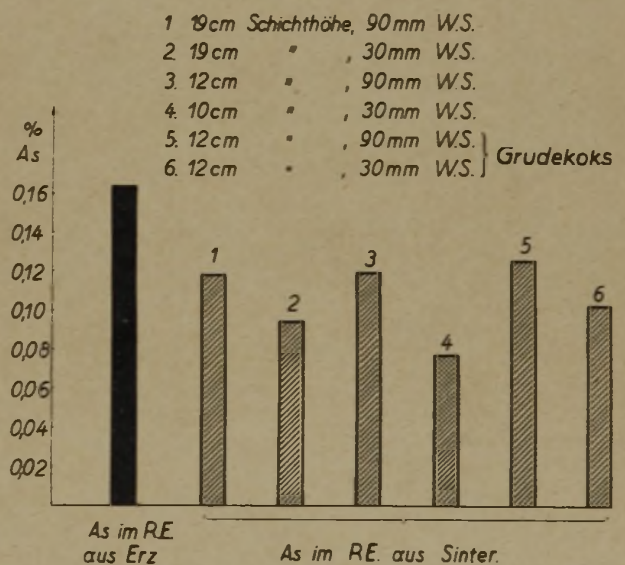


Abb. 5: Entarsenierungsversuche an saurem Erz

geben sich 0,118% As im Roheisen, bei 30 mm WS (Säule 2) dagegen 0,094% As, 12 cm Schichthöhe und 90 mm WS (Säule 3) erbrachten einen Durchschnittswert von 0,120 As, während eine geringe Schichthöhe von 10 cm (Säule 4) eine geringe Saugung von 20 bis 30 mm und die damit verbundene langsame Sinterung die Arsenaustreibung mehr begünstigt. Die Arsengehalte würden bei unmittelbarer Verhüttung des Erzes 0,163% As im Roheisen betragen, gegenüber einem Durchschnittsgehalt von 0,078% As nach der Sinterung. Das bedeutet eine Arsenverminderung von über 50% im Mittel, im günstigsten Fall waren es 0,046% As bei einer Abnahme von 71,5%.

Von verschiedenen Sintern wurden außer den Durchschnittsproben Proben aus der oberen und unteren Hälfte des Sinters gezogen. Dabei ist auffallend, daß



der Arsengehalt der unteren Probe mit 0,037% wesentlich höher liegt als der der oberen mit 0,021%.

Bei Sinterung mit Grudekoks erhält man bei 12 cm Schichthöhe und einer Saugung von 90 mm WS 0,126% As im Roheisen, jedoch bei 30 mm Saugung nur 0,103% As. (Säule 5 und 6.)

#### Zusammenfassung

Das saure Schmelzen mit nachfolgender Sodaentschwefelung wird kurz besprochen unter Berücksich-

tigung der Vorbereitung der Erze. Die saure Hochofenschlacke kann als Straßenbaustoff dienen. Versuche zur Gewinnung von Tonerde werden beschrieben.

Die Sodaentschwefelungsschlacke benutzt man zum Aufschließen von Mineralphosphaten, zur Herstellung von Grundemails und als Möllerbestandteil zur Herabsetzung des Kalk-Kieselsäure-Verhältnisses. Die Arsenaustreibung aus sauren Erzen auf dem Sinterband, die im Mittel bis zu 50% betrug, wird besprochen.

## Leichtmetallgewinnung aus deutschen Rohstoffen

Von Professor Dr.-Ing. H. Grothe, Clausthal

Die Leichtmetalle — praktisch sind hierunter nur die beiden Hauptvertreter Aluminium und Magnesium sowie deren Legierungen zu verstehen — beanspruchen seit einigen Jahren ein besonderes Interesse. Nicht allein, weil sie auf Grund ihres so geringen Raumgewichtes in der Kraftfahrzeugindustrie und im Flugwesen so manchen technischen und wirtschaftlichen Fortschritt erst ermöglichen, sondern weit mehr deshalb, weil im Gegensatz zu den Schwermetallen unerschöpfliche Rohstoffvorräte überall und also auch in Deutschland vorhanden sind. Und seitdem die Metallkunde, deren wissenschaftlicher Begründer der erste Ehrendoktor unserer Bergakademie und Göttinger Professor Tammann war, in den vergangenen 30 Jahren die ganze Legierungskunde und Verformungstechnik in neue Bahnen lenkte, haben die Leichtmetalle sprunghaft selbst auf solchen Gebieten festen Fuß gefaßt, wo höchste Beanspruchung den Werkstoffen aus Schwermetallen eine anscheinend nie zu erschütternde Vormachtstellung zu sichern schien. Und wir stehen noch lange nicht am Ende dieser Entwicklung, besonders hinsichtlich der vergülbaren Legierungen, deren erster Schöpfer bekanntlich der Deutsche Wilm war, der 1906 das Duralumin erfand. Deutschland, das zunächst weit hinter Amerika und Frankreich marschierte, hat sich in den letzten Jahren an die Spitze aller Aluminium und Magnesium er-

zeugenden und verbrauchenden Länder gestellt und seit 1933 seine Produktion verzehnfacht.

Zahlentabelle I

Jahr	Welterzeugung t	Deutsche Erzeugung	
		t	Anteil an der Welterzeugung %
1910	43 800	1 000	2
1920	127 700	12 000	9
1930	269 700	30 700	11
1933	142 000	18 900	13
1937	490 600	127 500	25
1938	550 000	175 000	31 (Schätzung)

Wenn es gelänge, die Erzeugungskosten auch bei Verwendung rein deutscher Rohstoffe ausreichend zu senken, so würde das Leichtmetall in noch wesentlich höherem Maße die devisengebundenen Schwermetalle verdrängen. An diesem Problem wird von vielen Forschern seit langem gearbeitet.

Die heutige großtechnische Gewinnung von Aluminium (Abb. 1) ist im Prinzip noch die gleiche wie vor 50 Jahren: aus sehr reiner wasserfreier Tonerde, die man in umständlichen chemischen Arbeitsverfahren aus den tonerdehaltigen Rohstoffen gewinnt, wird mittels der Schmelzflußelektrolyse des in Kryolith gelösten Aluminiumoxydes das Aluminium als flüssiges Metall dargestellt. Am billigsten läßt sich nun die Tonerde nach dem Bayerverfahren<sup>1)</sup> aus Bauxit, einem Tonerdehydrat mit 55 bis 56%  $Al_2O_3$  und mit schwankenden Verunreinigungen an  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$  herstellen. Und deshalb basiert die großtechnische Aluminiumerzeugung auch in Deutschland ausschließlich auf dem Bauxit als Rohstoff, obwohl wir selbst dieses Erz nur in einem ganz unbedeutenden Vorkommen besitzen, es also aus dem Ausland einführen müssen. Dagegen haben wir genügend andere Aluminiumerze, von denen nur die Kaoline, die Feldspate und die Tone genannt seien. Technisch ist zwar die Aufgabe, für die Elektrolyse geeignete Tonerde aus diesen Rohstoffen zu gewinnen, gelöst und auch eine Anlage erstellt, die laufend nach dem sogenannten ST-Verfahren<sup>2)</sup> Tonerde aus Kaolin erzeugt. Nach diesem Verfahren wird der kalzinierte und zerkleinerte Ton unter Druck von etwa 7 at in wäßriger schwefeliger Säurelösung bei 50 bis 60° aufgeschlossen. Man erhält eine Aluminiumsulfatlösung, die durch Eisen, Titan und Siliziumoxyd verunreinigt ist. Erhitzt man diese Lösung auf 80 bis 100°, so fällt basisches Aluminiumsulfat aus mit etwa 29%  $Al_2O_3$ ,



Abb. 1: Lage der Aluminium-Tonerde- und Magnesiumhütten Deutschlands

<sup>1)</sup> V. Engelhardt: Handbuch der Technischen Elektrochemie III (1934), S. 253.

<sup>2)</sup> Chemiker-Zeitung 60 (1936) Nr. 15, S. 156.



während die Verunreinigungen in Lösung bleiben. Durch Kalzination wird das basische Aluminiumsulfid zerstört und die ausgetriebene schweflige Säure in den Prozeß zurückgeführt. Die so gewonnene Tonerde ist jedoch für hochwertiges Aluminium zu unrein und

wird daher noch einmal in Natronlauge gelöst und nach dem Bayerverfahren aufgearbeitet. Die schweflige Säure ist die technisch billigste Säure, und daher ist auch dieses Aufschlußverfahren von allen bisher vorgeschlagenen und ausprobierten das wirtschaftlich günstigste für die Herstellung von reiner Tonerde aus einheimischen Rohstoffen (Abb. 2).

Ein zweites saures Aufschlußverfahren ist das Nuvalonverfahren<sup>3)</sup> von Buchner, nach dem die Tonerde mit 25% Salpetersäure bei 150°

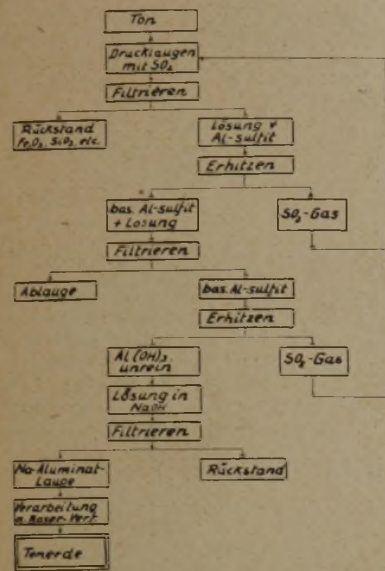


Abb. 2: Gewinnung von reiner Tonerde aus Ton

aufgeschlossen wird. Die Gesteungskosten sind aber in jedem Fall größer als bei der Darstellung von Tonerde aus Bauxit nach den üblichen Verfahren.

Untersuchungen verschiedener Forscher, wie P. Röntgen und H. Borchers<sup>4)</sup>, das Aluminium aus den billigen Rohstoffen durch thermische Reduktion auf dem Umwege über Zwischenlegierungen mit Silizium bzw. Eisen zu gewinnen, sind noch nicht weit genug entwickelt, um über ihre wirtschaftliche Bedeutung ein Urteil abgeben zu können. Dasselbe gilt für die Vorschläge, an denen auch in Clausthal gearbeitet wird, das Aluminium durch Elektrolyse des aus den Rohstoffen leicht und billig herstellbaren Chlorides zu gewinnen.

Die Darstellung des Magnesiums erfolgt in großtechnischem Maßstabe durch Elektrolyse des geschmolzenen wasserfreien Magnesiumchlorids in einer Karnallitschmelze. Auch hier muß also zunächst ein geeignetes Salz, eben das wasserfreie Magnesiumchlorid, aus den Rohstoffen hergestellt werden. Als Rohstoffquelle dienen die in Kärnten und Steiermark in mächtigen Lagerstätten und in Schlesien in geringeren Mengen vorkommenden Magnesite oder die auch im Altreich in großen Mengen vorhandenen Dolomite, in welchem letzterem Falle für die Abtrennung des Kalziumkarbonats eine chemische Aufarbeitung unter Verwendung von magnesiumchloridhaltigen Lösungen erforderlich ist. Bei beiden Rohstoffen wird zunächst

Magnesiumoxyd erzeugt und dieses dann mit dem bei der Elektrolyse anfallenden Chlor unter gleichzeitiger Zuführung von Kohlenoxyd in geschmolzenes Magnesiumchlorid umgewandelt. Beide Wege benutzt die I. G. zur Herstellung des wasserfreien Magnesiumchlorids für die Elektrolyse. Wintershall verwendet einen besonders geeigneten Karnallit ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6 H_2O$ ), der nach Entwässerung direkt der Elektrolyse unterworfen und nach Entarmung an Magnesiumchlorid als Kalidüngesalz abgesetzt und verkauft wird. Eine bisher nur recht wenig ausgenutzte Rohstoffquelle sind die Chlormagnesiumendlaugen der karnallitbauenden und -verarbeitenden Kaliwerke. Diese Endlaugen werden in ungenügendem Umfange verwertet bzw. unschädlich gemacht. Recht erhebliche Mengen müssen in die Flüsse gelassen werden. Es ist dies eine volkswirtschaftlich recht bedauerliche Lage, und es rechtfertigen sich daher die Mühen und Kosten, die zur Lösung des Problems, aus diesen Endlaugen Magnesiummetall herzustellen, aufgewendet werden. Die neuesten Versuchsergebnisse lassen erhoffen, daß diese Endlaugen in Zukunft nicht nur in großem Umfange als Rohstoffgrundlage für die Magnesiumgewinnung dienen werden, sondern daß auch damit eine Verbilligung der Magnesiumherzeugung einhergehen wird. Auch für die Verbesserung und Verbilligung der Magnesiumchloridelektrolyse sind Vorschläge gemacht worden, wonach durch Zusatz von LiCl die Dichte des Elektrolyten unter diejenige des Magnesiums sinkt, so daß das flüssige Magnesium am Boden der Elektrolysenzelle abgeschieden wird<sup>5)</sup>.

Einen ganz anderen Weg zur Verbilligung der Magnesiumgewinnung haben die Österreichischen Magnesitwerke in Radentheim eingeschlagen. Sie haben einen bereits früher gemachten Vorschlag<sup>6)</sup> aufgegriffen und in langjährigen und kostspieligen Untersuchungen ein Arbeitsverfahren entwickelt, das jetzt für die Überführung in großtechnischem Maßstabe reif und recht aussichtsreich ist (Abb. 3).

Im elektrischen Lichtbogenofen bei einer Temperatur von 2200° wird ein Gemisch von Magnesiumoxyd, das man durch Kalzinieren des Magnesits erzeugt hat, und Kohle zur Reaktion gebracht und der hierbei ent-

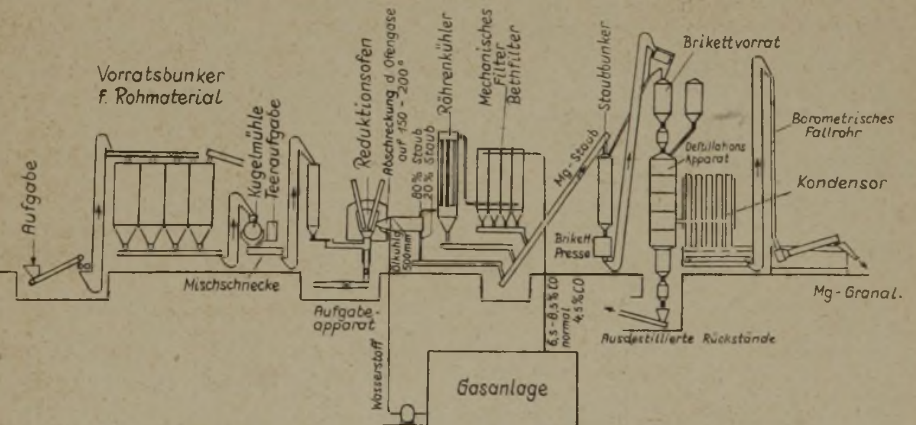


Abb. 3: Stammbaum der Magnesiumherstellung nach dem Radentheimer Verfahren

stehende Magnesiumdampf mit dem Kohlenoxydgas aus dem Reaktionsraum schnell abgeführt und gleichzeitig durch größere Mengen von Wasserstoffgas verdünnt und abgeschreckt, so daß sich das Magnesium staubförmig in dem Kondensator niederschlägt, aus dem es ausgeschleust und nach Brikettieren in Vakuum destilliert wird. Das Metall fällt in mehr oder weniger großen Kugeln an, die nach dem Umschmelzen ein sehr reines und vor allem halogenfreies Metall ergeben.

<sup>3)</sup> Chemiker-Zeitung 60 (1936) Nr. 15, S. 157.

<sup>4)</sup> Gewinnung von Reinaluminium; Met. u. Erz 31 (1934), S. 81.

<sup>5)</sup> H. Grothe, Neue Wege zur Leichtmetallgewinnung; Met. u. Erz 1939, Heft 3, S. 63.

<sup>6)</sup> DRP. 49 329 v. 6. Februar 1889.



# Kolloquium der Clausthaler Woche „Berg- und Hüttenwesen“

Leitung: Prof. Dr.-Ing. H. Grothe

Wir veröffentlichen nachstehend zusammenhängend die im Rahmen des Kolloquiums gehaltenen Beiträge im Wortlaut. Die Leitung hatte Se. Magnifizienz Prof. Dr.-Ing. H. Grothe übernommen, der die Aussprache mit einer kurzen Ansprache eröffnete.

## Eröffnung Prof. Dr. Grothe:

Meine Herren! Ich eröffne das Kolloquium. Wir wollen durch die hier gehaltenen Vorträge und das Kolloquium Fragen behandeln, durch die wir zum Fortschritt kommen. Wir sind nicht empfindlich, wenn eine deutliche Kritik geübt wird, denn das regt nur an — beiderseits. Ich bitte Sie daher, gleichfalls in der Diskussion nicht empfindlich zu sein; wenn irgendwelche Angriffe erfolgen, wir werden uns unserer Haut wehren.

Wir werden zuerst eine Frage behandeln, die an mich gerichtet wurde und die ich vorwegnehmen möchte, weil der Herr mit dem Zug noch wegfahren will.

## Anfrage Dr. Idel, Essen:

Ist es bekannt, daß durch Behandlung erstarrender Metalle mit kurzen Wellen, die keine Wärmetönung ausüben, das Kristallwachstum beeinflusst und kryptokristalline Kristalle erreicht werden können? Als Wellen kommen beispielsweise Radiowellen in Betracht.

Ich möchte dazu noch einiges ausführen. Engländer haben in Deutschland ein Patent zur Wasserreinigung angemeldet. Dieses besteht darin, daß man eine mit einer geringen Menge Quecksilber versehene Glasboje im Wasser schüttelt. Die hierbei entstehenden elektrischen Energien verhindern ein Ansetzen von Kesselstein. Es ist sogar vorgekommen, daß Rohre, die sich bis auf eine Bleistiftdicke zugesetzt hatten, durch solche schwachen elektrischen Ströme sich vollkommen von Kesselstein befreien. Weitere Versuche mit diesen Schwachströmen, vor allem mit Radiowellen, zeigten unter dem Mikroskop, daß die Kristalle verkümmerten, in ihrem Wachstum gehindert waren und kleine runde Körper bildeten. Ist es bekannt, die Schwachströme auch bei erstarrenden Metallen anzuwenden? Vor kurzem sagte mir ein Herr im Reichspatentamt, es gäbe sehr alte Patente auf diesem Gebiet, nicht nur in bezug auf Ultrawellen, sondern auch auf kurze elektrische Wellen zur Behandlung erstarrender Metalle.

## Prof. Dr. Valentiner:

Meine Herren! Es ist durchaus möglich — Versuche haben es gezeigt —, mit **Ultrashallwellen** die Kristallisation zu beeinflussen; das gilt zunächst wenigstens für die Kristallisation in den gewöhnlichen (z. B. wäßrigen), gesättigten oder übersättigten Lösungen, vermutlich auch für die Kristallbildung in Metallen. Es handelt sich bei den **Ultraschallwellen** immerhin um Schwingungen von bis über 100 000 Kilohertz, die im flüssigen und im festen Stoff zu einer Erschütterung führen, die sich ganz eigenartig auswirken muß und auswirkt. Ganz anders liegen die Dinge bei Benutzung von „**Radiowellen**“ — gemeint sind wohl **kurze elektrische Wellen**. Sie dringen in das elektrisch leitende Metall nicht ein, werden vielmehr an der Oberfläche reflektiert und können somit auch im Innern kaum Veränderungen hervorrufen oder eventuell die Kristallisation beeinflussen.

## Dr. Idel:

Man kann unter dem Mikroskop beobachten, daß die Wasserkristalle, also in Flüssigkeiten ausfallende Kristalle,

die sonst verzweigt und ineinander verfilzt sind, bei Behandlung mit Kurzwellen nur noch als kleine runde Körper auftreten. Es ist überraschend, daß elektrische Wellen in diesem Fall das Wachstum der Kristalle vollkommen verkümmern lassen. Es mag möglich sein, daß elektromagnetische Radiowellen auf große Metallkerne nicht einwirken können. Meine Frage ging dahin, ob mit elektrischen Kurzwellen derartige Versuche an Metallbädern gemacht worden sind, da sie verhältnismäßig einfach ausgeführt werden können.

## Prof. Dr. Valentiner:

Mir sind solche Versuche mit Metallen nicht bekannt. Bei Wasser liegen die Verhältnisse ganz anders, die Wellen dringen ein und üben auf die Kristallbildung Einflüsse aus.

## Prof. Dr. Grothe:

Wir kommen zur Anfrage von Herrn Direktor C. P. Debuch von der Lurgi-Chemie.

## Direktor C. P. Debuch, Frankfurt a. M.:

Meine Herren! Ich hatte leider gestern nicht das Vergnügen, den Ausführungen von Herrn Prof. Dr. Paschke persönlich folgen zu können. Ich bin deshalb auf die Mitteilungen meiner Freunde hier in Essen angewiesen gewesen und möchte deshalb namens meiner Firma zugleich ein paar kurze Feststellungen machen.

Erstens habe ich das Vergnügen, zu erklären, daß die Herren der **Lurgi**, übereinstimmend mit Herrn Prof. Paschke, ganz gleicher Meinung sind, daß man Eisenerze nämlich nur dann aufbereiten wird, wenn eine Notwendigkeit dazu vorliegt. Wann und wo und wie sich diese Notwendigkeit ergeben kann, darauf komme ich gleich.

Zweitens, wir können alle nicht verstehen — und das bezieht sich nicht nur auf die Ausführungen von Herrn Prof. Paschke, sondern vielmehr auf eine Unzahl von Veröffentlichungen, die durch Fachzeitschriften und Tageszeitungen gegangen sind —, daß diese Ausführungen es immer so erscheinen lassen, als bestände eine Gegensätzlichkeit zwischen der Frage der **Aufbereitung** und des **sauren Schmelzens**. Das können wir nicht einsehen. Wenn ich den Punkt 1 nehme und dazu sage, daß man nur die Erze aufbereiten wird, bei denen eine **Aufbereitungsnotwendigkeit** sich ergibt, so sind das in unserem deutschen Vaterland hauptsächlich und vorwiegend **hochsaure Erze**. Bei der Aufbereitung nach dem Lurgi-Verfahren bauen nun die Schlackenbildner neben dem Eisen fast in allen Fällen proportional ab, d. h. Kieselsäure, Kalk und Tonerde liegen auch in den Konzentraten annähernd in dem gleichen Verhältnis vor wie im Roherz, und damit bleibt die Möglichkeit, vielleicht sogar die Notwendigkeit gegeben, auch solche Konzentrate sauer zu verschmelzen. Das saure Schmelzen und die Aufbereitung sollten deshalb viel besser Arm in Arm gehen, und dann wird auch ein Erfolg nicht ausbleiben.

Wir haben es, wie jeder feststellen kann, der bisher das Schrifttum verfolgte, vermieden, uns bisher in irgendwelche Kontroversen für das eine oder andere Verfahren einzulassen, und dazu haben wir unsere guten Gründe. Wir sind einmal, das ist etwa ein Jahr her, dazu veranlaßt worden, Feststellungen zu machen über Preise, Leistungen, Gestehungskosten und dergleichen. Ich habe mich namens meiner Gesellschaft bis zuletzt dagegen gewehrt, leider ohne Erfolg. So kam es, daß zu einem Zeitpunkt Feststellungen gemacht wurden, wo der Erfolg, den ich Ihnen gleich vorlesen und auführen kann, auch nicht annähernd



vorlag, wie er heute vorliegt. Andererseits wollen wir den Wettbewerb mit den verschiedenen in Wettbewerb stehenden Verfahren gern aufnehmen — wir verlangen nur für uns, was wir jedem anderen auch einräumen, eine Zeit der Entwicklung. Es handelt sich um so viel Einzelheiten in der Entwicklung eines solchen Verfahrens, die teils auf dem Gebiet des Ofens, des Röstens, der Zerkleinerung und der Magnetscheidung liegen, daß man nicht verlangen kann, ein derartiges Verfahren übereilt zu entwickeln. Wenn der Gedanke auch alt ist, das haben wir nie bestritten, die Ausführung und Durchführung ist neu, denn sonst hätten wir nicht die Erfolge. Dazu gehört aber Zeit. Ich erkläre heute hier, daß wir trotz der Ergebnisse einzelner herausgegriffener Ergebnisse nicht am Ende sind, und das werde ich gleichfalls begründen.

Es gibt in Deutschland kaum eine Eisenerzlagstätte, die irgendwie Anspruch auf Bedeutung für unser Wirtschaftsleben und für die Eisenproduktion erheben kann, die nicht in unserer Versuchsanlage untersucht worden ist. Alle Versuche, die wir gemacht haben, erstrecken sich auf halb-industrielle Versuche und sind gemacht worden mit Mengen von 20 bis 250 t. Wir haben uns Mühe gegeben, nie den Weg der Praxis zu verlassen, wir haben nie Dinge gemacht, die man nicht in die große Praxis übersetzen kann, und wir glauben, daß wir deshalb auch zu recht schönen Ergebnissen gekommen sind. Ich zähle Ihnen einige Erze auf, die wir behandelt haben.

Grube Fortuna im Salzgittergebiet. Grube Fortuna, rote Wand Süd — das schlechteste Erz dieses Vorkommens, das man durch den auf der Grube Fortuna sonst angewandten Aufbereitungsprozeß nicht verarbeitet.

Grube Finkenkuhle, Hauptwerk 1 und Hauptwerk 2, Grube Finkenkuhle, Haldener Siemens-Bau-Union, Grube Haverlahwiese, Hannoversche Treue 1 u. 2, Kniestedt und Ringelheim.

An anderen Vorkommen in Deutschland haben wir untersucht die Basalteisensteine im Vogelsberg, die Brauneisensteine im Thüringer Stahlberg, die ganz nennenswerten Vorkommen in Porta im Teutoburger Wald, die sogenannten Porta-Erze, den Eisensandstein in Kostellitz und zuletzt auch das ganz große und interessanteste von allen Problemen, den Erzberg in Steiermark.

Meine Herren! Ich bin damit beschäftigt, die Versuchsergebnisse von allen diesen Versuchen für die Veröffentlichung zusammenzustellen. Das Material aus vierjähriger Arbeit zu ordnen und zusammenzufassen, daß es sich für eine Veröffentlichung eignet, erfordert eben etwas Zeit. Aber bis zu diesem Sommer werden Sie alle diese Dinge in allen Einzelheiten lesen können.

Greifen wir einige Versuche heraus. Da nenne ich an erster Stelle das Erz Finkenkuhle. Das Finkenkuhler Erz wird heute bereits an die Ruhrhütten versandt. So kommt es, daß wir einen Großversuch mit Erzen von der August-Thyssen-Hütte und einen zweiten Großversuch mit Erzen direkt von den Reichswerken von der Grube Finkenkuhle, Hauptwerk I, durchgeführt haben. Was das erstgenannte Erz, das 28% Fe und 29% SiO<sub>2</sub> hatte, anbelangt, kann ich bemerken, daß alle die Ergebnisse, die ich Ihnen hier vorlese, in der Hand der Industrie sind. Daraus haben wir erzeugt ein Konzentrat mit 43 bis 45% Fe bei einem Ausbringen an Eisen von 85,5 bis 86,4. Die herausgeworfene Kieselsäure betrug in diesem Fall 62,1%. Finkenkuhle, Hauptwerk II: Versuch für die Reichswerke „Hermann Göring“ hatte 30 bis 31,3% Fe. Wenn ich zwei oder mehrere Werte angebe, so hat das hier speziell die Ursache, daß die Analysen von drei uns kontrollierenden Hüttenwerken ausgeführt worden sind — und das sind eben die Abweichungen in der Analyse: Das Erz hat 24% bis 21,6% SiO<sub>2</sub>. Daraus haben wir gemacht ein Konzentrat mit 47 bis 48,3% Fe bei einem Ausbringen von 91,9 und 92,2%.

Dann liegt auf der Grube Finkenkuhle eine Abraumhalde, mit der man heute nicht weiß, was man machen soll. Wir haben das Erz untersucht, weil man Gewißheit haben wollte, daß das Verfahren auch für alle im Salzgitterer Höhenzug vorkommenden, ganz armen Erze geeignet ist. So haben wir einen Großversuch mit diesen Haldenerzen durchgeführt. Die Haldenerze haben im Trocknen 18,4% Fe bei 50,7% SiO<sub>2</sub>. Daraus wurde hergestellt ein Konzentrat mit 47,1% Eisen und 14,8% Kieselsäure bei einem Ausbringen von 76,5% und einer Kieselsäureentfernung von 86,4%.

Ich möchte noch ein Beispiel nennen, das hier gestern auch genannt worden ist. Der Kostellitzer Eisensandstein: Das Erz, das uns zur Verfügung gestellt wurde, hatte 17 bis 18% Fe und etwa 70% Rückstand. Daraus haben wir Konzentrate gemacht mit 61,2% Fe und 14,8% Rückstand, Eisenausbringen 85,4%, ein Entfallen des Rückstandes in Höhe von 94%. So könnte ich fortfahren.

Das schönste Erz, das wir aufbereitet haben, ist der thüringische Brauneisenstein, mit einem durchschnittlichen Ausbringen von 94% und Eisengehalte in den Bergen von 3%, so daß der als Begleitmineral auftretende Schwespat absolut reinen, verkaufsfähigen Schwespat ergab. Wir haben mit dem Schwespat Reduktionsversuche gemacht und auf Anrieb 87,5% wasserlösliches BaS erreicht. Ich habe Ihnen diese Versuchsergebnisse vorgelesen, meine Herren, damit die Zahlen, die durch die Zeitungen laufen, von 20, 30 und 40% Eisenverlusten bei dem Aufbereitungsverfahren der Lurgi, endlich mal verschwinden.

Einen einzigen Mißerfolg haben wir gehabt, und das ist das Erz von Porta. Das Portaerz läßt sich auch bei weitest gehender Zerkleinerung nicht wesentlich anreichern, es ist zu fein verwachsen. Ausnahmslos alle übrigen Erze haben ganz hervorragende Ergebnisse gezeitigt. Am interessantesten, auch wissenschaftlich gesehen, sind die Ergebnisse mit den steirischen Erzen vom Erzberg. Dort besteht, wie den meisten Herren bekannt, das große Problem der Rohwand, wo wir eine Mischung von Kalkspat, Magnesit und Eisenkarbonaten haben. Wo jede andere Trennungsmöglichkeit versagt, da hilft die magnetische Scheidung. Es ist uns möglich, reiche Rohwände von armen Rohwänden zu trennen, und infolgedessen ist es uns möglich, das Ausbringen, das im Erzberg 63% beträgt, auf 85 bis 88% zu steigern. Im ganzen ist der Bericht leider noch nicht fertig, aber auch diesen Bericht werde ich, wenn mir die Veröffentlichung gestattet wird, der Öffentlichkeit preisgeben.

Zum Schluß, meine Herren, noch ein Wort über die Anlage, die wir bauen. Auf Grund sehr eingehender Versuche mit den Doggererzen in der Großversuchsanlage Zollhaus-Blumberg haben sich die fünf Saarrhütten Anfang des Jahres 1937 zum Bau einer Großversuchsanlage — so haben wir die Anlage bewußt genannt — entschlossen. Diese Versuchsanlage besteht aus einem Drehrohrföhrfen nach der Lurgi-Konstruktion von 3,6 m Durchmesser und 44 m Länge. Dazu haben wir von der mit uns in Arbeitsgemeinschaft arbeitenden Firma Westfalia-Dinnendahl-Gröppel AG. die Magnetscheider hinzugesetzt, und zwar möglichst einfache Typen. Die Anlage hatten wir berechnet auf eine Leistung von 600 t täglich.

Am 3. Mai 1937 hatten wir die Grundsteinlegung getan, und am 3. Januar 1938 haben wir die Anlage zum ersten Male in Betrieb genommen. Es sind zwei Unterbrechungen nötig geworden. Es würde zu weit führen, Ihnen das zu erklären, und ist auch ohne Zeichnungen kaum möglich. Jedenfalls haben sich zwei kleine Umbauten als notwendig erwiesen mit dem Ergebnis, daß ein Leistungsversuch, der vor etwa drei bis vier Wochen in Zollhaus-Blumberg ohne Mitwirkung der Lurgi-Herren unter Kontrolle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute durchgeführt worden ist, mit folgenden Ergebnissen abgeschlossen hat: Durchschnittstagesleistung 920 t, Anreicherung 42,11%, Ausbringen 80% genau. Heute läuft die Anlage mit 950 t, Ausbringen 82%.

Und jetzt kommt etwas besonders Wichtiges, das ist die Staubfrage. In Zollhaus-Blumberg liegen die Dinae so, daß wir bei den Riesendurchsätzen des Ofens etwa 7 bis 8% der aufgegebenen Erzmenge als Staub haben. Dieser Staub hat nun aber, das mag Zufall sein — fast genau die Zusammensetzung des Roherzes. In den Zahlen, die ich Ihnen genannt habe, ist der Staub als Verlust eingesetzt. Dieser Staub läßt sich nun durch die starke hygroskopische und fettige Wesensart des Erzes leicht briquetieren. Stell' man sich mal auf den Standpunkt — ich saae das konditionell. Ich tue es nicht — diesen Staub als Roherz zu behandeln. man braucht ihn ja nicht zu briquetieren. man kann ihn auf das Sinterband geben, dann würde das Eisenausbringen von 82 auf 88,5% steigen. Und dabei unterstreiche ich, daß ein Zufall es gewollt hat, daß wir mit unserem Verfahren an der schlechtesten Stelle, die wir verfahrensmäßig in Deutschland haben, angefangen haben. Die anderen Erze, die Fricktaler in der Schweiz, die wir auch untersucht haben, die Doggererze von der Grube Gutmadingen,



die der Gutehoffnungshütte gehören, haben alle einen besseren Charakter als das von uns untersuchte Erz, und nicht zuletzt, von den vier Bergen, die abgebaut werden, hat man auch wieder mit den ärmsten angefangen. Für die Zukunft und für die Saar sehr angenehm, für die Entwicklung eines Aufbereitungsverfahrens wahrlich nicht angenehm.

Es bleibt hier noch ein Wort zu sagen über die Sinterfähigkeit und den Brennstoffverbrauch. Die Sinterfähigkeit ist sehr schnell abgetan, meine Herren. Wenn man rohes Doggererz sintert, so gebraucht man, um einen guten Hochofenfesten Sinter zu bekommen, 8, vielleicht sogar etwas mehr Prozent Koksgrus. In dem Augenblick, wo man ein Gemisch herstellt von etwa 50% Roherz und 50% Lurgi-Konzentraten, sinkt der Brennstoffverbrauch auf 5%. Dies sind Zahlen aus der Großpraxis, ausgeführt mit Zehntausenden von Tonnen.

Über den Brennstoffverbrauch wollte ich noch etwas sagen. Wir haben theoretisch auf Grund der Erfahrungen, die uns für die Verwendung des Ofens vorliegen, ausgerechnet, daß wir mit einem Brennstoffverbrauch von 6% auskommen müssen. Diesen Brennstoffverbrauch in 6% auszudrücken ist eigentlich überhaupt falsch, denn wir gebrauchen ja Gas. Immerhin hat man, um Vergleiche mit anderen Verfahren ziehen zu können, einen Saarkoks mit 6000 Wärmeeinheiten zugrunde gelegt. Die erste Betriebsperiode zeigte, daß man tatsächlich bis zu 400 t tägliche Leistung mit 6% auskam. Bei einer Steigerung auf 600 t, genau 607 t, stieg der Brennstoffaufwand auf 9,5%. Wir haben dann den Ofen umgebaut und stehen heute bei 5,9% Koks.

Unter Einrechnung des Generatorwirkungsgrades mit 75% liegen wir um 1,5% weniger bei 4,4% Koks. Auf Grund dieser Ergebnisse haben sich die Reichswerke „Hermann Göring“ entschlossen, eine Anlage mit vier Öfen zu errichten, für die wir 3200 t tägliche Leistung garantiert haben. Und ich habe die Hoffnung mit den leitenden Herren, daß wir auf 4000 t kommen.

#### Prof. Dr. Grothe:

Ich danke Herrn Debuch für die außerordentlich interessanten Mitteilungen, die das, was Kollege Paschke gestern uns erzählt hat, in wirkungsvoller Weise vervollständigen. Ich bitte Kollege Paschke sich zu äußern.

#### Prof. Dr. Paschke:

Die Ausführungen von Herrn Debuch waren sehr aufschlußreich und haben uns allen einen sehr wertvollen Einblick in das Lurgi-Verfahren gegeben. Es ist richtig und selbstverständlich, daß man von Fall zu Fall entscheiden muß, welche Erze für die Aufbereitung in Frage kommen; insbesondere handelt es sich dabei um hochsaure Erze. Ein einseitiger Angriff auf die Aufbereitungsverfahren ist in meinem Vortrage keinesfalls erfolgt. Im Gegenteil, ich habe herausgestellt, daß an den in der Entwicklung befindlichen Verfahren von unberufener und fachkundiger Seite keine Kritik geübt werden darf. Allerdings habe ich zum Ausdruck gebracht, daß man z. B. Eisenverluste von etwa 20% bei noch größeren Phosphorverlusten aus volkswirtschaftlichen Gründen nicht so ohne weiteres in Kauf nehmen darf. Ein aufbereitetes Erz mit 26%  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  bei einem  $\text{CaO} + \text{MgO}$ -Gehalt von 6% stellt immer noch ein recht saures Verhüttungsgut dar. Die Schlackenmenge je Tonne Roheisen wird immerhin doppelt so groß sein wie bei einem hochwertigen Möller, wenn das übliche Hochofenverfahren Anwendung findet. Die Verhüttung solcher Konzentrate dürfte erst beim sauren Schmelzen zur vorteilhaften Auswirkung kommen. (S. auch Vortrag Paschke, der alles klarstellt.)

Herr Debuch gibt in seinem Erörterungsbericht stets nur die Herabsetzung der Kieselsäure an. Wir müssen aber Kieselsäure und Tonerde mit in Betracht ziehen, weil letztere auch als Säure zu behandeln ist.

#### Dir. Debuch:

Die Zahlen waren fast immer parallel. In ganz kleinen Ausnahmen kam nicht ganz soviel Erde heraus wie Kieselsäure.

#### Prof. Dr. Paschke:

Ich habe bereits im Jahre 1935 anlässlich eines Vortrages vor der 64. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisengießereien in Bad Harzburg betont, daß es nicht unwahr-

scheinlich ist, daß sich beide Wege — die Aufbereitungsverfahren und das saure Schmelzen — gegenseitig ergänzen werden. Weiterhin habe ich auch in einem Vortrag anlässlich des Internationalen Gießereikongresses in Düsseldorf im Jahre 1936 erwähnt, daß bei der Anwendung von Aufbereitungsmethoden es u. U. zweckdienlich ist, das Roherz wegen der großen Eisenverluste nur so weit von Kieselsäure und Tonerde zu befreien, daß nach erfolgter Sinterung das saure Schmelzverfahren einsetzt, um den Brennstoffaufwand in erträglichen Grenzen zu halten. Jedenfalls denkt kein Mensch daran, ein sehr eisenarmes hochsaureres Erz ohne weiteres im Sinne des sauren Schmelzens zu verarbeiten. Allen Verfahren muß zur Nutzbarmachung eisenarmer Erze die größte Beachtung geschenkt werden, und ich mache wiederholt in Erörterungsberichten darauf aufmerksam, daß eine Gemeinschaftsarbeit durchaus notwendig ist. Ich freue mich sehr über die Ausführungen von Herrn Debuch, und ich glaube, daß wir voneinander sehr viel lernen können.

#### Prof. Dr. Grothe:

Ich möchte gleich meinen Dank anschließen. Ich hoffe, daß diese Aussprache morgen beim Kameradschaftsabend in ausgiebiger Weise noch weiter fortgesetzt werden kann. Ich komme nun zu weiteren Anfragen, und zwar zu den Dingen, die ja auch außerordentlich viel Interesse erweckt haben, die Kollege Hock behandelt hat. Es liegt eine Anfrage von Dr. Scheer vor:

#### Anfrage Dr. Scheer, Essen

An einer Verwendbarkeit der Braunkohlenskokes in Agglomerierverfahren ist wohl nicht zu zweifeln, wie Herr Prof. Paschke in seinem Vortrag über das saure Schmelzverfahren schon erwähnte. Genügt die Korngröße und Festigkeit auch für den Hochofenbetrieb? Meines Wissens haben Versuche im Kupolofen hier im Ruhrgebiet gezeigt, daß ein Betrieb nur unter großen Schwierigkeiten möglich ist.

Herr Dr. Jungbluth wird sich dazu äußern.

#### Dr. Jungbluth, Essen:

Meine Herren! Ich hatte keine Gelegenheit, den Vortrag des Herrn Prof. Hock anzuhören, ich bin auf die Unterrichtung durch die Tagespresse und Berichte meiner Bekannten angewiesen. Deshalb in Kürze folgendes: Was die Schmelzversuche im Kupolofen mit Braunkohlenschwelkoks angeht, so scheint es mir, als ob in der Tagespresse vielleicht durch die Ungeschicklichkeit des entsprechenden Redakteurs Angaben gemacht worden sind, die zu Irrtümern Anlaß geben könnten. Dieser Brennstoff hat sich nämlich durchaus nicht so sehr angenehm im Kupolofen gezeigt. Die Schwierigkeiten liegen insbesondere in der hohen Reaktionsfähigkeit dieses Materials und in dem außerordentlich großen Widerstand, den es im Ofen dem Winde darbietet. Der Widerstand ist etwa 3- bis 4mal so hoch wie normalerweise im Kupolofen. Vor allem aber ist es die sehr starke Gasentwicklung, die für die Ofenleute sehr unangenehm ist. Ich möchte mit meinen Ausführungen lediglich bezwecken, daß man diesen noch schwebenden Untersuchungen nicht durch ein gar zu rasches und voreiliges Urteil über die Verwendbarkeit dieses Brennstoffes zum Kupolofenschmelzen vorgreift, sondern vorerst abwartet.

#### Prof. Dr. Paschke:

Der Kupolofenversuch sollte lediglich das Verhalten von Braunkohlenskokes in einer niederschmelzenden Säule zeigen. Er ist wegen seiner Leichtverbrennlichkeit für den umschmelzenden Kupolofen von vornherein als Brennstoff unerwünscht. Deswegen halte ich einen solchen Versuch vorläufig für überflüssig, und er ist ganz gewiß nicht auf meine Anregungen zurückzuführen. Man kann Ergebnisse dieses Versuchs auch nicht auf den reduzierend arbeitenden Hochofen sinngemäß übertragen. Hier ist gerade leichtverbrennlicher Koks erwünscht. Um nach meinem Vorschlag Braunkohlenskokes im Sinne der Hockschen Untersuchungen im Hochofen zu verwenden, wird man selbstverständlich zunächst den Steinkohlenskokes schrittweise durch Braunkohlenskokes ersetzen.

Im übrigen ist uns in keinem Fall bekannt geworden, daß die Tagespresse über die Koksfragen im Zusammenhang mit dem Kupolofen, wie Herr Dr. Jungbluth erwähnte, berichtet hat.



### Prof. Dr. Hock:

Als der von Herrn Dr. Jungbluth und ebenso von Herrn Dr. Scheer erwähnte Kupolofenversuch mit Braunkohlenkoks zur Diskussion stand, konnte man der Auffassung sein, daß es sich auf Grund der hierbei gegebenen Verhältnisse um einen Versuch am untauglichen Objekt handelt, dessen Ausfall über die Koksverwendung unter den andersartigen Erfordernissen des Hochofens wenig Aufschluß bringen kann. Man hat sich aber alsdann für die Durchführung dieses Versuches ausgesprochen, in der Absicht, einmal die Schmelzleistung usw. unter diesen Bedingungen festzustellen. Da ich den Versuch von vornherein nicht günstig beurteilt hatte, war ich von dem Ergebnis angenehm enttäuscht. Anschließend war Herr Dr. Jungbluth der Ansicht, im Falle einer Notwendigkeit würde er in der Lage sein, den Kupolofenbetrieb mit derartigem Koks technisch zu lösen. Die Abstichtemperatur des Eisens lag um etwa 100 Grad niedriger als beim Schmelzen mit Gießereikoks. Dabei bestand der Satzkok zu 100 Prozent aus Braunkohlenkoks. Unter den, wie erwähnt, grundsätzlich andersartigen Bedingungen des Hochofens braucht man nun nicht einmal eine 100prozentige Beschickung mit Braunkohlenkoks zu denken, sondern wird versuchen, zunächst nur etwa 25 bis 35 Prozent des Steinkohlenkokes zu ersetzen. Braunkohlenkoks soll also nicht im Kupolofen verwendet werden, sondern dort, wo er hingehört, und das dürfte für den Hochofen zum mindesten in einem gewissen Umfange zutreffen.

### Dr. Kühlwein, Bochum:

Ich wollte zunächst an Herrn Professor Hock die Fragen richten, wie die Koksfestigkeitszahlen, die in dem Vortrag gebracht worden sind, zu bewerten sind im Vergleich zu Hochtemperaturkoks. Wenn ich mich recht entsinne, lagen die Ziffern bei günstigem Wassergehalt bei 80 Prozent, allerdings bezogen sich diese auf 25-mm-Korn. Nun vergleichen wir die Hochtemperaturkoke auf 40 mm bezogen, und ich wollte gern aufgeklärt haben, mit welcher Apparatur diese Festigkeiten bestimmt worden sind und ob man nicht die Möglichkeit hätte, durch Heranziehung anderer Verfahren eine vergleichbare Basis für die beiden verschiedenen Koksarten zu finden. Ferner würde mich interessieren, ob man irgendwelche eindeutigen Ziffern über das Verbrenlichkeitsverhalten und die Reaktionsfähigkeit von Braunkohlenkoks machen kann.

### Prof. Dr. Hock:

Die in meinem Vortrag angegebenen Abriebziffern sind lediglich unter sich vergleichbare Zahlen, man kann sie also nicht etwa in Beziehung zu den für Steinkohlenkoke bekannten Abriebfestigkeiten bringen. Was nun die vergleichsweise Festigkeit von Braunkohlenkoks und Steinkohlenkoks anlangt, so kann man z. B. in kleineren Stückgrößen Braunkohlenkoks herstellen, der besser ist als Ruhrkoks, den man vor der Prüfung auf etwa die gleiche Körnung gebracht hat. Großstückigen Braunkohlenkoks von entsprechender Festigkeit herzustellen, ist aus verschiedenen Gründen schwieriger. Wir haben auch da einige vergleichende Prüfversuche gemacht und bei Koksprodukten, bei deren Herstellung jedoch keineswegs optimale Verhältnisse gewählt worden waren, Festigkeitsziffern erhalten, die oberschlesischen Koks erreichen, ja sogar übertreffen. In dieser Richtung sind natürlich noch zahlreiche Vergleichsversuche erforderlich. Bei unseren eigentlichen Laboratoriumsuntersuchungen standen uns natürlich nicht Großformate von etwa 150 Gramm Stückgewicht zur Verfügung, sondern wir mußten zunächst einmal an Kleinformaten von etwa 20 Gramm Stückgewicht, entsprechend einer Korngröße von etwas über 25 mm, die im einzelnen erörterten optimalen Bedingungen versuchsmäßig ermitteln. Damit ist auch die diesbezügliche Frage von Herrn Dr. Scheer beantwortet.

Was den Zündpunkt für Braunkohlenkoks anlangt, so liegt er im allgemeinen etwa zwischen 250 bis 300 Grad, gegenüber etwa 450 Grad bei Steinkohlenschwelkoks und 600 bis 650 Grad bei Zechenkoks. Es wird interessant sein, wie sich diese weitaus größere Reaktionsfähigkeit im Hochofen im einzelnen auswirkt. In Amerika gibt es ja bekanntlich Hochöfner, die mit einem sogenannten „grünen“, also einem ungarischen und daher leicht reaktionsfähigen Koks, der selbstverständlich genügende Tragfähigkeit aufweisen muß, außerordentlich gute Resultate erzielt haben wollen.

### Dr. Kühlwein:

Herr Prof. Dr. Buschendorf hat nicht hingewiesen auf eine neue Art von Integrations-Vorrichtungen, wie sie in dem elektrischen Integrations-Apparat Sigma von Fuess zur Verfügung steht. Herr Buschendorf hat mir vorhin schon erklärt, daß er zwar Versuche damit gemacht hat, daß diese jedoch nicht sehr zufriedenstellend ausgefallen sind. Nun haben wir aber im Ruhrgebiet mit diesem Apparat schon seit 1½ Jahren sehr gute Erfahrungen gemacht, und der Vergleich zwischen diesem Gerät und dem Leitz-Integrationstisch ist wohl dahin zu fassen, daß man Integrations-tische benutzt, wenn man Objekte hat, die sehr feinkörnig sind, während die elektrische Integrationsvorrichtung Vorteile bietet, wenn großflächige Objekte zu untersuchen sind, z. B. wie hier im Ruhrgebiet bei der Ausmessung von ganzen Flözprofilen. Dabei kommen immer große Flächen verhältnismäßig gleichartigen Gefüges vor, die man mit diesem elektrischen Integrationstisch verhältnismäßig viel schneller als mit dem kleinen mechanischen Gerät mit Handspindel und geringem Verschiebungsbereich vermessen kann. Um eine Zahl zu nennen: ein 1 Meter mächtiges Flözprofil kann man jetzt in zwei Tagen bewältigen, während man früher die dreifache Zeit brauchte, was zu gewissem Teil auch an der rechnerischen Vereinfachung liegt.

### Prof. Dr. Buschendorf:

Es ist sehr interessant, daß bei Vermessungen im Steinkohlengebirge mit Hilfe des elektrisch angetriebenen Integrationstisches sehr gute Erfahrungen gemacht worden sind. Ich muß dazu für unsere Verhältnisse bemerken, daß wir diese Einrichtung nicht benutzt haben, weil bei petrographischen Untersuchungen infolge der Kornfeinheit genaueste Einstellungen vorgenommen werden müssen. Das ist aber bei elektrischem Antrieb schwierig und kann zu größeren Prozentfehlern infolge ungenauer Einstellung Anlaß geben. Ich darf bemerken, daß die Anfänge des Fuess'schen Integrationsstisches auf Arbeiten zurückgehen, die im Jahre 1932 in unserem Institute gemacht wurden. Erfahrungen über die Arbeitsweise konnten auch deshalb nicht gesammelt werden, weil dem Institute keine Mittel zur Verfügung standen, die Apparatur käuflich zu erwerben. Es ist bedauerlich, daß staatliche Mittel für die Anschaffung von Apparaturen, die von den Instituten selbst mit entwickelt wurden, nicht vorhanden sind.

### Prof. Dr. Grothe:

Meine Herren! Damit schließe ich das Kolloquium. Ich danke Ihnen für die rege Beteiligung und für die wertvollen Mitteilungen, die wir noch aus dem Kreis unserer Berufskameraden hier bekommen haben.

Damit sind wir gleichzeitig am Schluß unserer Arbeitstagung, die wir hier in Essen durchgeführt haben. Ich hoffe, daß morgen der größte Teil von Ihnen noch im fröhlichen Kameradenkreis bei uns weilen wird. Ich möchte aber auch die heutige Gelegenheit benutzen, um Ihnen, meine Herren, den Dank auszusprechen, daß Sie uns bei diesem Unternehmen durch ihre Anwesenheit und Ihr Mitgehen unterstützt haben. Ich hoffe, daß dies nicht das letzte Mal gewesen sein wird.



# Hochdruckdampftagung

Anschließend an die Veröffentlichung der Vorträge und Aussprachebeiträge der vom Haus der Technik, Essen, am 22. November 1938 veranstalteten Hochdruckdampftagung in Heft 24/38 und 2/39 der „Technischen Mitteilungen“ schließen wir mit dem Abdruck des nachstehenden Beitrages und der abschließenden Stellungnahme von Dr.-Ing. Schult die Diskussion zu dieser Tagung. Die Schriftleitung.

## Der Erfolg der Drucksteigerung bei Kondensations- und Gegendruckanlagen

Aussprachebeitrag zu vorstehendem Vortrag.

Von Obering. Gleichmann, Berlin-Siemensstadt

Der Aufbau der Wirtschaft erfordert die äußerste Ausnutzung der uns zur Verfügung stehenden Brennstoffe, damit die höchste Energieausbeute erzielt wird und die Produkte, welche uns vom Ausland unabhängig machen sollen und für die die Brennstoffe als Grundlage dienen, mit den verfügbaren Arbeitskräften gewonnen werden können.

Es ist als Glücksfall zu bezeichnen, daß in der Krisenzeit die Entwicklung des Wasserdampfprozesses den mit betrieblich brauchbaren Mitteln physikalisch möglichen höchsten Punkt erreicht hat. Es muß daher heute, selbst in den Fällen, wo nach früheren Gesichtspunkten die Kohlenersparnis durch den Kapitaldienst ganz oder beinahe aufgewogen wird, doch das brennstoffsparendste Verfahren aus obigen Gründen angewendet werden.

Dr. Schult hat auf der Tagung in Essen im Haus der Technik am 22. November 1938 einen Vortrag über das obengenannte Thema gehalten. In der Zusammenfassung seines Vortrages spricht er folgenden Grundsatz aus:

„Es besteht entgegen der bisher allgemein anerkannten und verbreiteten Ansicht, daß die Drucksteigerung bei Gegendruckanlagen und Vorschaltanlagen einen größeren wirtschaftlichen Gewinn verspricht als bei Kondensationsanlagen, in Wirklichkeit kein Unterschied im Erfolg der Drucksteigerung bei reinen Kondensationsanlagen und bei Gegendruckanlagen. Es besteht kein Unterschied wärmewirtschaftlicher Art, kein Unterschied hinsichtlich des Aufwandes für Anlagekosten, also auch kein Unterschied im gesamtwirtschaftlichen Erfolg. Dieses bedeutet nicht, daß die Gegendruckanlage in ihrer Gesamtheit gleich wirtschaftlich arbeitet wie die Kondensationsanlage, sondern es heißt, daß der Erfolg der Drucksteigerung in beiden Fällen der gleiche ist.“

Als Beweis hierfür brachte Schult zwei Abbildungen: Er vergleicht zunächst den Kondensationsbetrieb mit dem Gegendruckbetrieb, gerechnet für die verlustlosen Maschinen, in beiden Fällen bei 20 ata/260° C Eintrittszustand bei der Kondensationsmaschine mit 0,04 ata Vakuum und bei der Gegendruckmaschine mit 5 ata Gegendruck. In beiden Fällen wird der Eintrittsdampfzustand auf 100 ata/500° gesteigert. Da der Vergleich auf gleiches Dampfgewicht bezogen ist, so muß auch der gleiche Erfolg erzielt werden.

Im zweiten Vergleich wird der Kondensationsbetrieb mit dem Entnahmebetrieb verglichen, und zwar so, daß in beiden Fällen wieder der Ausgangspunkt 20 ata/260° ist, bei der Kondensationsmaschine das Vakuum 0,04 ata, während für den Entnahmebetrieb angenommen wird, daß der Dampf, welcher nicht in die Kondensationsmaschine geht, direkt mit 20 ata als Heizdampf abgeführt wird. Auch hier

findet die Drucksteigerung in beiden Fällen auf 100 ata/500° statt, wobei im Entnahmebetrieb die Kondensationsleistung nach der Drucksteigerung ganz verschwindet, so daß der Gegendruckbetrieb überbleibt. Auch hier muß dasselbe Resultat erzielt werden, weil, wie im ersten Falle, die Bezugsgröße wieder das gleiche Dampfgewicht ist.

Für diese Bezugsgröße (kg/h) ist die Darstellung richtig, aber das gewählte Beispiel kann leicht zu der irrthümlichen Auffassung führen, als wäre die Darstellung allgemein gültig. Sie ist tatsächlich nur gültig bei gleichem Gesamtdampfverbrauch einer Anlage mit reinem Kondensations- und einer solchen mit Entnahmebetrieb oder Gegendruckbetrieb und nicht gültig bei gleicher kW-Leistung dieser zwei Anlagen, weil sie im letzten Fall unter allen Umständen verschieden großen Gesamtdampfbedarf haben.

Für einen allgemein gültigen Schluß muß man von folgendem Gedankengang ausgehen:

In einem der Betrachtung zugrunde gelegten örtlichen Bereich wird eine gewisse Strommenge benötigt. Gleichzeitig ist in demselben ein gewisser Wärmeverbrauch vorhanden. Durch die Ausnutzung des Gefälles von verschiedenen hohen Dampfzuständen aus bis auf den für die Fabrikation erforderlichen Dampfdruck können verschieden große Mengen Kilowattstunden im Gegendruckbetrieb erzeugt werden. Jede durch Erhöhung dieses Eintrittsdampfzustandes mehr erzeugte Kilowattstunde Gegendruckenergie wird eine durch Kondensationsenergie zu erzeugende Kilowattstunde ersparen. Um für die verschiedenen Verhältnisse von Gegendruckleistung zur Gesamtleistung die zunehmende Wärmeersparnis durch Drucksteigerung darzustellen, wurde nachstehendes Diagramm gewählt. Als Ordinate sind die anteilige Leistung (Linie a, b) in % und der Wärmeverbrauch (Linie c, d) bzw. die Wärmeersparnis (Linie e) in kcal/kWh und (Linie f) in kcal/kg, als Abszisse der Anteil der Gegendruckleistung bei 20 ata 260° Eintrittszustand und 5 ata Gegendruck in % der Gesamtleistung aufgetragen.

Die als 100% aufgetragene Gesamtleistung ist konstant. Es ergibt sich für das von Schult gewählte Beispiel, daß bei 38,2% auf der Abszisse der Anteil der Kondensationsleistung bei 100 ata gleich Null wird. Die Linie des Anteils der Gegendruckleistung bei diesem Druck (b) ist eine zwischen dem Nullpunkt und der Abszisse 38,2% verlaufende Gerade, die im letzteren Punkt den Wert 100% auf der Ordinate erreicht. Für jeden Punkt der Abszisse läßt sich der Wärmeaufwand in kcal/kWh für 20 ata 260°, 0,04 ata bzw. 5,0 ata und desgl. für 100 ata 500° 0,04 ata bzw. 5,0 ata berechnen. In jedem Fall ergibt sich eine Gerade (c, d). Die Differenz beider ergibt die entsprechende Wärmeersparnis (e). Teilt man diese Wärmeersparnis

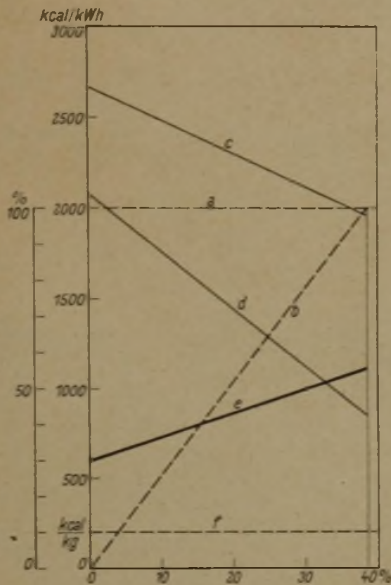


(kcal/kWh) durch den spezifischen Wärmeverbrauch (kg/kWh), so erhält man die Wärmeersparnis je kg Dampf (kcal/kg). Diese Größe (Linie f) ist unabhängig vom Anteil der Gegendruckleistung in Übereinstimmung mit Schult. Die stündliche Wärmeersparnis für eine gegebene kW-Leistung aber wächst mit dem Anteil der Gegendruckkraft, weil entweder, wie das Diagramm zeigt, die Wärmeersparnis je kWh wächst, oder die stündliche Gesamtdampfmenge zunimmt.

Wichtig ist, daß mit der Dampfmenge der Wirkungsgrad der Hochdruckturbinen wächst, so daß bei gleicher kW-Leistung der Gegendruckanteil im Entnahmebetrieb auch noch verhältnismäßig stärker als im reinen Kondensationsbetrieb wächst und damit auch entsprechend die Wärmeersparnis.

Die Ersparnis an Kesselheizfläche ist stets verhältnismäßig gleich dem Gesamtdampfverbrauch und daher für gleiche kW-Leistung bei Entnahme-Kondensationsanlagen größer als bei reinen Kondensationsanlagen.

Es geht aus dieser Darstellung klar hervor, daß, so betrachtet, die Drucksteigerung sich bei einem Vergleich zwischen Gegendruckenergie und Kondensations-



Wärmeersparnis im Entnahmebetrieb durch Steigerung des Frischdampfzustandes in Abhängigkeit vom Anteil der Gegendruckleistung bei gleichbleibender Gesamtleistung

energie für die Gegendruckenergie günstiger auswirkt. In der oben zitierten Zusammenfassung hat Schult Gegendruckanlagen und Vorschaltanlagen zusammengefaßt. Versteht man unter Vorschaltanlagen diejenigen Maschinen, welche ihrer Konstruktion nach zwar Gegendruckmaschinen sind, jedoch als Hochdruckzylinder von Niederdruckturbinen zu gelten haben, so kann die Berechnung der Wärmeersparnis selbstverständlich nur in der Weise wie bei reinen Kondensationsmaschinen erfolgen.

In den Fällen, wo die Vorschaltmaschine an eine gegebene Kondensationsturbine gebunden ist, ist es wichtig, daß, je höher der Druck gewählt wird, desto größer die Vorschaltmaschine und damit der Leistungszuwachs ausfällt.

Diese Gedankengänge kommen heute schon vielfach in den praktischen Ausführungen dadurch zum Ausdruck, daß bei richtiger Projektierung bei Gegendruckmaschinen so hohe Drücke gewählt werden, als aus konstruktiven Gründen der Turbine (Schaufelhöhen) noch zulässig erscheint. Bei Vorschaltanlagen werden meist die gleichen Grundsätze beachtet und daher mit Zwischenüberhitzung gearbeitet. Lediglich bei Kondensationsanlagen mit Einwellenmaschinen sind die Auffassungen geteilt. Während in neuerer Zeit auch hier besonders mit Rücksicht auf die einleitend aufgeführten Gründe die Zwischenüberhitzung angewendet wird, stehen viele noch auf dem Standpunkt, daß aus betrieblichen Gründen die Zwischenüberhitzung nicht angewendet werden soll und hieraus folgend mit Eintrittsdrücken von 50 bis 80 at je nach den vorliegenden Verhältnissen zu arbeiten ist.

Durch die Art der Darstellung und die Allgemeingültigkeit, welche Schult dem von ihm aufgestellten Grundsatz gibt, könnte derselbe so aufgefaßt werden, daß diejenigen, welche bei reinen Kondensationsanlagen die niederen Drücke befürworten, recht haben, wenn sie auch Gegendruckanlagen in derselben Weise behandeln. Diese Auffassung würde aber zu einer zu ungünstigen Ausnutzung unserer Brennstoffe führen.

## Erwiderung

auf die Zuschriften der Herren Gleichmann und Schulze zu meinem Vortrag „Erfolg der Drucksteigerung bei Kondensations- und Gegendruckanlagen“

Es nimmt nicht wunder, daß eine Feststellung, die einer bisher allgemein vertretenen Ansicht entgegensteht, nicht ohne weiteres von allen Fachgenossen anerkannt oder verstanden wird. Immerhin zeigt der mir nunmehr schriftlich vorliegende Aussprachebeitrag des Herrn Gleichmann erhebliche Fortschritte in dieser Richtung gegenüber seinen mündlichen Ausführungen auf der Tagung selbst. Die Erwiderung macht den verheißungsvollen Ansatz, von der Kohle auszugehen und die Kohlenersparnis als den Wertmesser des Erfolges der Drucksteigerung hervorzuheben. Dem stimme ich selbstverständlich bei. Herr Gleichmann gibt schließlich weiterhin zu, daß der Erfolg der Drucksteigerung für Kondensations- und Gegendruckanlagen dann der gleiche ist, wenn man die Betrachtung auf gleiche Dampfmenge abstellt, während sich aber, bezogen auf gleiche elektrische Leistung, unterschiedliche Ersparnisse ergeben sollen. Seine Rechnungen beschränken sich dabei auf die Ermittlung einer Zahl, die angeblich die Wärmeersparnis je erzeugte elektrische Arbeitseinheit darstellt. Hier wird wieder der elementare Fehler

gemacht, diese Ersparnisgröße mit einem hierfür völlig falschen Ausgangswert zu vergleichen und bei der Gegendruckanlage nicht auf den für Strom- und Heizdampfabgabe erforderlichen Gesamtwärmeaufwand, nämlich auf die Kohle zu beziehen. Dabei handelt es sich nicht einmal um einen Rechenfehler, sondern um einen Denkfehler, der zu der von Herrn Gleichmann gebrachten abwegigen Darstellung und der daraus gezogenen falschen Schlußfolgerung führt.

Bleibt man nicht bei der Ermittlung des Wärmeverbrauchs der Turbinen für die elektrische Arbeit stehen, sondern stellt die wirkliche Ersparnis an Kohle für die Gesamtanlage fest, auf die es ja auch Herrn Gleichmann allein ankommt, so ergibt sich zwangsläufig und als einzig richtige Rechnung die in Zahlentafel 1 dargestellte. Die Ermittlung baut sich auf den von Herrn Gleichmann für sein Beispiel benutzten Werten auf. Die Form der Rechnung ist allgemeingültig. Um jeden Zweifel auszuschalten, wurde sie in Zahlentafel 2 auf „gleiche gegebene elektrische Leistung“ und „verschiedenen Gesamtdampfverbrauch“ umgestellt.

Das Ergebnis zeigt, daß die Kohlenersparnis durch Drucksteigerung bei Kondensations- und Gegendruckanlagen vollständig gleich ist. Zu der größeren Absolutersparnis bei Drucksteigerung der Gegendruckanlage gehört eben eine genau entsprechend größere Dampfmenge bzw. Kohlenmenge, auf die sich die Drucksteigerung bezieht.



**Zahlentafel 1: Kohleersparnis bei Kondensations- und Gegendruckanlagen durch Drucksteigerung von 20 ata auf 100 ata**

	Frischdampfzustand	20 ata 260°	100 ata 500°	Kohleersparnis durch Drucksteigerung
Kondensationsanlage	Wärmeinhalt des Frischdampfes .. kcal/kg	700	806	
	Adiabatisches Gefälle auf 0,04 ata .. kcal/kg	226	332	
	Dampfverbrauch der verlustlosen Maschine .. kg/kWh	3,80	2,59	
	Brennstoffaufwand in der verlustlosen Kesselanlage (Einspeisung 0°, Kohleheizwert 7000 kcal/kg) .. kg/kWh	0,380	0,298	0,082 kg/kWh = <u>21,6 v. H.</u>
Gegendruckanlage	Wärmeinhalt des Frischdampfes .. kcal/kg	700	806	
	Adiabatisches Gefälle auf 0,04 ata .. kcal/kg	226	—	
	Adiabatisches Gefälle auf 5 ata ... kcal/kg	67	173	
	Leistungsverhältnis: Kondensationsleistung	0,612	0	
	Gegendruckleistung	0,388	1,0	
	Dampfverbrauch der verlustlosen Maschine a) für die Kondensationsleistung .. kg/kWh	3,80	—	
	b) für die Gegendruckleistung ... kg/kWh	12,84	4,97	
	Gesamtbrennstoffaufwand in der verlustlosen Kesselanlage für Strom- und Heißdampf abgabe bezogen auf die anfallende elektrische Arbeit .. (Einspeisung 0°, Kohleheizwert 7000 kcal/kg) .. kg/kWh	0,730	0,572	0,158 kg/kWh = <u>21,6 v. H.</u>

**Zahlentafel 2: Wärmeersparnis bei Kondensations- und Gegendruckanlagen durch Drucksteigerung von 20 ata auf 100 ata (gleiche elektrische Leistung bei Kondensations- und Gegendruckanlagen, verschiedener Gesamtdampfverbrauch)**

	Frischdampfzustand	20 ata 260°	100 ata 500°	Wärmeersparnis durch Drucksteigerung
Kondensationsanlage	gegebene Leistung .. kW	10	10	
	stündl. Gesamtdampfverbrauch der verlustlosen Maschine .. kg/h	38,0	25,9	
	stündl. Gesamtwärmeaufwand für die verlustlose Maschine (Kondensattemperatur 0°) .. kcal/h	26600	20875	
	stündl. Gesamtwärmeersparnis bei 100 ata gegenüber 20 ata .. kcal/h		5725	= <u>21,6 v. H.</u>
Gegendruckanlage	gegebene Leistung .. kW	10	10	
	Leistungsverhältnis: Kondensationsleistung	0,612	0	
	Gegendruckleistung	0,388	1	
	stündl. Gesamtdampfverbrauch der verlustlosen Anlage .. kg/h	73,07	49,7	
	stündl. Gesamtwärmeaufwand der verlustlosen Anlage für Strom- und Heißdampf abgabe .. kcal/h	51152	40058	
stündl. Gesamtwärmeersparnis bei 100 ata gegenüber 20 ata .. kcal/h		11094	= <u>21,6 v. H.</u>	

Es ist also auch hiermit festgestellt:

Die durch Drucksteigerungen möglichen Ersparnisse sind in beiden Fällen vollkommen gleich und völlig unabhängig davon, ob es sich um Kondensations- oder Gegendruckanlagen, gleiche oder verschiedene Dampf- oder Strommengen handelt. Dieses Erkenntnis hat selbstverständlich nichts damit zu tun, daß die Eigenschaften der verschiedenen Turbinenbauarten die zweckmäßige Lösung in dem einen oder anderen Falle so oder so beeinflussen können.

Der Schlußsatz des Herrn Gleichmann enthält eine willkürliche Behauptung, für die meine Ausführungen keinerlei Anhaltspunkte geben.

Zu der in Heft 2 der Technischen Mitteilungen vom 16. 1. 1939 veröffentlichten Erwiderung von Herrn Reinhard Schulze ist zu bemerken, daß diese an dem Kernpunkt der Sache vorbeigeht. Wissenschaftliche Erkenntnisse und wärmewirtschaftliche Rechnungen lassen sich nun einmal nicht durch verschiedenartige Auffassungen ersetzen. Hier ist nur eine einzige richtige Lösung möglich. Es ist abwegig, die „zusätzlich gewonnenen 500 kW nach dem Grundstock von 600 kW“ oder 2500 kW bewerten zu wollen. Subjektiv mögen 10 RM. für den armen Mann mehr bedeuten als für den reichen. Der objektive Vergleichswert des Geldes ändert sich jedoch dadurch nicht. Die im Einzelfall gegebenen Verhältnisse können selbstverständlich auch zu einer verschiedenen Bewertung der Erfolge der Drucksteigerung führen. Das wärmewirtschaftliche Ergebnis als solches wird hierdurch aber nicht beeinflusst. H. Schult.





# Stromrichter-gesteuerte Regelantriebe für Walzwerke



6 gittergesteuerte Stromrichter, je 3000 A, 800 V, zur Einzelspeisung und -steuerung von 6 Gleichstrom-Walzmotoren je 2200 kW, 360 bis 720 U/min, 100% überlastbar, zum Antrieb einer kontinuierlichen Breitband-Fertigstraße

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG · BERLIN-SIEMENSSTADT

3655





# Erhöhte Benzolausbeute

beim

## Koppers Kreisstromofen

in Verbindung mit der

## Differentialbeheizung

Merkmale:

Gleichmäßige Abgarung durch die Kreisstrombeheizung, daher keine örtliche Überhitzung

Regelbare Temperatur des Gassammelraumes durch die Differentialbeheizung, daher höchstes Benzolausbringen bei jeder Garungszeit

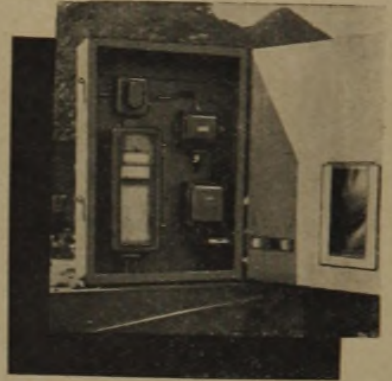
Heinrich **Koppers** GmbH Essen



# Askania-Geräte für den Bergbau

## Askania-Windschutzanlagen

an Abraumförderbrücken, Verladebrücken und ähnlichen technischen Bauwerken mit optischen und akustischen Warneinrichtungen. Eingehende Beschreibung gibt unsere Druckschrift Sphäro 41 111



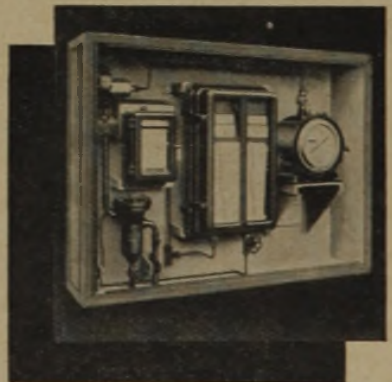
## Askania-Meß- und Regelanlagen

Gasdruckregler, Belastungs- und Verbrennungsregler, Absaugungs- und Kaminzugregler, ferner Meßinstrumente für Druck-, Zug-, Differenzdruck-, Temperatur und Mengemessung zur planmäßigen Überwachung des gesamten Betriebes. Verlangen Sie unsere Reglerdruckschriften



## Askania-Preßluftmesser

zur planmäßigen Luftverteilung und Überwachung des Preßluftverbrauches anzeigend — schreibend — zählend — ortsfest und tragbar. Verlangen Sie Druckschrift S 41 130



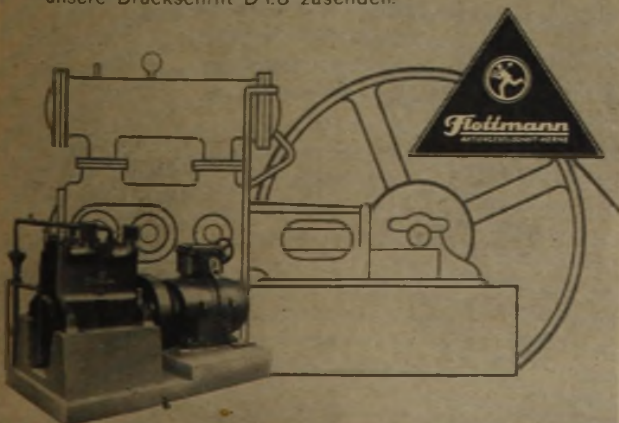
**ASKANIA-WERKE A.G.**

BERLIN-FRIEDENAU

## In einer Ecke des Maschinensaals hat noch ein Blockkompressor Platz

Die gedrängte Bauart des Blockkompressors — infolge der direkten Kupplung mit dem Motor (Elektro- oder Verbrennungsmotor) — hilft Ihnen Platz sparen! Im kleinsten Raum, auf kleinster Fläche — ja selbst in einer Ecke des vollbesetzten Maschinensaals — wird er sich wirtschaftlich bewähren. Auch dort, wo langsamlaufende Kompressoren arbeiten und wachsende Anforderungen Betriebserweiterungen nötig machen, ist der schnelllaufende Blockkompressor die ideale Ergänzung. Beide Anlagen arbeiten dann gemeinsam auf das Netz und bieten den Vorteil der Anpassung an wechselnde Betriebsverhältnisse.

Flottmann-Blockkompressoren haben noch dazu den Vorzug, daß sie von Flottmann gebaut sind. Das bedeutet ein Höchstmaß von Sicherheit im Dauerbetrieb und stete Betriebsbereitschaft. Lassen Sie sich ganz unverbindlich unsere Druckschrift D 1.3 zusenden.



FLOTTMANN AKTIENGESELLSCHAFT • HERNE



**SEILE**  
AUS DRAHT UND HANF

FÜR INDUSTRIE  
SCHIFFFAHRT UND  
LANDWIRTSCHAFT.

Seit 1848

LIEFERN WIR ALS SONDERHEIT:  
FÖRDERSEILE, AUFZUGS- U. KRAN-  
SEILE, SCHIFFSTAUWERK, FLASCHEN-  
ZUGSEILE, TRANSMISSIONSSEILE

SEILWERKE  
**HEINR. PUTH**  
KOM.-GES. BLANKENSTEIN-RUHR

H P B

Zu jeder Tageszeit

sofortige Anpassung an die Außentemperatur ohne Zeitverlust — das ist einer der Vorteile der Heizung durch

Gasgefeuerte  
Kessel  
Bauart  
Bamag

Verlangen Sie bitte  
unsere Druckschriften  
K 155b und K 168

**BAMAG**

BAMAG-MEGUIN AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN NW 87

## Steinkohle · Zechenkoks · Steinkohlenbriketts aus den Bergbaubezirken Ruhr · Aachen · Saar

werden wegen ihres überlegenen Heizwertes, ihrer mannigfaltigen Brenneigenschaften und ihrer verschiedenen Stückelung in allen industriellen, gewerblichen und häuslichen Feuerungen mit besten wirtschaftlichen und technischen Erfolgen verfeuert



**RHEINISCH-WESTFÄLISCHES KOHLEN-SYNDIKAT  
ESSEN**