

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 6

9. Februar 1924

60. Jahrg.

### Die Phosphorsäureanreicherung in Phosphatlagerstätten.

Von Dr. K. Hummel, Privatdozenten für Geologie an der Universität Gießen.

Die Phosphorsäure ist ein regelmäßiger Bestandteil fast aller Gesteine und Böden, der Gehalt der meisten Gesteine daran ist jedoch gering, nur in seltenen Fällen enthält ein Gestein mehr als 1%  $P_2O_5$ . Der durchschnittliche Gehalt der kristallinen Gesteine beträgt nach Clarke 0,29%, die Mehrzahl der Sedimentgesteine ist dagegen im allgemeinen etwas ärmer, da die Phosphorsäure durch Verwitterung und Sedimentbildung an bestimmten Stellen konzentriert wird und daher dort, wo keine Anreicherung stattgefunden hat, in entsprechend geringerer Menge vorhanden ist<sup>2</sup>. Nutzbare Phosphatlagerstätten können nur durch bestimmte Anreicherungsvorgänge entstehen. Nachstehend sollen die verschiedenen Möglichkeiten der Phosphorsäureanreicherung näher gekennzeichnet werden.

#### Arten der Phosphorsäureanreicherung.

Bei den verschiedenen Phosphatlagerstätten kann man fünf Arten der Phosphorsäureanreicherung unterscheiden, nämlich: 1. durch magmatische Vorgänge, 2. durch Verwitterung, 3. im Meere, 4. in den Hartteilen von Organismen und 5. auf mechanischem Wege. Die meisten dieser Vorgänge lassen sich wieder in mehrere Untergruppen zerlegen, wie im folgenden näher ausgeführt wird, jedoch sei hier gleich bemerkt, daß die einzelnen Gruppen nicht immer ganz scharf voneinander getrennt werden können. So hat namentlich die Gruppe 3 (Anreicherung im Meere) nahe Beziehungen zur Gruppe 4 (Anreicherung in den Hartteilen von Organismen). Ferner ist zu beachten, daß zahlreiche Phosphatlagerstätten nicht auf einen einzelnen derartigen Vorgang zurückzuführen sind, sondern daß gerade die reichsten Lagerstätten darauf beruhen, daß die Phosphorsäure hintereinander durch mehrere verschiedenartige Vorgänge angereichert worden ist. Unter günstigen Umständen können auch durch einen der unter 1–4 genannten Vorgänge allein nutzbare Phosphatlagerstätten entstehen, wofür im folgenden Beispiele angeführt werden. Nur die mechanische Anreicherung kann allein so gut wie niemals eine nutzbare Phosphatlagerstätte bilden; so können nutzbare Phosphatseifen mit ganz seltenen Ausnahmen nur dann entstehen, wenn eine andere Art der Anreicherung vorhergegangen ist.

#### Die Anreicherung der Phosphorsäure durch magmatische Vorgänge.

Die magmatischen Phosphorsäureanreicherungen lassen sich in folgende drei Gruppen einteilen: 1. die Apatit-Eisenerzlagerstätten, 2. die Apatit-Pegmatitgänge und andere phosphatreiche Pegmatite, 3. die Osteolith- und Phosphoritgänge (genetische Stellung zweifelhaft).

Man könnte diese drei Gruppen auch als liquidmagmatische, pneumatolytische und hydrothermale Phosphatlagerstätten bezeichnen, indes sind sie bezüglich ihrer Entstehungsweise nicht scharf voneinander zu trennen und die Einzelheiten ihrer Entstehung noch nicht in allen Fällen vollständig geklärt. Die Einteilung trifft daher mehr für die äußere Form der Lagerstätten als für die Art der Entstehung zu.

Die Apatit-Eisenerzlagerstätten werden in erster Linie von dem nordschwedischen Vorkommen von Kiruna, Gellivare usw. vertreten. Diese Erze sind Differentiationsprodukte mittelsaurer Eruptivgesteine. Niggli<sup>1</sup> rechnet diese Lagerstätten unter Vorbehalt zu den intramagmatischen von liquidmagmatischer Entstehung, betont jedoch, daß man hier auch von perimagmatischen Lagerstätten sprechen könne und daß die Schmelzen sehr wasserhaltig gewesen sein müßten; es bestehen also auch Beziehungen zu den pneumatolytischen Lagerstätten. Dies gilt namentlich für den Apatit, der als Ausscheidung meist jünger als der Magnetit ist und auch in der Form selbständiger Apatitgänge innerhalb des Magnetitertes vorkommt<sup>2</sup>. Der Phosphorsäuregehalt dieser Erze ist zwar zahlenmäßig nicht besonders hoch, da er nur selten über 10%  $P_2O_5$  hinausgeht und oft erheblich geringer ist, im Vergleich zum Phosphorsäuregehalt gewöhnlicher Eruptivgesteine liegt jedoch eine sehr beträchtliche Anreicherung vor, die, da es sich um hochwertige Eisenerze handelt, mit Hilfe des Thomasverfahrens auch praktisch ausgenutzt werden kann. Nah verwandt mit den Apatit-Eisenerzen sind vermutlich auch die bisher noch wenig bekannten, überwiegend aus Ilmenit und Apatit bestehenden Ganggesteine, die Watson und Taber als Nelsonite von Nelson County in Virginia beschrieben haben<sup>3</sup>.

Zur zweiten Gruppe der magmatischen Phosphatlagerstätten gehören die norwegischen und kanadischen Apatit-

<sup>1</sup> Clarke: The data of geochemistry, U. S. Geol. Surv. 1916, Bull. 616, S. 27.

<sup>2</sup> Mit der Verteilung der Phosphorsäure hat sich neuerdings V. M. Goldschmidt beschäftigt (Die Naturwissenschaften 1921, Bd. 9, S. 887; Z. Elektrochem. 1922, Bd. 28, S. 411); er kommt zu dem Ergebnis, daß die Frage des Verbleibs der Phosphorsäure, die durch Verwitterung von Eruptivgesteinen freil wird, noch nicht völlig gelöst sei, und vermutet die Anreicherung von Phosphorsäure an bisher unbekanntem Stellen, vielleicht im Tiefenwasser der Ozeane. Zur Klärung dieser Frage plant Goldschmidt in Gemeinschaft mit dem Verfasser weitere Untersuchungen.

<sup>1</sup> Lehrbuch der Mineralogie, 1920, S. 503.

<sup>2</sup> vgl. G. Berg: Die Rolle des Phosphors im Mineralreich, Arch. Lagerstättenforsch. 1922, H. 28, S. 20/21.

<sup>3</sup> Bull. Geol. Soc. Amer. 1910/11, Bd. 21, S. 787, Bericht darüber s. Neues Jahrb. f. Min. usw. 1913, Bd. 1, S. 451; vgl. a. Washington: Chemical analyses of igneous rocks, U. S. Geol. Surv. 1917, Prof. Paper 99, S. 733, 745 und 933.

**Pegmatitgänge.** Diese intramagmatischen bis perimagmatischen Ausscheidungen der leichtflüchtigen Bestandteile von Eruptivgesteinen der Gabbrofamilie setzen teils in den Gabbrogesteinen selbst (Norwegen), teils in den kristallinen Schiefen in der Nähe eines Gabbromassivs auf. Die Mineralzusammenstellung der Gänge ist sehr verschiedenartig; eingehende Angaben über den Mineralbestand verschiedener phosphatreicher Pegmatite macht Berg. In Kanada wird der Apatit nicht selten von Kalzit begleitet. Der Phosphorsäuregehalt derartiger Gänge kann beträchtlich sein, so daß ihr Abbau namentlich vor der Entdeckung der großen sedimentären Phosphatlagerstätten lohnend war.

Eine etwas abweichende Art von phosphorsäurereichen Pegmatitgängen stellen die hauptsächlich Mangan-Eisenphosphate enthaltenden Triplit- und Triphylin-Pegmatitgänge dar, die in Deutschland aus dem Bayerischen Wald bei Zwiessel bekannt sind. Neuerdings hat Reuning ähnliche Phosphatpegmatite aus Südwestafrika beschrieben<sup>1</sup>. Zu den pneumatolytischen Lagerstätten intramagmatischer Entstehung dürften ferner die apatitreichen Jumillit-Gesteine vom Cabo de Gata in Spanien zu rechnen sein, wo der Apatit als sekundäre Imprägnation eines eigenartigen lamprophyrischen Ergußgesteins, des Jumillits, auftritt<sup>2</sup>. Wegen seines Phosphatgehaltes von durchschnittlich 15%, wozu noch 10% Kali kommen, wird er als Düngemittel zu örtlicher Verwendung abgebaut. Schließlich sind hier noch die ebenfalls einen eigenartigen Sondertypus darstellenden Amblygonit-Zinnerzgänge von Caceres in Spanien<sup>3</sup> zu nennen.

Die dritte, allerdings nicht allgemein als solche anerkannte Gruppe der magmatischen Phosphatlagerstätten bilden die namentlich in basaltischen Eruptivgesteinen auftretenden Osteolithgänge. Zahlreiche Basaltstöcke Hessens und der Rhön sind von Osteolith in Adern und kleinen Gängen durchzogen. In Spanien, namentlich in der Provinz Estremadura, findet man ähnliche Phosphorit- und Apatitgänge auch in sedimentären Gesteinen<sup>4</sup>. Die Entstehungsweise dieser Phosphatansammlungen ist nicht ganz klar. Möglicherweise handelt es sich um dieselben leichtflüchtigen Magmabestandteile, die sich in der Nähe der Gabbromassive in Form der oben geschilderten Apatit-Pegmatite niedergeschlagen und hier im Anschluß an Ergußgesteine der Gabbrofamilie zur Entstehung hydrothermaler Gangausfüllungen geführt haben. Dabei sei erwähnt, daß diese Gänge in Spanien nicht im Gefolge von Gabbrogesteinen, sondern von Graniten aufzutreten scheinen. Berg bezweifelt jedoch, daß es sich um echt hydrothermale Bildungen handelt, da alle Thermalwasser mit wenigen Ausnahmen sehr arm an Phosphorsäure sind und die phosphorreichen Magmaemanationen nach seiner Ansicht nicht bis in die verhältnismäßig kühle hydrothermale Zone vordringen können. Er betrachtet daher die Osteolithgänge in den Basalten als Ausscheidungen aus Verwitterungslösungen oder als Erzeugnisse der hydrothermalen Zersetzung der Basalte. Welche der angeführten Auffassungen die richtige ist, läßt sich nicht

ohne weiteres entscheiden. Die Annahme, daß es sich um reine Verwitterungsbildungen handelt, erscheint jedoch nicht haltbar, da die Osteolithgänge in Basaltstöcken, also in der Nähe der Durchbruchpunkte, recht häufig sind, dagegen in den Basaltströmen des Vogelsberges nur selten beobachtet werden. Wahrscheinlich liegen also hydrothermale Bildungen primärer oder sekundärer Art vor. Als erwiesen kann gelten, daß sich derartige Phosphatlagerstätten bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen verfestigt haben, denn im Gegensatz zu den zuerst besprochenen magmatischen Gebilden ist die Phosphorsäure in diesen Osteolithgängen als kryptokristallines, ursprünglich wohl amorphes Kalkphosphat enthalten, also in derselben Form, in der sie auch in den später zu behandelnden sedimentären Gesteinen vorkommt. Die Osteolithgänge in den hessischen Basalten sind wirtschaftlich ohne Bedeutung, die spanischen Phosphoritgänge wiesen dagegen in frühern Jahren eine recht beträchtliche Ausbeute auf und werden z. T. noch jetzt abgebaut.

#### Die Anreicherung der Phosphorsäure durch Verwitterung.

Hier läßt sich die Anreicherung des Kalziumphosphats als Verwitterungsrückstand sowie auf dem Wege der Zementation unterscheiden.

Die Anreicherung als Verwitterungsrückstand beruht darauf, daß die verschiedenen Abarten des phosphorsauern Kalkes in Wasser sehr viel (etwa 4–393 mal) schwerer löslich sind als das meist mit dem phosphorsauern Kalk zusammen vorkommende Kalziumkarbonat<sup>1</sup>. Infolgedessen wird, besonders in feuchten Klimagebieten, in der Verwitterungszone zunächst der kohlen-saure Kalk ausgelaugt, wodurch eine verhältnismäßige Anreicherung der Phosphorsäure eintritt und eine arme Phosphatlagerstätte unter Umständen bauwürdig werden kann. So stellen nach Rogers<sup>2</sup> die Phosphatlagerstätten von Südkarolina z. T. derartige Verwitterungsrückstände dar, wobei verschiedenartige Anreicherungsvorgänge mitgewirkt haben. Im allgemeinen führt jedoch die Anreicherung der Phosphorsäure als Verwitterungsrückstand allein noch nicht zur Bildung nutzbarer Lagerstätten, sondern es muß eine andere Art der Anreicherung vorhergegangen sein.

Wesentlich größere Bedeutung für die Entstehung bauwürdiger Vorkommen besitzt die Zementation, d. h. die Auflösung des Phosphats in der Verwitterungszone und die Wiederausfällung in einer tiefern Zone. Dieser Vorgang beruht darauf, daß der phosphorsaurer Kalk, wenn er auch schwerer löslich ist als das Kalkkarbonat, doch bei der Verwitterung in feuchtem Klima nicht ungelöst bleibt. Begünstigt oder überhaupt erst ermöglicht wird seine Auflösung durch das Vorhandensein von Kohlensäure oder, wie Reese<sup>3</sup> gezeigt hat, durch die Einwirkung humussaurer Lösungen. Fraglich ist hierbei, ob die Auflösung mehr auf dem Einfluß der Humusstoffe oder der in humusreichen Wassern meist enthaltenen freien Kohlensäure beruht, sowie die Art der Lösung, ob molekular oder kolloidal. Erwiesen ist jedoch, daß Kalk-

<sup>1</sup> E. Reuning: Pegmatite und Pegmatitminerale in Südwestafrika, Z. f. Kristallogr. 1923, Bd. 58, S. 459.

<sup>2</sup> vgl. Stutzer: Lagerstätten der Nichterze, 1911, Bd. 1, S. 288.

<sup>3</sup> vgl. Dörpinghaus, Arch. Lagerstättenforsch. 1914, H. 16.

<sup>4</sup> vgl. Stutzer, a. a. O. S. 326; Berg, a. a. O. S. 28.

<sup>1</sup> vgl. Stutzer, a. a. O. S. 442.

<sup>2</sup> G. S. Rogers: The phosphate deposits of South-Carolina, U. S. Geol. Surv. 1914, Bull. 580 1.

<sup>3</sup> Reese: On the influence of swamp water in the formation of the phosphate nodules of South-Carolina, Amer. Journ. of Sc. 1892, S. 402.

phosphate ebenso wie die Eisen- und Manganverbindungen bei der Humusverwitterung in irgendeiner Weise in Lösung gehen. Auf dieser Einwirkung der humosen Bodenlösungen beruht es auch, daß saure Wiesen, z. B. in der Bretagne, erfolgreich mit gemahlenem Rohphosphat gedüngt werden können, während man bei gewöhnlichen Ackerböden die Phosphate vorher durch Schwefelsäure aufschließen muß.

Aus den auf diese Weise entstandenen Lösungen wird, wie schon Reese nachgewiesen hat, das Kalkphosphat beim Zusammentreffen mit kohlenauerm Kalk wieder ausgeschieden; es kommt also eine regelrechte Zementationsanreicherung des Phosphorit auf Kalken, vorwiegend zunächst in Gelform, zustande, wie sie von Eisenmanganerzen bekannt ist. So können nicht nur vorhandene, auf andere Art entstandene Phosphatlagerstätten angereichert werden — ein sehr häufiger, noch näher zu erörternder Vorgang —, sondern auch primäre Phosphatlagerstätten durch Auslaugung irgendwelcher Gesteine mit gewöhnlichem Phosphorsäuregehalt gebildet werden. Das beste Beispiel für diese nicht besonders häufige Entstehungsweise sind die Lahnphosphorite, bei denen aber teilweise auch eine andere Art der Anreicherung vorausgegangen ist.

Schon länger werden die Lahnphosphate auf die Auslaugung verhältnismäßig phosphorsäurereicher Schalsteine (Diabastuffe) zurückgeführt; daneben waren verschiedene Forscher aber auch der Ansicht, daß Absätze von Thermalquellen (Ahlburg) oder organogene Bildungen, Rückstände von Guanolagern, vorliegen. Die ganzen Verbandsverhältnisse, vor allem das Zusammenkommen mit den Eisenmanganerzen sprechen entschieden dafür, daß die Lahnphosphorite, ebenso wie die Eisenmanganerze dieses Gebietes, Ausscheidungen tertiärer Verwitterungslösungen sind<sup>1</sup>. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß die gesamte Phosphorsäure eines Phosphatlagere unmittelbar aus dem nächstliegenden verwitterten Schalstein stammt, sondern es handelt sich um Verwitterungslösungen, die im Grundwasser auf größere Entfernungen gewandert sind und erst beim Auftreffen auf Kalksteine den in großer Verdünnung mitgeführten Phosphatgehalt zur Ausscheidung gebracht haben. Daraus erklärt es sich, daß einerseits manche Phosphatlagerstätten größer sind, als man auf Grund des benachbarten verwitterten Schalsteins annehmen sollte, und andererseits Schalsteine in der Nähe von Kalken auch ohne das Vorhandensein von Phosphatlagerstätten vorkommen.

Es ist überhaupt fraglich, ob der Phosphorsäuregehalt der Verwitterungslösungen ausschließlich aus den Schalsteinen stammt. Die von Stein<sup>2</sup> angegebenen Zahlen für den Phosphorsäuregehalt von Schalsteinen in der Nähe von Phosphatlagerstätten (1–6%  $P_2O_5$ ) sind ungewöhnlich hoch; im allgemeinen haben Gabbrogesteine weniger als 1% Phosphorsäure. Wahrscheinlich ist also die Phosphorsäure in den von Stein untersuchten Schalsteinen schon sekundär angereichert gewesen, und zwar durch denselben Vorgang, dem die Phosphate ihre Entstehung im Kalk verdankt haben<sup>3</sup>. Die Schalsteine sind im allgemeinen ziemlich reich an kohlenauerm Kalk und müssen daher

auf die Verwitterungslösungen in ähnlicher Weise wie die Massenkalk einwirken. Die Verwitterungslösungen brauchen auch gar nicht aus besonders phosphorsäurereichen Gesteinen zu stammen. Der gewöhnliche Phosphatgehalt der meisten Eruptivgesteine und vieler Sedimente genügt vollständig, wenn die Verwitterung eines feuchten Klimas genügend lang einwirken kann und zur Aufnahme der in den Verwitterungslösungen vorhandenen Stoffe — Phosphorsäure, Eisen und Mangan — geeignete Kalkmassen vorhanden sind. Sucht man jedoch nach besonders phosphorsäurereichen Gesteinen, so kommt hier auch der Phosphorsäuregehalt der Kulmkieselschiefer und ähnlicher Gesteine in andern paläozoischen Formationen der Lahngegend in Frage. Im Kieselschiefer des Dünsberges bei Gießen findet sich Wavellit, der zwar vermutlich durch sekundäre Zusammenballung entstanden ist, aber immerhin auf den Phosphorsäurereichtum mancher Kieselschiefer hinweist<sup>1</sup>. Der Kulmkieselschiefer von Königsberg bei Gießen enthält Phosphoritknollen mariner Entstehung. Da die Kulmkieselschiefer während der tertiären Verwitterungszeit weitgehend der Verwitterung anheimgefallen sind, wie die Häufigkeit der gebleichten Kieselschieferbruchstücke in den hellen Tertiärkiesen beweist, muß dabei auch eine beträchtliche Menge von Phosphorsäure gelöst worden sein, die sich z. T. in den Phosphatlagerstätten angesammelt findet.

Wenn man den Ursprung der Phosphatlagerstätten ebenso wie der Eisenmanganerze des Lahngbietes auf tertiäre Verwitterungslösungen zurückführt, bleibt freilich der Umstand noch ungeklärt, daß die Phosphorsäure und die Erze nicht in inniger Mischung, sondern in getrennten Lagerstätten abgeschieden worden sind. Dabei muß man sich jedoch vergegenwärtigen, daß derartige Verwitterungslösungen sehr stark verdünnt sind und daß geringfügige Unterschiede in der Zusammensetzung der Lösungsgenossen oder in der Beschaffenheit des auszufällenden Kalkes mithin großen Einfluß auf die Reihenfolge und Schnelligkeit der Ausscheidung ausüben können. Zudem ist die Trennung der Phosphate und der Eisenmanganerze nicht immer so scharf, wie man auf Grund der Darstellung in den geologischen Spezialkarten oder Profilen vermuten könnte. Die Eisenmanganerze sind meist ziemlich reich an Phosphorsäure, wobei nur an das Auftreten der verschiedensten Eisenphosphate (Kakoxen, Strengit, Eleonorit usw.) in den Erzen der Grube Eleonore bei Bieber erinnert sei. Ferner finden sich in den Eisenmanganerzlagerestätten häufig kleinere Anhäufungen von Kalkphosphat; so konnte ich z. B. kürzlich in einem Tagebau der Lindener Mark das Vorkommen einer Anzahl von unregelmäßig geformten, hellen Phosphoriten feststellen, die in einem steil stehenden kleinen Gang hintereinander gereiht waren. Umgekehrt sind auch die Phosphorite des Lahngbietes, zum größten Nachteil für ihre wirtschaftliche Verwendung, stets mehr oder weniger eisenhaltig<sup>2</sup>. Tatsächlich besteht also zwischen Phosphoriten und Eisenerzen keine scharfe Trennung, sondern die beiden Lagerstättenarten gehen fast unmerklich ineinander über, wodurch ihre gleichartige Entstehung bewiesen wird.

Nicht nur im Lahngbiet, sondern auch allgemein kann man beobachten, daß die aus Verwitterungslösungen feuch-

<sup>1</sup> In eigener dem Abschluß dieses Aufsatzes erschienenen Arbeit hat W. Kegel (Jahrb. Geol. Landesanst. 1922, Bd. 43, S. 197) die Phosphoritlagerstätten in Nassau eingehend behandelt; er kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, daß es sich um Verwitterungslagerstätten der oben geschilderten Art handelt.

<sup>2</sup> vgl. Stützer, a. a. O. S. 305.

<sup>3</sup> Dieselbe Ansicht vertritt auch Berg, a. a. O. S. 36.

<sup>1</sup> vgl. Berg, a. a. O. S. 10.

<sup>2</sup> Bemerkenswerte mikroskopische Beobachtungen über die Verwachsungen von Eisenerz und Phosphorit beschreibt Berg, a. a. O. S. 36 ff.

ter Klimagebiete ausgeschiedenen Eisenerze meist verhältnismäßig reich an Phosphorsäure sind. Hier seien nur die Raseneisensteine sowie manche Kohleneisensteine Westfalens erwähnt, die in echte Phosphorite mit Phosphorsäuregehalten bis zu 30 % übergehen können<sup>1</sup>.

Auch für die Phosphatlagerstätten von Amberg kann man vielleicht dieselbe Entstehungsweise wie für die Lahnphosphorite annehmen. Klüpfel<sup>2</sup> hält sie freilich für hydrothermale Bildungen, und ich möchte mangels persönlicher Kenntnis der Lagerstätten seiner Darstellung nicht unbedingt widersprechen. Jedoch läßt sich Klüpfels Schilderung ohne weiteres mit der Auffassung der Amberger Phosphorite als Absätze von Verwitterungslösungen vereinigen. Er meint, daß die Phosphatknollen des Ornatentons als Phosphorlieferer nicht in Frage kommen könnten, da sie am Erzberg nicht in ausreichender Menge auftreten. Dabei ist jedoch zu beachten, daß sich der Ornatenton zur Zeit der Bildung der Lagerstätte in der NO-Richtung vermutlich viel weiter als jetzt ausgedehnt hat; die der Schichtneigung entsprechend über die Ornatentonplatte nach Südwesten abfließenden Verwitterungslösungen konnten also den Phosphatgehalt einer großen Fläche auslaugen und beim Auftreffen auf den Kalk auf engem Raume wieder absetzen. Auch ältere Jurahorizonte, die früher im Nordosten der Lagerstätte zutage ausstrichen, sind reich an Phosphoriten und können daher phosphorsäurereiche Verwitterungslösungen geliefert haben.

Wenn es dahingestellt bleiben möge, ob die Eisenerze von Amberg aus Verwitterungslösungen ausgefällt sind, so habe ich doch von den benachbarten, wenn auch nicht unbedingt gleichartigen Lagerstätten der Umgebung von Hollfeld auf Grund einer Besichtigung durchaus den Eindruck gewonnen, daß es sich im wesentlichen um dieselbe Lagerstättenart handelt wie bei den Eisenmanganerzen im Lahngebiet. Auch Berg<sup>3</sup> spricht sich für die descendente Entstehung der Amberger Eisenerze aus und führt als Beweis dafür ihren beträchtlichen Phosphatgehalt im Gegensatz zu den meist sehr phosphorsäurearmen thermalhydatogenen Eisenerzgingen an.

Die Anreicherung der Phosphorsäure durch Zementation erzeugt nur selten für sich allein nutzbare Lagerstätten. Im Lahngebiet hat wahrscheinlich, wie bereits erwähnt worden ist, die vorhergegangene marine Anreicherung der Phosphorsäure in den Kulmkieselschiefern die Bildung der Lagerstätten begünstigt, und die Amberger Phosphate besitzen noch deutlichere Beziehungen zu den Phosphoritknollen der Juraformation. Als sekundärer Anreicherungs Vorgang spielt die Zementation in sehr vielen Phosphatlagerstätten eine bedeutsame Rolle, so z. B. bei den erwähnten, z. T. im Gebiete großer Sumpfwälder, der bekannten »dismal swamps«, liegenden Phosphatlagern von Süd-Karolina<sup>4</sup>, wo die Auslaugungsvorgänge unter dem Einfluß humoser Verwitterungslösungen, auf die vorstehend die Entstehung der Lahnphosphate zur Tertiärzeit zurückgeführt worden ist, an manchen Stellen noch jetzt in vollem Gange sind. Hier hat auch Reese seine Beobachtungen über die Verwitterungsvorgänge gemacht.

<sup>1</sup> vgl. Bruhns: Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche, 1906, S. 656.

<sup>2</sup> Klüpfel: Geologische Notizen über das Vorkommen von Phosphat und Pechkohle bei Amberg, Oberpfalz, Z. pr. Geol. 1921, S. 49 ff.

<sup>3</sup> Berg, a. a. O. S. 29

<sup>4</sup> Rogers, a. a. O.

Große Bedeutung besitzt die Zementationsanreicherung ferner für die Phosphatlagerstätten von Florida. Das als »hardrock« bezeichnete wertvollste Phosphat Floridas scheint durchweg ein Erzeugnis derartiger Lösungen zu sein, die hier ebenso wie in Süd-Karolina auf marine Schichten mit geringem ursprünglichem Phosphorsäuregehalt eingewirkt haben. Die Ausscheidung der Phosphorsäure ist ähnlich wie im Lahngebiet auf der karrenartig zerfressenen Oberfläche von Kalksteinen erfolgt. Die neuerdings von Mats on<sup>1</sup> veröffentlichten Profile und Bilder aus den Phosphatlagerstätten Floridas zeigen ganz außerordentliche Ähnlichkeit mit den durch entsprechende Vorgänge entstandenen Eisenmanganerzlagerstätten der Linder Mark bei Gießen.

Schließlich sei noch auf die von der Südsee und den westindischen Inseln bekannte Entstehung von Kalkphosphaten aus Korallenkalken unter Guanobedeckung hingewiesen, die ebenfalls als Zementationsvorgang aufzufassen ist. Das Klima spielt dabei eine entscheidende Rolle, denn in trocknen Klimazonen bleibt die Phosphorsäure im Guano, während in mehr oder weniger feuchten Gebieten eine Umsetzung mit den liegenden Korallenkalken stattfindet. Vermutlich wirken dabei humusartige Stoffe mit, da im Guano ausreichende Mengen organischer Substanzen vorhanden sind. Der phosphorsaure Kalk wird nicht nur durch metasomatische Umsetzung mit dem kohlenauern Kalk ausgeschieden, sondern Phosphoritgele (Nauruit usw.) bilden, wohl infolge des Zusammentreffens von Phosphat mit Kalkkarbonatlösungen, selbständige Niederschläge in den Hohlräumen des Kalkes. Hier handelt es sich also um die überall im Zusammenhang mit Verwitterungsvorgängen beobachtete Gelbildung.

#### Die Anreicherung der Phosphorsäure im Meere.

Man kann zwei verschiedene, wenn auch nicht ganz scharf voneinander zu trennende Arten mariner Phosphatvorkommen unterscheiden, die Phosphatknollen und Phosphatoolithe, neben denen man noch als dritte Gruppe die in ihrer ganzen Masse mehr oder weniger phosphatisierten Kalke und Mergel nennen könnte.

Die Phosphoritknollen sind nicht nur aus zahlreichen fossilen Sedimenten aller Formationen, sondern auch aus Meeresablagerungen der Gegenwart bekannt<sup>2</sup>. Der bedeutendste Fundpunkt rezenter Phosphoritknollen ist die Agulhasbank an der südafrikanischen Küste. Die Phosphoritknollen treten vorwiegend in Verbindung mit einer Schichtlücke, d. h. einer Sedimentationsunterbrechung, auf<sup>3</sup>. Derartige Schichtlücken werden meist durch starke Meeresströmungen hervorgerufen, die häufig Mischungsgebiete verschieden warmen Wassers sind. Die von den Meeresströmungen mitgeführten Planktonorganismen sterben daher hier in besonders großen Mengen ab und liefern, in erster Linie mit ihren Weichteilen, die für die Bildung der Phosphoritknollen notwendige Phosphorsäure. Hartteile aus Kalkphosphat treten in den meisten Phosphoritknollen höchstens als Nebenbestandteile auf. Über den Phos-

<sup>1</sup> U. S. Geol. Surv., Bull. 604, Taf. 13 und S. 52, Abb. 1.

<sup>2</sup> André: Geologie des Meeresbodens, 1920, S. 250/6.

<sup>3</sup> Bernauer: Die Phosphorite des Lias von Deutsch-Lothringen, Diss. Heidelberg 1920, S. 172; Hummel: Die Entstehungsweise eisenreicher Gesteine durch Halmyrolyse, Geol. Rundsch. 1922, S. 102.

phorsäuregehalt der tierischen Weichteile ist von Bernauer<sup>1</sup> und von Berg<sup>2</sup> ausführlich berichtet worden. Die Bildung der Phosphoritknollen habe ich hier von den später zu besprechenden Vorgängen der Phosphorsäureanreicherung durch Lebewesen im engern Sinne abgetrennt, weil m. E. die Anhäufung abgestorbener Organismen allein nicht zur Erklärung der Entstehung der Phosphatknollen ausreicht. Die Phosphorsäure ist in den Weichteilen der Tiere organisch gebunden, also nicht etwa in Form von Kalkphosphat vorhanden. Bei der Verwesung der Tierleichen bildet sich sehr wahrscheinlich zunächst leichtlösliches Ammoniumphosphat; man sollte daher annehmen, daß sich die Phosphorsäure der Lebewesen im Meerwasser löst und wieder in den allgemeinen Kreislauf der Meeressalze zurückkehrt. Zur dauerhaften Ablagerung der Phosphorsäure im Sediment genügt also die organische Anreicherung allein noch nicht, sondern es muß noch eine anorganische Bindung der Phosphorsäure eintreten. In dieser Hinsicht sind die Verhältnisse in den verschiedenen Meerestiefen durchaus nicht gleich. Blackwelder<sup>3</sup> erwähnt, daß Knochen, Zähne usw. an manchen Stellen des Meeresbodens entphosphort werden. Bei der Bindung der Phosphorsäure mag es sich um einfache Ausfällung in der Form des schwerlöslichen Trikalziumphosphats handeln. Ähnliche Vorgänge, wie sie zur Entstehung von Korallenphosphaten unter Guanolagern führen, finden offenbar auch am Meeresgrunde statt, wobei Anhäufungen von Tierleichen den Guano vertreten. Dies ergibt sich aus dem häufigen Vorkommen phosphoritisierter Mollusken-schalen sowie aus der von mir beobachteten Tatsache, daß die Jurakalke im unmittelbaren Liegenden der phosphoritführenden Gaultgrünsande der Argonnen einen auffallend hohen Phosphatgehalt aufweisen, der freilich auch auf einem jüngern, subaerischen Zementationsvorgang beruhen kann<sup>4</sup>. Auch die nordfranzösischen Senon-phosphate mit ihrem eigenartigen, kreidigen Habitus und die der dritten Gruppe der marinen Anreicherungsformen zuzuzählenden nordafrikanischen Vorkommen dürften der Mehrzahl nach ihren Ursprung in submarinen Umsetzungsvorgängen haben.

Neben der z. T. in Gelform erfolgenden unmittelbaren Ausfällung als Kalkphosphat kann aber vermutlich auch die Bindung durch Adsorption an Gele irgendwelcher Art eine Rolle spielen, da die Phosphorsäure ein außerordentlich leicht adsorbierbarer Körper ist und in den Gebieten der Phosphoritknollenbildung besonders günstige Bedingungen für die Entstehung von Gelen verschiedener Art (z. B. Glaukonit) vorliegen. Bemerkenswert, aber noch durchaus ungeklärt ist der Zusammenhang vieler mariner Phosphatschichten (z. B. in den Pyrenäen<sup>5</sup>, in Idaho, im rheinischen Kulm usw.) mit den ursprünglich gelförmigen Kieselschiefern. Jedenfalls ist durch die Adsorption von Phosphorsäure an Gele auch die Möglichkeit der rein anorganischen Entstehung mariner Phosphate gegeben, denn trotz der äußerst geringen Konzentration

der Phosphorsäure im gewöhnlichen Meerwasser<sup>1</sup> könnten anorganische oder leblose Gele unter Umständen ebenso gut wie die Lebewesen die im Meerwasser gelöste Phosphorsäure an sich ziehen. Gerade in Gebieten starker Meeresströmungen, wo das Bodenwasser häufig erneuert wird, sind dafür besonders günstige Verhältnisse vorhanden. Außer der im Meer gelösten Phosphorsäure käme für die Adsorption durch Gele auch die Phosphorsäure der am Meeresgrunde abgelagerten und halmyrolytisch zersetzten terrigenen Teilchen in Betracht.

Kruft<sup>2</sup> und andere haben darzutun versucht, daß die Phosphoritknollen diagenetische Neubildungen seien, indes beweisen schon die rezenten Knollen von der Agulhasbank usw., daß diese Annahme zum mindesten nicht für alle Arten von Phosphoritknollen zutrifft. Ferner ist die Beweisführung Krufts nicht unbedingt überzeugend, da die Knollenbildung auch in den von ihm untersuchten Fällen nicht notwendig in einem späten diagenetischen Stadium erfolgt zu sein braucht. Das Fehlen der Phosphorsäure in der Umgebung der Knollen kann darauf beruhen, daß diese schon im Anfang der Sedimentbildung die gesamte Phosphorsäure an sich gezogen haben. Im übrigen ist diese ganze Frage für die vorliegende Betrachtung von geringem Belang, da es sich hier nicht um die Knollenbildung, sondern um die Anreicherung der Phosphorsäure an sich handelt, und eine solche vorliegt, gleichgültig ob die Phosphorsäure in den Knollen angehäuft oder im ganzen Sediment verteilt ist.

Blackwelder<sup>3</sup> schreibt anaeroben Bakterien bei der Ausfällung und dauerhaften Bindung des phosphorsauern Kalkes im Meere eine entscheidende Rolle zu. Wenn auch die geologische Bedeutung der Bakterien für derartige Vorgänge der Gesteinbildung durchaus bemerkenswert ist, so erscheint es doch sehr zweifelhaft, daß es sich hier gerade um anaerobe Bakterien handelt. Die Phosphoritknollen finden sich sehr häufig zusammen mit Glaukonit, einem eisenoxydhaltigen Mineral, das sich nur bei Anwesenheit einer gewissen Menge von Sauerstoff bilden kann. Durch die Anhäufung verwesender organischer Substanzen wird zwar in den Glaukonit-Phosphoritgebieten des Meeresbodens viel Sauerstoff verbraucht, aber auch reichlich Sauerstoff durch die kräftigen und kühlen Meeresströmungen zugeführt.

Die Entstehung in einem sauerstofffreien Mittel könnte man schon eher für die aus manchen paläozoischen Schichten Nordamerikas bekannten Phosphoritoolithe vermuten, die verhältnismäßig sehr reich an organischen Stoffen sind. Im übrigen gilt für diese Oolithe das über die Phosphoritknollen Gesagte; die Phosphorsäureanreicherung dürfte auch hier auf der Anhäufung organischer Weichteile beruhen, und die Mitwirkung von Adsorptionserscheinungen ist ebenfalls wahrscheinlich. Pardee<sup>4</sup> hält die permischen Phosphatoolithe des nordamerikanischen Felsengebirges für Ausscheidungen in kohlen-säure-reichem Wasser, in dem wegen des CO<sub>2</sub>-Überschusses die Ablagerung von kohlen-sauerem Kalk unmöglich war.

<sup>1</sup> a. a. O. S. 181.

<sup>2</sup> Arch. Lagerstättenforsch. 1922, S. 40 ff.

<sup>3</sup> Blackwelder: The geologic role of phosphorus, Amer. Journ. of Geol. 1916, Bd. 41, S. 291.

<sup>4</sup> vgl. Hummel: Meeresbewegungen und tektonische Erscheinungen im südlichen Ardennenvorland, Geol. Rundsch. 1920, S. 31.

<sup>5</sup> vgl. Berg, a. a. O. S. 55.

<sup>1</sup> Der von V. M. Goldschmidt vermutete höhere Phosphatgehalt in Tiefenwasser der Ozeane konnte bisher noch nicht analytisch nachgeprüft werden.

<sup>2</sup> N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 15, S. 1 ff.

<sup>3</sup> a. a. O. S. 292.

<sup>4</sup> U. S. Geol. Surv. 1917, Bull. 640 K.

Diese bisher noch wenig erforschten Lagerstätten werden wohl in Zukunft noch große wirtschaftliche Bedeutung erlangen, da hier einer der seltenen Fälle vorliegt, wo die marine Anreicherung der Phosphorsäure allein zur Bildung einer nutzbaren Lagerstätte ausgereicht hat<sup>1</sup>. Die Phosphatlagerstätten von Idaho, Utah, Wyoming und Montana verbinden daher mit der Regelmäßigkeit und Ausdehnung einer marinen Ablagerung den hohen Phosphatgehalt, den man gewöhnlich nur bei sekundär angereicherten Phosphatlagerstätten findet<sup>2</sup>.

Man kann diese Erscheinung mit dem Auftreten gewisser mariner Eisenerzanreicherungen vergleichen, bei denen die Sphärosiderite und ähnliche eisenhaltige Konkretionen häufig vorkommen, jedoch, falls keine spätere Anreicherung stattgefunden hat, nur selten nutzbare Lagerstätten entstehen lassen, während die Eisenoolithe zwar seltener auftreten, aber häufig ohne sekundäre Anreicherung bauwürdige Lager bilden.

Auf die genetischen Beziehungen zwischen Phosphat- und Eisenoolithen weist schließlich auch noch der Umstand hin, daß die Eisenoolithe im allgemeinen einen verhältnismäßig hohen Phosphorsäuregehalt haben<sup>3</sup>. Während sonst Sedimentgesteine meist phosphorsäureärmer als Eruptivgesteine sind, geht z. B. die lothringische Minette mit einem Durchschnittsgehalt von 1,6–1,8 %  $P_2O_5$  weit über den durchschnittlichen Phosphorsäuregehalt gewöhnlicher Eruptivgesteine hinaus. Ebenso wie bei den Verwitterungslagerstätten des Festlandes gehen also auch bei den halmyrolytischen Lagerstätten des Meeres Eisen und Phosphorsäure dieselben Wege.

#### Die Anreicherung der Phosphorsäure in den Hartteilen der Lebewesen.

Während es sich bei der Anreicherung der Phosphorsäure in den zuletzt besprochenen marinen Phosphatlagerstätten überwiegend um die Weichteile von Lebewesen handelt, in denen die Phosphorsäure organisch gebunden ist, so daß es zu ihrer dauernden Bindung noch eines anorganischen Ausfällungsvorgangs bedarf, kommt bei den jetzt zu behandelnden Lagerstätten hauptsächlich die anorganisch oder doch nur halborganisch gebundene Phosphorsäure der tierischen Hartteile in Betracht. In Knochen, Zähnen, Schalen usw. ist die Phosphorsäure von vornherein in Form des phosphorsauern Kalkes vorhanden; es genügt daher zur Entstehung einer Phosphatlagerstätte, wenn sich ausreichende Mengen der tierischen Hartteile ansammeln und die Wiederauflösung des phosphorsauern Kalkes verhindert wird.

Man kennt marine und terrestrische Anhäufungen phosphorsäurereicher organischer Hartteile. Zu den marinen gehören die Bone-beds sowie die an gewissen hornschaligen Brachiopoden reichen Sedimente, z. B. der Obolus-Sandstein des baltischen Kambriums. Die Schalen von Obolus weisen 36,54 %  $P_2O_5$  auf; daher wurde während des Krieges der Versuch gemacht, den Obolussandstein abzubauen<sup>4</sup>. Bezeichnenderweise finden sich diese Brachiopoden in glaukonitischen Sedimenten, also in einem Gestein, das häufig Phosphoritknollen enthält. Die Brachiopoden

ersetzen also gewissermaßen die Phosphoritknollen, d. h., sie haben die Phosphorsäure verbraucht, die ohne ihr Dazwischentreten vielleicht in Form von Phosphoritknollen angereichert worden wäre. Hier liegt einer der so häufigen, aber bisher so wenig beachteten Fälle vor, daß die Lebewesen nicht eigentlich die Ursache der Anreicherung eines bestimmten Stoffes sind, sondern daß bestimmte Lebewesen dort am besten und üppigsten gedeihen, wo der für den Aufbau ihres Körpers nötige Stoff in besonders reichlichen Mengen zur Verfügung steht.

Viele sedimentpetrographisch wichtige Anreicherungsverfahren sind bisher in ihren eigentlichen Ursachen noch ungeklärt geblieben, weil man sich damit begnügt hat, die Lebewesen als die Gesteinbildner zu bezeichnen. Wohl besitzt der einzelne Organismus auch die Fähigkeit, bestimmte, in seiner Umgebung nur in geringer Menge vorhandene Stoffe in sich anzusammeln, aber die Gesamtheit der in einem bestimmten Raum vorhandenen Lebewesen kann immer nur das Vorhandene in sich aufnehmen. Wenn der von einem bestimmten Tiere benötigte Stoff nur in geringer Menge zur Verfügung steht, wird sich daher die betreffende Tierart nur in bescheidener Zahl entwickeln und nicht gesteinsbildend auftreten können, es sei denn, daß an der betreffenden Stelle keine andern Stoffe abgesetzt werden und sehr große Zeiträume in Betracht kommen. Auf das Meer mit seinen ungeheuern, ständig kreisenden Wassermassen wird sich freilich dieser Satz nicht so unbedingt anwenden lassen wie auf kleinere Binnenbecken. Aber auch im Meere sind die vorhandenen Stoffvorräte bis zu einem gewissen Grade beschränkt. Die bekannte Tatsache, daß in tropischen Meeren besonders viele organogene Kalke gebildet werden, ist vielleicht weniger in der besonderen Fähigkeit der tropischen Lebewesen zur Kalkabscheidung als darin begründet, daß sie sich in den Tropenmeeren besonders üppig entwickeln können oder in größerer Zahl an die Kalkabscheidung angepaßt haben, weil hier aus irgendeinem Grunde, wahrscheinlich im Zusammenhang mit den festländischen Verwitterungsvorgängen, mehr Kalk zur Verfügung steht als in kalten Meeren. Auf diese Weise erklärt sich auch die außergewöhnlich starke anorganische oder halborganisch-bakterielle Kalkausscheidung in den Tropenmeeren. Die Lebewesen sind in vielen Fällen nicht die Ursachen, sondern nur die Erscheinungsform einer Anreicherung.

Während die Anreicherung phosphorsäurehaltiger tierischer Hartteile im Meere nur selten oder nie primär zur Entstehung nutzbarer Phosphatlagerstätten führt, besitzen die gleichartigen Landbildungen erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Man kann hier die Guanolager und die Knochenbreccien unterscheiden.

In den Guanolagerstätten sind nicht nur die Kalkphosphate tierischer Hartteile (Fischgräten, Vogelknochen usw.) angesammelt, sondern auch Weichteile der Tiere tragen in Gestalt der Exkreme zur Vermehrung des Phosphorsäuregehalts bei. Die Guanoablagerungen von Trockengebieten bilden somit primär nutzbare Phosphatlagerstätten festländischer Entstehung; von noch größerem praktischem Wert ist allerdings der Phosphorsäuregehalt des Guanos, wenn er sich in der oben besprochenen Weise sekundär in liegenden Korallenkalcken angesammelt hat.

<sup>1</sup> Ein anderes Beispiel sind nordafrikanische Phosphatlagerstätten.

<sup>2</sup> vgl. U. S. Geol. Surv., Bull. 543, 577, 580 N und 620 O.

<sup>3</sup> vgl. die Zusammenstellung bei Berg, a. a. O. S. 59 ff.

<sup>4</sup> vgl. F. Beyschlag und L. von zur Mühlen: Die Bodenschätze Estlands, Z. pr. Geol. 1913, S. 142.

Geringe wirtschaftliche Bedeutung besitzen die Knochenbreccien. Vom theoretischen Standpunkte sind solche Bildungen, wie etwa die Knochenbreccien von Pikermi, unbedingt zu den Phosphatlagerstätten zu rechnen. Über ihre Entstehungsweise braucht nur bemerkt zu werden, daß in sehr vielen Phosphatlagerstätten einzelne Wirbeltierknochen vorkommen, ohne daß man deshalb berechtigt wäre, die Phosphatanreicherung als solche auf derartige Knochen zurückzuführen. So sind die Phosphorite von Quercy in Frankreich bekannte Fundstellen von alttertiären Wirbeltierknochen, die Phosphorite selbst jedoch anorganischer Herkunft. Ebenso findet man in den Phosphaten von Süd-Karolina, Florida usw. recht häufig Knochen und Zähne von Wirbeltieren der verschiedensten Art, die aber nur als Nebenbestandteile der Lagerstätten anzusehen sind. Dies geht schon daraus hervor, daß derartige Knochen meist erheblich phosphorsäurereicher sind als gewöhnliche Wirbeltierknochen; es haben sich also nicht etwa die übrigen Phosphorite auf Kosten der Knochensubstanz gebildet, sondern umgekehrt ist Phosphorsäure in die Knochen eingewandert. Die Häufigkeit von Wirbeltierknochen in den Phosphatlagerstätten erklärt sich aus dem Umstand, daß phosphorsäurereiche Gesteine besonders günstige Erhaltungsbedingungen für Knochen bieten, weil der phosphorsaure Kalk an den Stellen, wo er angereichert wird, nicht auch zugleich aufgelöst werden kann.

**Mechanische Anreicherung des Phosphorits.**

Wie eingangs erwähnt worden ist, können durch Seifenbildung allein keine Phosphatlagerstätten entstehen; die feinen Apatitkristalle, welche in den meisten Eruptivgesteinen die Phosphorsäureträger sind, eignen sich wenig zur mechanischen Aufbereitung. Trotzdem spielt die mechanische Anreicherung bei der Bildung nutzbarer Phosphatlagerstätten eine wichtige Rolle, da namentlich die marin entstandenen Phosphoritknollen recht widerstandsfähige Gebilde sind, die sich meist in weichen tonigen oder sandigen Gesteinen finden und daher leicht durch mechanische Aufbereitung angehäuft werden. Diese Aufbereitung kann entweder bald nach der Bildung der Knollen oder auch an einem viel spätern Zeitpunkt stattfinden, wobei die mechanische Beförderung durch Meereswellen oder durch Wasserläufe des Festlandes erfolgt. Die Entstehung solcher mechanisch aufbereiteter Phosphoritlagerstätten hat Weigelt<sup>1</sup> eingehend behandelt. Als Beispiele seien die Phosphorite im Neokom-Eisenerzlager des Harzvorlandes und die Pebble-Phosphate von Florida genannt. Im ersten Falle handelt es sich um marine, im zweiten um fluviatile Aufbereitung.

In einem seltenen Falle, nämlich bei den amerikanischen Monazitlagerstätten beruht die Anreicherung der Phosphate allein auf mechanischer Aufbereitung<sup>2</sup>, jedoch ist der Phosphorsäuregehalt dieser nur wegen ihres Gehalts an seltenen Erden abgebauten Lagerstätten praktisch bedeutungslos.

**Das Ineinandergreifen der verschiedenen Anreicherungsarten.**

Im Laufe der vorstehenden Ausführungen ist schon mehrmals darauf hingewiesen worden, daß die meisten nutzbaren

<sup>1</sup> Weigelt: Die mitteldeutschen Phosphatlagerstätten und die Frage ihres zweckmäßigen Ausnutzung, Jahrb. des Halleschen Verbandes für die Erforschung und Verwertung der mitteldeutschen Bodenschätze, 1921, Bd. 3, S. 139 ff.

<sup>2</sup> Berg, a. a. O. S. 31.

Phosphatlagerstätten nicht einem einzigen der besprochenen Anreicherungsvorgänge allein ihre Entstehung verdanken, sondern daß sie meist erst durch das Zusammenwirken verschiedener Anreicherungsvorgänge gebildet werden. Von den dafür aufgeführten Beispielen seien hier nochmals die besonders lehrreichen Phosphorite von Süd-Karolina besprochen. Nach Rogers<sup>1</sup> erfolgte die erste Anreicherung der Phosphorsäure in einer eoänen Meeresbildung, einem in seiner ganzen Masse schwach phosphathaltigen, außerdem Phosphoritknollen führenden Mergel. Während einer oligozänen Festlandsperiode wurde dieser Eozänmergel aufgearbeitet, wobei sich die Phosphate teils auf mechanischem Wege, teils durch Verwitterungsvorgänge zum zweiten Male anreicherten. Während eines erneuten Meereseinbruchs in der Miozänzeit fand eine allerdings nur geringfügige Vermehrung des Phosphorsäuregehalts durch Beimengung mariner und terrestrischer Wirbeltierknochen statt, während gleichzeitig vom Lande her erneut phosphatreiches Material aus den aufgearbeiteten Eozänschichten hinzukam. Schließlich wurde das Gebiet von neuem trockengelegt und die Anreicherung durch Verwitterung und Zementation unter dem Einfluß der Sumpflvegetation und Humuswässer vollendet. Auf diese Weise entstand der »land-rock«, während der »river-rock« seine Entstehung einer nochmaligen Aufarbeitung des land-rock durch die jetzigen Flüsse verdankt.

Die Erforschung der verschiedenen Anreicherungsvorgänge und ihres Ineinandergreifens hat nicht nur theoretische, sondern auch praktische Bedeutung, da man auf Grund genauer Kenntnis der einzelnen Vorgänge diejenigen Punkte festzustellen vermag, in denen sich zwei oder mehr Anreicherungsvorgänge überschneiden und die daher am meisten Aussicht für die Auffindung nutzbarer Lagerstätten bieten. Angesichts des schwerwiegenden Phosphorsäuremangels in der deutschen Wirtschaft wäre es sehr zu wünschen, wenn es auf diese Weise gelänge, auch innerhalb Deutschlands neue Phosphatlagerstätten zu erschließen.

#### Vergleich der Anreicherungsvorgänge von Eisen und Phosphorsäure.

Die im vorstehenden bereits gestreifte Frage der Ähnlichkeit zwischen gewissen Phosphat- und Eisenerzlagerstätten sei hier nochmals kurz zusammenfassend erörtert. Man kann sagen, daß jeder einzelnen Art von Phosphatlagerstätten nicht nur hinsichtlich der Entstehung, sondern auch nach der Form ein verwandtes Eisenerzvorkommen entspricht. Nur für die Apatit-Pegmatite kenne ich kein entsprechendes eisenreiches Gestein, jedoch sind hier die schon erwähnten gleichzeitig Eisen- und Phosphorsäure enthaltenden Triphylin-Triplitgänge zu nennen. In den durch Differentiation entstandenen apatitreichen Magnetiten kommen ebenfalls Eisen- und Phosphorsäure zusammen vor. Den hydrothermalen Phosphatlagerstätten zweifelhafter Entstehung entsprechen hydrothermale Spateisengänge und ähnliche Bildungen. Vollständige Übereinstimmung besteht zwischen den phosphor- und den eisenreichen Verwitterungslagerstätten, die sich bei beiden Stoffen als Verwitterungsrückstand und als Ausscheidung von Verwitterungslösungen auf Kalken finden. Den marinen

<sup>1</sup> a. a. O. S. 183—220.

Phosphoritknollen entsprechen die Sphärosiderite, den Phosphatoolithen die Eisenoolithen. Sowohl die Verwitterungslagerstätten als auch die marinen Lagerstätten der beiden Stoffe sind durch Übergänge unmittelbar miteinander verknüpft. Als Anreicherung in den Hartteilen der Lebewesen sind zwar Phosphate viel häufiger als Eisenverbindungen, jedoch kennt man auch Eisenerze als Ausscheidungen von Bakterien und Algen. Schließlich lassen sich auch bei den Erzeugnissen mechanischer Aufbereitung, den Seifen, gewisse Übereinstimmungen feststellen, aus denen man allerdings keine weiteren Schlüsse ziehen kann.

#### Zusammenfassung.

Die Phosphorsäure ist in den meisten Gesteinen nur in geringer Menge enthalten. Zur Entstehung von Phosphatlagerstätten bedarf es daher einer besondern Anrei-

cherung. Auf magmatischer Anreicherung beruhen die Apatit-Eisenerzlagerstätten, die Phosphatpegmatite und vielleicht auch die Osteolithgänge. Bei der Verwitterung kann phosphorsaurer Kalk, seltener als Verwitterungsrückstand, häufiger durch Zementation auf kohlenauerm Kalk, angereichert werden. Im Meere erfolgt die Anreicherung von Phosphorsäure durch Ansammlung von tierischen Weichteilen sowie durch anorganische Vorgänge. Aus phosphorsäurehaltigen Hartteilen von Lebewesen können im Meere und auf dem Festlande Phosphatlagerstätten entstehen. Endlich können auch noch Phosphatseifen durch mechanische Anreicherung gebildet werden. Ein einzelner der genannten Anreicherungsverfahren führt nur selten zur Entstehung einer nutzbaren Phosphatlagerstätte; sie erwächst meist erst aus einem Zusammentreffen mehrerer Anreicherungsverfahren.

## Die Bedingungen des hygroskopischen Gleichgewichts und ihre Übertragung auf das in der Kohle enthaltene Methan.

Von Vermessungsingenieur Chr. Mezger, Gernsbach (Murgtal).

(Fortsetzung von S. 60.)

Der Zustand und das Verhalten des Methans in der Kohle.

Über den Zustand und das physikalische Verhalten des Methans in den Kohlenflözen weiß man noch wenig Sicheres. Die bisherigen Feststellungen beschränken sich auf die Gasspannung der Kohle und auf den Austritt des Gases in die Grubenräume. Eine Untersuchung über diesen Gegenstand wird demnach von den in den beiden angedeuteten Richtungen gemachten Beobachtungen ausgehen müssen. Umfassende Messungen sind auf der Zeche Hibernia vorgenommen und von Behrens beschrieben worden<sup>1</sup>. Der Darstellung der Messungsergebnisse schickt Behrens eine Schilderung der Wetterverhältnisse und Bewetterungseinrichtungen auf der Zeche Hibernia voraus, aus der sich ergibt, daß vom 1. August 1893 bis zum 1. Februar 1896 durchschnittlich 39,72 cbm Schlagwetter in der Minute ausströmten, in 2 1/2 Jahren also 52 277 875 cbm bei einer gleichzeitigen Kohlenförderung von 771 962 t. Hierzu bemerkt Behrens: »Rechnet man die Tonne Kohlen zu rd. 1 cbm, so ergibt sich die überraschende Tatsache, daß in der angegebenen Zeit das 67,7fache der ausgewonnenen Kohlen an Grubengas zum Ausziehen gelangt ist. Dies ist indessen nur unter der Annahme denkbar, daß das Grubengas in der Kohle — dem vornehmlichsten Sammler des Gases — unter wesentlich höherem Druck vorkommt, als ihn die Messungen in den 10 m Tiefe nicht überschreitenden Bohrlöchern ergeben«. Wollte man annehmen, daß die Entgasung eines Flözes in demselben Verhältnis fortschreitet wie sein Abbau, so würde die obige Feststellung bedeuten, daß in den Flözen der Zeche Hibernia auf 1 cbm Kohle im Durchschnitt  $67,7 \cdot 0,723 = 48,9$  kg Grubengas entfallen. Faßt man diese Zahl als die Dichte des Gases auf, so berechnet sich seine Spannung für eine

Temperatur von 30° C zu  $67,7 \cdot \frac{272,5 + 30}{272,5} = 75$  at. Dem-

gegenüber ist in den bis zu 10 m tiefen Bohrlöchern ein größter Gasdruck von 14,6 at gefunden worden; auch haben sich aus den Beobachtungen keinerlei Anhaltspunkte ergeben, die auf eine wesentlich höhere Spannung weiter im Innern der Flöze schließen lassen. Wenn anderswo größere Spannungen gemessen worden sind — in einer belgischen Grube z. B. eine solche von 42,5 at —, so kann das für den vorliegenden Fall nichts beweisen. Der Gasgehalt und die Gasspannung wechseln offenbar bei den verschiedenen Gruben und Flözen, so daß man die Ergebnisse vereinzelter Messungen nicht verallgemeinern darf. Die erwähnte Gasspannung von 42,5 at ist nicht als Normalwert, sondern als nur einmal festgestellter Höchstwert zu betrachten. Rechnet man für die Zeche Hibernia mit einer mittlern Gasspannung von 15 at, so erhält man für die mittlere Gasdichte nur etwa ein Fünftel des oben zu 48,9 kg/cbm ermittelten Sollbetrages. Dabei kann man allerdings im Zweifel sein, ob die Voraussetzung, daß Entgasung und Abbau in etwa demselben Maße fortschreiten, in genügender Annäherung zutrifft. Erfolgt die Entgasung der Flöze beträchtlich schneller als ihr Abbau, so würde sich für den Gasgehalt (oder die Gasdichte) ein kleinerer Wert ergeben, als durch Teilung der mit dem Wetterstrom ausziehenden Gasmenge durch die Kohlenförderung gefunden wurde. Demgegenüber lassen aber andere Erwägungen die berechnete Solldichte des Gases eher als zu klein erscheinen. Da das Grubengas nur die Hohlräume der Kohle erfüllt, muß sein Volumen notwendigerweise kleiner sein als der von der Kohle eingenommene Raum; bei der Ermittlung der Solldichte ist aber das Gasvolumen diesem Raum gleichgesetzt worden. Würden z. B. die für das Gas zugänglichen Hohlräume nur drei Viertel des Kohlenvolumens ausmachen, so wäre die Solldichte um ein Viertel zu klein berechnet

<sup>1</sup> Beiträge zur Schlagwetterfrage, 1896 (erweiterter Abdruck aus Glückauf 1896, S. 517, 553 und 577).

worden. Die Fehler dieser Berechnungsweise heben sich also zum Teil gegeneinander auf, so daß die auf etwas unsicherer Grundlage aus dem Gasabzug ermittelte Gasdichte dem tatsächlichen Methangehalt der Flöze ziemlich nahe kommen dürfte. Der Unsicherheit der rechnerischen Ableitung wird man hinreichend Rechnung tragen, wenn man für die Flöze der Zeche Hibernia den durchschnittlichen Methangehalt zu 40–60 kg/cbm annimmt. Die Gasentwicklung scheint sich zur Zeit der Untersuchung auf die einzelnen Flöze sehr ungleichmäßig verteilt zu haben. Auf Seite 35 seines Buches sagt Behrens: »Das Ergebnis der Ermittlungen ist, daß der ausziehende Strom der westlichen Abteilung (von Flöz 13) mit seinen 271,66 cbm frischen Wetter 0,69 % Schlagwetter, d. s. 1,874 cbm/min, zum Ausziehen bringt, während der entsprechende Strom der östlichen Abteilung bei Zuführung des größern Quantums Wetter von 338,77 cbm 1,63 % Schlagwetter, d. s. 5,521 cbm/min, enthielt. Die Gasentwicklung der östlichen Abteilung verhält sich demnach zu derjenigen der westlichen wie 5,5 : 1,8.« Ferner heißt es auf Seite 90, daß sich die Gasentwicklung mit 88 % auf die Flöze 13, 16 und 17 der flachgelagerten Partie konzentrierte. Für diese drei Flöze muß demnach der Gasgehalt beträchtlich über den hier angenommenen Durchschnittswert hinausgegangen sein. Bei der festgestellten Gasspannung von 15 at<sup>1</sup> kann aber die Gasdichte nur etwa 10 kg/cbm betragen; man muß daher annehmen, daß das Methan in den Kohlenflözen nicht nur als Gas, sondern noch in einer andern Zustandsform vorkommt.

Zu diesem Schlusse gelangt man auch noch auf andern Wege. In jedem der für die Untersuchung hergestellten Bohrlöcher von 90 mm Durchmesser war zur Beobachtung der Gasspannung ein Gasrohr von 14 mm lichter Weite derart eingebaut, daß am Bohrlochende ein Einströmungsraum von 20 cm Länge freibleib. Der Raum zwischen Rohr und Bohrlochwand war mit angefeuchtetem Lehm ausgestampft, so daß das in den Einströmungsraum gelangende Gas nur durch das Rohr ins Freie ausströmen konnte. Der genannte Raum bot dem Eintritt der Kohle eine Wandfläche von  $4,5^2 \pi + 9 \pi \cdot 20 = 628,8$  qcm dar. Im Bohrloch 3, das die höchste Gasspannung aufwies, traten bei einem Druck von 12 at in der Minute 4 l Gas durch diese Wand in das Bohrloch ein, so daß auf 100 qcm Wandfläche 0,6 l/min entfielen. Wollte man den Querschnitt der Gasströmung der bezeichneten Wandfläche gleichsetzen, so würde sich eine Eintrittsgeschwindigkeit von 6 cm/min oder 1 mm/sek ergeben, also ein äußerst geringfügiger Wert. Richtiger wäre es selbstverständlich, statt der vollen Wandfläche den entsprechenden Porenquerschnitt, den man gleich der  $2/3$ -Potenz des Porenvolumens der Kohle setzen kann, der Rechnung zugrunde zu legen, jedoch ist dieser im vorliegenden Falle nicht bekannt. Welchen innerhalb der Grenzen der Wahrscheinlichkeit liegenden Wert man dafür aber auch annehmen mag, immer erscheint der für die Gasgeschwindigkeit errechnete Wert im Verhältnis zum Druck auffallend geringfügig. Hieraus muß man offenbar folgern, daß von der durch Druck- oder Spannungsunterschiede hervorgeru-

fenen strömenden Bewegung des Grubengases bei weitem nicht der ganze Methangehalt der Flöze erfaßt wird und daß die von dem strömenden Gas eingenommenen Hohlräume nur einen Bruchteil des gesamten Porenvolumens der Kohle ausmachen. Das nötigt wieder zu der Annahme, daß nur ein Teil des in den Flözen vorhandenen Methans als freibewegliches Gas auftritt.

Diese der herrschenden, auch von Behrens geteilten Auffassung widersprechende Ansicht findet eine weitere Stütze in den auf der Zeche Hibernia festgestellten Schwankungen der Gasspannung, die in einzelnen Bohrlöchern ganz erhebliche Werte erreichen, ohne daß sie einen entsprechenden Einfluß auf die Gasausströmung ausüben. Die Änderungen der Ausströmungsgeschwindigkeit verlaufen vielmehr häufig der Gasspannung entgegengesetzt.

Behrens hält es ohne weiteres für einleuchtend, daß die Menge des ausströmenden Gases in unmittelbarem Verhältnis zu dem vorhandenen Gasdruck stehen müsse, und vermutet, daß auch hier die bekannten Gesetze über den Ausfluß von Gasen entsprechend Anwendung finden. Nach Ermittlung einiger Zahlenwerte für das Verhältnis  $V : \sqrt{h}$  kommt er zu der Anschauung, daß man es mit einer ganz ähnlichen Erscheinung wie bei dem Durchziehen der Luft durch eine Grube zu tun habe und die bekannte Formel von Murgue  $V = \mu a \sqrt{2gh}$  auch auf die Bewegung des Grubengases in der Kohle anwenden könne. So einfach, wie es hiernach scheinen könnte, liegen aber die Verhältnisse für den Gasaustritt aus den Flözen keineswegs. Bei Anwendung der Murgueschen Formel auf den Wetterzug der Gruben stellt der äquivalente Querschnitt  $a$ , der im wesentlichen durch die Weite und Länge und die sonstige Beschaffenheit der Wetterwege bestimmt wird, für eine gegebene Grube und größere, nach Monaten zählende Zeiträume eine nahezu unveränderliche Größe dar, so daß die Änderungen der Wettergeschwindigkeit in der Regel mit einer Änderung der Depression zusammenhängen und im allgemeinen die Beziehung gilt  $V_1 : V = \sqrt{h_1} : \sqrt{h}$ . Auf die Gasausströmung durch die Bohrlöcher trifft diese Gleichung in den meisten Fällen nicht oder doch nur in grober Annäherung zu; vielfach erfolgen die Änderungen von  $V$  und  $h$ , wie schon erwähnt, sogar im entgegengesetzten Sinne. Zum Beweise sind in den Abb. 7–9 für je ein Bohrloch von 2, 3, und 4 m Tiefe die Beobachtungszeiten als Abszissen und die gemessenen



Abb. 7. Spannung und Ausströmungsgeschwindigkeit des Grubengases in dem 2 m tiefen Bohrloch 35.

Gasdrücke und Ausflußmengen als Ordinaten aufgetragen. Die durch die ausgezogene Linie miteinander verbundenen Einträge beziehen sich auf die Spannung, die durch die gestrichelte Linie verbundenen auf die Ausströmung des Gases; die Nummern der Bohrlöcher stimmen mit den von Behrens angegebenen überein. Wie man sieht, haben in Abb. 7 die beiden Schaulinien an verschiedenen Stellen einen gegensinnigen Verlauf. In den ersten 25 Beobachtungstagen steigt der Gasdruck in dem 2 m tiefen Bohr-

<sup>1</sup> Als »Gasdruck« ist auf der Zeche Hibernia nicht die wirkliche Gasspannung, sondern ihr Überschuß über den Atmosphärendruck gemessen worden; für den hier geführten Beweis ist dies jedoch belanglos.

loch 35 von 0,39 auf 1,70 at, während die Gasausströmung von 0,77 auf 0,57 l/min zurückgeht. In dem 10 m tiefen Bohrloch 22 verstärkte sich vom 7. bis zum 9. Tag der Gasaustritt von 5,33 auf 7,20 l/min, ohne daß sich die Spannung merklich geändert hätte. Im Gegensatz hierzu nahm in dem 3 m tiefen Bohrloch 19 (Abb. 8) an den vier ersten Beobachtungstagen die Gasausströmung von 3,13 auf 1,85 l/min ab, während der Gasdruck von 2,80 auf 4,80 at stieg. Einen besonders auffallenden Verlauf zeigen die Schaulinien der Abb. 9; sie bezieht sich auf das 4 m tiefe Bohrloch 3, in dem die höchste Gasspannung der Zeche mit 15,6 at gemessen wurde. Die Werte von  $\sqrt{h}$  sind hier durch eine besondere, feine Linie angedeutet, so daß sich ein guter Überblick über das wechselnde Verhältnis  $V : \sqrt{h}$  ergibt. Für den mittlern Teil der fast viermonatigen Beobachtungszeit, vom 22. bis 72. Tag, verläuft diese Linie mit der der Gasausströmung im großen und ganzen annähernd parallel, die Änderungen der Ausströmungsgeschwindigkeit scheinen also hauptsächlich durch die wechselnde Gasspannung bedingt zu sein. Dagegen besteht im übrigen zwischen dem Verlauf der beiden genannten Schaulinien nicht die geringste Übereinstimmung. Während des ersten und des letzten Teiles der Beobachtungszeit wechselt das Verhältnis  $V : \sqrt{h}$

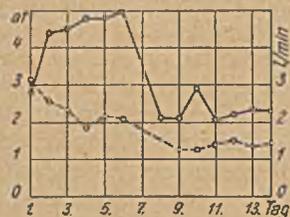


Abb. 8. Spannung und Ausströmungsgeschwindigkeit des Grubengases in dem 3 m tiefen Bohrloch 19.

achtungstag ist die Abnahme der Geschwindigkeit sogar von einer leichten Zunahme der Spannung begleitet. Hier sind offenbar Vorgänge mit im Spiel, welche die Wirkung der Spannungsänderungen auf die Gasausströmung je nachdem verstärken, abschwächen oder unter Umständen ganz aufheben. Wie stark sich selbst in demselben Flöz die Gasausströmung und ihr Verhältnis zur Gasspannung ändern kann, ist aus Zahlentafel 5 zu ersehen. Die vier Bohrlöcher 23–26 sind in einer Strecke nacheinander so gestoßen worden, daß, wenn die Beobachtung in dem ersten Bohrloch beendet war, das Ort abgekohlt und das zweite Bohrloch hergestellt wurde usw.<sup>1</sup>

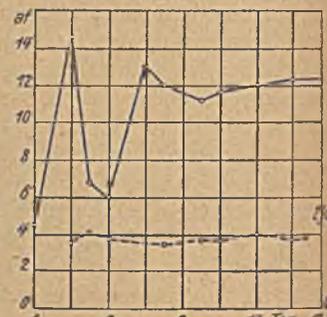


Abb. 10. Ausschnitt aus Abb. 9 in vergrößertem Maßstab.

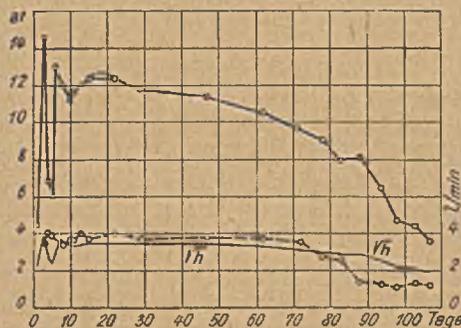


Abb. 9. Spannung und Ausströmungsgeschwindigkeit des Grubengases in dem 4 m tiefen Bohrloch 3.

seinen Wert ständig und innerhalb sehr weiter Grenzen. Die bis zu 7,8 at im Tage betragenden starken Schwankungen der Gasspannung innerhalb der ersten 15 Tage haben auf die Geschwindigkeit der Gasausströmung keinen erkennbaren Einfluß ausgeübt. Wie am deutlichsten aus Abb. 10 hervorgeht, in der die Beobachtungszeiten in einem größeren Maßstab als in Abb. 9 aufgetragen sind, ändert sich in dem betreffenden Zeitraum die in der Minute ausströmende Gasmenge fast durchgängig entgegengesetzt der Gasspannung. Dagegen nimmt vom 72. bis zum 88. Beobachtungstag die Geschwindigkeit der Gasausströmung stark ab, ohne daß diese Erscheinung in der gleichzeitigen Verminderung der Gasspannung eine ausreichende Erklärung fände; vom 83.–88. Beob-

Zahlentafel 5.

Datum	Bohrloch 24		Datum	Bohrloch 25		Datum	Bohrloch 23		Datum	Bohrloch 26	
	Gasdruck at	Gasausströmung l/min		Gasdruck at	Gasausströmung l/min		Gasdruck at	Gasausströmung l/min		Gasdruck at	Gasausströmung l/min
Sept. 20.	1,37	7,82	Sept. 27.	9,30	0,71	Okt. 11.	2,85	.	19.	0,20	1,14
21.	0,90	6,54	28.	9,60	0,67	12.	2,75	2,00	20.	0,40	0,35
22.	0,60	5,33	29.	9,20	.	13.	2,40	1,95	22.	0,90	0,76
24.	0,30	3,69	Okt. 1.	9,20	.	15.	2,00	1,43	23.	0,70	1,02
25.	0,20	3,76	2.	9,00	.	16.	1,20	.	24.	0,90	1,04
26.	0,10	3,27	3.	8,90	0,60	17.	0,95	1,37			
			4.	8,50	0,58						
			5.	8,30	0,55						
			6.	7,70	.						
			8.	8,00	.						

Mit der Formel von Murgue ist den hier vorliegenden Zusammenhängen nicht beizukommen, weil sie alle Umstände, die außer der auf Bewegung wirkenden Druckhöhe  $h$  für das Ausströmen des Gases von Bedeutung sind, in einem gemeinsamen Ausdruck, der äquivalenten Öffnung  $a$ , zusammenfaßt, der die fraglichen Vorgänge mehr verschleiert als aufhellt. Behrens hat nach dieser Formel für die einzelnen Bohrlöcher auf Grund der aus den Einzelmessungen für  $V$  und  $h$  abgeleiteten Mittelwerte die Größe von  $a$  berechnet. Für die Bohrlöcher 1–6 hat er die äquivalente Öffnung auch aus den Einzelbeobachtungen bestimmt, wobei sich für jeden Beobachtungstag andere Zahlen ergaben, die z. B. bei Bohrloch 3 bis zu 176% vom Mittelwert abwichen<sup>2</sup>. Die für die einzelnen Bohrlöcher gefundenen Mittelwerte von  $a$ , die sich zwischen 0,0007 und 3,899 qmm bewegen, bilden wohl den kürzesten Ausdruck für den starken Wechsel, dem die außer der Druckhöhe  $h$  für den Gasaustritt bestimmenden Umstände von Bohrloch zu Bohrloch unterliegen, aber sie geben über die Art dieser Umstände keinerlei Auskunft. Der hier für  $a$  angegebene Mindestbetrag bezieht sich auf

<sup>1</sup> a. a. O. S. 78.  
<sup>2</sup> a. a. O. Tafel 16.

wasserhaltige Kohle. Sieht man von den wasserführenden Bohrlöchern ab, so erhöht sich der errechnete Mindestbetrag auf 0,013 qmm, so daß sich für trockne Kohle zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Mittelwert der äquivalenten Öffnung das Verhältnis 1 : 300 ergibt. Daß der Porenquerschnitt der Kohle innerhalb so weiter Grenzen wechselt, kann wohl als ausgeschlossen gelten.

Die Unzulänglichkeit der Murgueschen Formel zur Darstellung der für den Gasaustritt aus der Kohle maßgebenden Zusammenhänge ist auch von Behrens erkannt worden. Auf S. 90 bezeichnet er diese Formel »als ein leicht anwendbares Mittel für die theoretische Definition der Gasentwicklungsvorgänge insofern, als der Begriff der äquivalenten Ausflußöffnung die sämtlichen Einwirkungen aus irgendwelchen Vorgängen bei dem Durchzug der Gase durch die Kohle zum vollen Ausdruck bringt«, und sagt dann weiter: »Es ist selbstverständlich, daß damit nicht für alle Fälle ein erschöpfender Einblick in sämtliche bei der Grubengasentwicklung vorkommende Erscheinungen gegeben ist. Wie es bei der praktischen Verwendung des Begriffs der äquivalenten Ausflußöffnung für die Grubenventilation die besondere Aufgabe ist, die Einwirkungen aufzuklären, welche besondere Vorgänge, z. B.

die plötzliche Verengung der freien Querschnitte, auf die Gestaltung der Grubenweite . . . ausüben, so wird es auch hier Sache des besondern und fortgesetzten Studiums sein müssen, die verschiedenen die äquivalente Weite der Kohle beeinflussenden Vorgänge, wie die Wirkungen des hydrostatischen Druckes, des etwaigen Zusammenvorkommens von Grubengas und Luft, der verschiedenen Temperaturen usw. zur Veranschaulichung und Aufklärung zu bringen. Die skizzierte Aufgabe ist eine weit umfassende, sie übersteigt die Kräfte des einzelnen.«

Diese Ausführungen und was Behrens sonst noch über die Anwendbarkeit der genannten Formel auf die Gasausströmung aus der Kohle und die täglichen Schwankungen der Gasspannung und der ausströmenden Gasmenge äußert, lassen den Kern der Frage, nämlich die Stärke der Spannungsschwankungen und die entgegengesetzt dazu verlaufenden gleichzeitigen Änderungen der Ausströmungsgeschwindigkeit, völlig unberührt und beweisen im Grunde nur, daß sich die Ergebnisse der über die Gasspannung und die Gasausströmung vorgenommenen Messungen nicht befriedigend deuten lassen, wenn man, wie Behrens, an der Annahme festhält, daß man es in den Kohlenflözen nur mit gasförmigem Methan zu tun hat. (Schluß f.)

## Zuschriften an die Schriftleitung.

(Ohne Verantwortlichkeit der Schriftleitung.)

Bei seiner Behandlung der Antriebsfrage bei Großventilatoren<sup>1</sup> vergleicht Herr Ingenieur Stach durch Dampf und durch Drehstrommotor angetriebene miteinander. Er kommt dabei zu einem für den elektrischen Antrieb sehr ungünstigen Ergebnis, das aber in sachlich nicht berechtigten Voraussetzungen seine Ursache hat. Die Darstellung bedarf daher der Richtigstellung.

Der Wirkungsgrad des Ventilatormotors wird mit nur 90 % eingesetzt, während Motoren gleicher Leistung bei ausgeführten Anlagen einen Wirkungsgrad von etwa 94 % ergeben haben. Für die Regelung der Drehzahl wird die Verwendung eines im Läuferstromkreise liegenden Regelwiderstandes vorausgesetzt, eines in der Tat sehr ungünstigen Mittels, das aber durch wirtschaftliche Regelarten, bei denen Energieverluste in Widerständen ganz vermieden werden, längst überholt worden ist. Für einen Vergleich des elektrischen Antriebes mit neuzeitlich ausgeführten Dampfmaschinen sollte daher eine derartige veraltete Regelweise des asynchronen Drehstrommotors beiseite gelassen werden. Vor allen Dingen wird aber für den Dampfverbrauch des Turboaggregates im Kraftwerk ein viel ungünstiger Wert eingesetzt. Stach rechnet hierfür mit 6 kg/PS<sub>est</sub>, einer Zahl, die zweifellos bei vielen Generatoren noch anzutreffen, aber für gute Turboanlagen und brauchbare Dampfverhältnisse auch schon seit Jahren als überholt anzusehen ist. Setzt man hierfür einen Wert von 4,5 kg/PS<sub>est</sub> entsprechend 6,1 kg/KW<sub>st</sub> ein, eine Zahl, die jetzt leicht erreicht wird, und rechnet man für den Ventilatormotor mit einem ebenfalls unschwer zu erzielenden Wirkungsgrad von 94 %, so ergibt sich bei voller Belastung ein Betrag von 6,43 kg, bezogen auf 1 Ventilator-PS<sub>est</sub>, statt 9 kg, wie Stach errechnet.

Nimmt man weiter die Regelung der Drehzahl des Ventilatormotors mit Hilfe einer wirtschaftlichen Regelweise an und legt z. B. die an der Ventilatoranlage der Zeche Werne<sup>2</sup> er-

rechneten Zahlen zugrunde, da diese Anlage annähernd gleiche Leistungs- und Drehzahlverhältnisse wie die von Stach angenommene Anlage besitzt, so ergeben sich folgende Vergleichswerte: Gesamtwirkungsgrad nach Stach bei einer Ventilatorleistung von 750 PS 0,66, von 300 PS 0,48; auf Zeche Werne erreichter Gesamtwirkungsgrad bei einer Ventilatorleistung von 652,2 PS 0,679, von 277 PS 0,631. Da der Ventilatorwirkungsgrad bei dieser Anlage nur 71,9 % betrug, während Stach 76 % einsetzt, sind die Zahlen von der Zeche Werne zur Erlangung von Vergleichswerten entsprechend zu erhöhen, so daß sich alsdann 71,8 % bei voller Leistung und 66,5 % bei 277 PS<sub>e</sub> ergeben.

Ähnliche Zahlen sind auf verschiedenen andern Anlagen erreicht worden, wo die Drehzahl auf andere Weise als bei der Anlage auf der Zeche Werne wirtschaftlich geregelt wird. Es ist daher nicht richtig, jetzt noch bei einem Vergleich mit Dampfmaschinen das veraltete Verfahren der Drehzahlregelung mit einem gewöhnlichen Regelwiderstand im Läuferstromkreise vorzusetzen und die erprobten bessern Mittel zu übergehen.

Der für volle Ventilatorleistung oben mit 6,43 kg/PS<sub>est</sub> angegebene Wert liegt immer noch über dem Wert, der sich nach Stach bei Dampfmaschinenantrieb des Ventilators und Verwendung des Abdampfes zur Erzeugung elektrischer Energie zu 5,67 kg/PS<sub>est</sub> ergibt. Dabei ist aber der Einfluß, den die gleichmäßige Belastung eines Ventilatormotors auf die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkes ausübt und der das Bild weiter zugunsten des elektrischen Ventilatorantriebes verschiebt, noch nicht berücksichtigt. Bei Turbogeneratoren, die keine so gleichmäßigen Anschlüsse wie einen Ventilatormotor speisen und die infolgedessen die ganzen von einem normalen Grubenbetrieb hervorgerufenen Schwankungen auszuhalten haben, ist der spezifische Dampfverbrauch nicht wenig ungünstiger, als wenn diese Schwankungen, anteilmäßig gerechnet, durch einen so günstigen Stromverbraucher, wie ihn ein großer Ventilatormotor darstellt, in weitgehendem Maße ausgeglichen werden.

<sup>1</sup> Glückauf 1923, S. 789.

<sup>2</sup> Glückauf 1912, S. 949.

Diese Gesichtspunkte können natürlich nur von Fall zu Fall zahlenmäßig in Rechnung gestellt werden; bei einem Vergleich zwischen beiden Antriebsarten dürfen sie aber ebensowenig unerwähnt bleiben wie die Ersparnisse an Schmier- und Putzmitteln sowie an Wartung. Ferner muß der Fall wenigstens erwähnt werden, daß die elektrische Energie in einem mit Großgasmaschinen arbeitenden Kraftwerk erzeugt wird, in welchem Falle die Überlegenheit des elektrischen Antriebes ganz erheblich ist. Wird für den elektrischen Antrieb mit Erzeugung der Energie durch alte, unwirtschaftlich arbeitende Anlagen gerechnet, so stellt sich selbstverständlich der elektrische Antrieb zu ungünstig; dann sollte man aber die Verbesserung der Energieerzeugung, sei es durch Errichtung eines neuen, wirtschaftlich arbeitenden Kraftwerkes, sei es durch Anschluß an ein entfernter liegendes günstiges Werk, ins Auge fassen, statt kurzer Hand den Antrieb durch eine Kolbendampfmaschine zu wählen.

Professor W. Philippi, Berlin.

Aus den vorstehenden Ausführungen des Herrn Professors Philippi sei zunächst festgestellt, daß der elektrische Ventilatorantrieb trotz Einrechnung der höchsten bisher erreichten Wirkungsgrade und Dampfverbrauchszahlen dem unmittelbaren Dampftrieb bei Verwendung des Abdampfes zur Erzeugung elektrischer Energie immer noch wirtschaftlich unterlegen ist. Unter Berücksichtigung der von Philippi angegebenen Zahlenwerte wird der Mittelwert aus der Reihe 21 meiner Zahlentafel 3 dann 6,52 kg/Luft · PS<sub>e</sub>, wie leicht nachzuprüfen ist. Der Dampfverbrauch bei elektrischem Betrieb liegt also gegenüber dem Mittelwert von 5,9 aus Reihe 13 um  $\frac{(6,52-5,9) \cdot 100}{5,9} = 10,5\%$  höher als bei Abdampfverwertung.

Demnach besteht noch eine durchaus beachtenswerte Dampfersparnis, wenn man die von mir eingesetzten Verbrauchszahlen mit den von Philippi angegebenen erreichbaren Höchstwerten vergleicht. Nehme auch ich solche für die Berechnung der Reihe 10 (Abdampfleistung an den Klemmen) in Anspruch und führe ich den bei neuesten Abdampfturbinen erreichten Mittelwert von 15,5 kg/KWst in die Rechnung ein, so ergeben sich bei Benutzung der Reihenummern meiner Zahlentafel 3 folgende hier in Betracht kommende Werte:

1. Luftleistung . . . . .	PS <sub>e</sub>	300	400	500	600	700	750
7. Dampfverbrauch kg/st		3180	4200	5200	6100	7000	7350
9. Abdampfverbrauch . kg/KWst		16	15,8	15,5	15,3	15,1	15
10. Abdampfleistung an den Klemmen	KW	198	266	335	400	463	500
11. . . . . dsgl.	PS <sub>e</sub>	270	365	460	550	635	685
12. Summe 1 + 11 . . . . .	PS <sub>e</sub>	570	765	960	1150	1335	1435
13. Dampfverbrauch nach Nr. 12 . . . . .	kg/PS <sub>est</sub>	5,6	5,5	5,4	5,3	5,24	5,1

Der Mittelwert aus Reihe 13 ist 5,35; der Dampfverbrauch bei elektrischem Antrieb mit der Philippischen Zahl 6,52 wird dann sogar um  $\frac{(6,52-5,35) \cdot 100}{5,35} = 22\%$  höher als bei Abdampfverwertung.

Berechnet man die Mehrkosten des elektrischen Ventilatorantriebes allein für Kohle unter Annahme eines Preises von 25 Goldmark für 1 t mittelguter Steinkohle mit siebenfacher Verdampfung bei jährlich 8000 Betriebsstunden und einer mittleren Luftleistung von 500 PS<sub>e</sub>, entsprechend 5200 kg stündlichem Dampfverbrauch (vgl. Reihe 7), so ergeben sich rd. 32700 Goldmark im Jahr ohne Rücksicht auf die erhöhten Anteile für Kesselbetrieb, Löhne, Instandhaltung usw. Vergleicht man noch die vorstehenden Reihen 1 und 11, so erhält man das beachtenswerte Ergebnis, daß die durch Abdampf der Ventilatormaschine erzeugte Klemmenleistung nur 8–10% niedriger ist als die Luftleistung des Ventilators. Eine Zeche

mit einem Einziehschacht und zwei Ausziehschächten, von denen einer mit kleinerer Leistung an der Feldesgrenze liegt, wäre demnach in der Lage, diesen mit der Abfallenergie des Hauptventilators zu betreiben.

Hierdurch ist unwiderleglich bewiesen, daß der unmittelbar gekuppelte Ventilator mit Abdampfverwertung in jedem Falle erheblich wirtschaftlicher arbeitet als der beste, mit fast verlustfreier Regelung ausgestattete elektrisch angetriebene Ventilator, der seinen Strom aus der günstigst arbeitenden Turbinenzentrale erhält. Dieses Bild würde sich sehr wahrscheinlich noch weiter zugunsten des Dampfventilators verschieben, wenn man die anteiligen Beschaffungskosten beider Antriebsarten in die Rechnung einführen würde, was aber hier außer Betracht bleiben möge.

Philippi führt als Überlegenheit den günstigen Einfluß der gleichmäßigen Belastung des Ventilatormotors auf die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkes an, gibt aber gleichzeitig zu, daß dieser Gesichtspunkt nur von Fall zu Fall zahlenmäßig in Rechnung gestellt werden kann. Tatsache ist aber, daß viele Zechen diesem zweifellos wichtigen Gesichtspunkt die Wirtschaftlichkeit des Ventilatorantriebes voranstellen und selbst bei gleicher Wirtschaftlichkeit dem Dampftrieb den Vorzug geben, weil die Bewetterung der Grube dadurch unabhängig von zufälligen Störungen im elektrischen Netz und dem daran hängenden Zechenbetrieb wird.

Hinsichtlich der laufenden Betriebskosten für Schmier, Putzmittel und Wartung ist zu bemerken, daß hierbei der Ventilator selbst für beide Antriebsarten ausscheidet, die neuzeitliche Dampfmaschine aber infolge der weitgehenden Rückgewinnung des Zylinderöls für weitere Verwertung und vermöge ihrer betriebssicheren Arbeitsweise im Rahmen eines großen Maschinenparks keine ausschlaggebenden Mehrkosten gegenüber dem elektromotorischen Antrieb verursacht.

Die Überlegenheit des elektrischen Antriebes bei Stromerzeugung durch Großgasmaschinen kann meines Erachtens nur für solche Zechen geltendgemacht werden, die an große Hochofengaszentralen angeschlossen sind, während Zechen mit Koksofengasmaschinen in vielen Fällen dem Dampfventilator den Vorzug gegeben haben. Dies hängt nicht zuletzt mit den noch keineswegs überwundenen erheblichen Schwierigkeiten zusammen, die sich dem unbedingt zuverlässigen Betrieb von Koksgasmaschinen entgegenstellen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß sich durch die bestechende Einfachheit des unmittelbar gekuppelten Dampfventilators der geschichtlichen Entwicklungskurve des Ventilatorantriebes, die sich im letzten Jahrzehnt für den Elektromotor besonders günstig zu gestalten schien, jetzt ein stark ansteigender Ast angefügt hat, dessen Höhepunkt durch die Bestrebungen zur Einführung höchster Dampfspannungen in weite Ferne gerückt sein dürfte. Trotzdem wird es immer noch genug Freunde des elektrischen Antriebes geben und Gelegenheiten, ihn an besonders geeigneten Stellen mit Vorteil anzuwenden.

Ingenieur E. Stach, Bochum.

Auf die vorstehenden Bemerkungen nur noch eine kurze Antwort.

Stach läßt für den elektrischen Antrieb die unwirtschaftliche Regelung mit Hilfe eines in den Läuferstromkreis geschalteten Widerstandes anscheinend fallen, so daß nach dieser Richtung eine Meinungsverschiedenheit wohl nicht mehr besteht. Dafür stellt er aber seinen Zahlenvergleich insofern auf eine andere Grundlage, als er statt eines Dampfverbrauches von 18 kg/KWst für die Niederdruckturbine einen Wert von 15,5 kg/KWst einsetzt, den von mir für eine Kondensations-turbine angegebenen Wert von 4,5 kg/PS<sub>est</sub> aber als günstigste bisher erreichte Dampfverbrauchszahl bezeichnet; dies trifft nicht zu. Mir liegt für eine Leistung von 5000 KW, 13 at und 300° Dampftemperatur ein Angebot mit einem Dampfverbrauch

von 4,25 kg/PS<sub>est</sub> vor, der also noch 5% günstiger als die von mir ursprünglich angegebene Zahl ist. Weiter ist zu dem Zahlenvergleich Stachs zu bemerken, daß er, während er für den Antriebsmotor des Ventilators die Leitungsverluste mit 2% berücksichtigt, die entsprechenden Verluste bei der Dampfmaschine vernachlässigt. Ein Zuschlag von 5–10% für die Summe der Verluste zwischen Kessel und Ventilatorampmaschine einerseits sowie dieser und der Abdampfturbine andererseits wird kaum zu hoch sein.

Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkes durch Anschluß eines großen Ventilatormotors läßt Stach gelten, wenn er auch anscheinend einen Nachteil darin sieht, daß dieser Einfluß nicht allgemein zahlenmäßig in Rechnung gestellt werden kann. Die Bewertung von Fall zu Fall macht aber keine Schwierigkeiten mehr. Als Gegenwert für diese Verbesserung im Dampfverbrauch des ganzen Kraftwerkes ohne weiteres eine Herabsetzung des auf den Ventilatormotor entfallenden Dampfverbrauches von etwa 10% eingesetzt werden, welche Zahl sicherlich nicht zu hoch ist, so daß sich als Endergebnis der auf die Ventilatorleistung bezogene Dampfverbrauch, Erzeugung der Energie durch eine Turbonanlage mit zeitgemäß niedrigem Dampfverbrauch einerseits und Antrieb des Ventilators durch eine Kolbendampfmaschine mit ebenfalls zeitgemäß niedrigem Dampfverbrauch andererseits vorausgesetzt, ungefähr ebenso hoch für den elektrischen Antrieb wie für den unmittelbaren Dampftrieb stellt.

Hinsichtlich der Bemerkungen über die Zuverlässigkeit des elektrischen Antriebes und die Zuverlässigkeit von Koks-Ofengasmaschinen möchte ich mich einer Entgegnung enthalten, da hier Ansicht gegen Ansicht steht. Die Ausgaben für Schmier- und Putzmittel sowie Wartung, die bei elektrischem Antrieb sicherlich niedriger als bei Dampftrieb sind, lassen sich von Fall zu Fall leicht bewerten, haben aber im allgemeinen auf die Wirtschaftlichkeit des ganzen Antriebes keinen ausschlaggebenden Einfluß.

Den am Schluß gebrachten Hinweis auf die Änderung der Sachlage durch Einführung höchster Dampfspannungen halte ich für verfrüht, da das Gebiet der sogenannten Höchstdrücke noch ganz in der Entwicklung begriffen ist, und da jedenfalls durchaus noch nicht feststeht, ob und inwieweit die Kolbendampfmaschinen den Dampfturbinen bei den mit genügender Sicherheit erreichbaren Dampfdrücken als gleichwertig anzusehen sind.

Philippi.

Den vorstehenden Meinungs-austausch möchte ich mit nachstehender kurzer Zusammenfassung schließen:

1. Die nachgewiesene Überlegenheit unmittelbaren Ventilatorantriebes gegenüber elektrischem Antrieb mit fast verlustfreier Regelung bleibt bestehen, da jeder Fortschritt im Dampfverbrauch von Turbogeneratoren erfahrungsgemäß eine entsprechende Verbesserung im Dampfverbrauch der Kolbenmaschine auslösen wird, ebenso umgekehrt.

2. Der Dampfverlust zwischen Kessel und Ventilatormaschine muß außer Ansatz bleiben, da er auch für die Dampfturbine nicht in Anspruch genommen worden ist. Der Dampfverlust zwischen Ventilatormaschine und Abdampfturbine kann nur den örtlichen Verhältnissen entsprechend in Rechnung gestellt werden. Er läßt sich in so niedrigen Grenzen halten, daß der Dampfverbrauch bei elektrischem Antrieb immer noch bis zu 20% höher liegen wird.

3. Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkes durch Anschluß eines großen Ventilatormotors habe ich keineswegs allgemein gelten lassen. Sie kann meines Erachtens nur bei schwach belastetem Kraftwerk eintreten, ihre Bemessung auf 10% wird bei neuen Dampfturbinen nicht angängig sein, weil die Dampfverbrauchszahlen im obern Belastungsdrittel, um das es sich hier im allgemeinen handeln wird, um weit geringere Beträge abnehmen.

4. Zur Frage der Einführung höchster Dampfspannungen ist zu bemerken, daß die Kolbenmaschine nach den heute vorliegenden Entwürfen und Ausführungen anpassungsfähiger ist als die Höchstdruckturbine.

Stach.

## WIRTSCHAFTLICHES.

Berliner Preisnotierungen für Metalle  
(in Goldmark für 1 kg).

	4.	11.	18.	25.	30.
	Januar				
Elektrolytkupfer(wirebars), prompt, cf. Hamburg, Bremen oder Rotterdam . . . . .	—	—	—	1,23	1,23
Raffinadekupfer 99/99,3% . . . . .	1,07	1,06	1,03	1,07	1,06
Originalhüttenweichblei . . . . .	0,54	0,51	0,58	0,57	0,55
Originalhüttenroh-zink, Preis im freien Verkehr . . . . .	0,58	0,62	0,63	0,63	0,62
Originalhüttenroh-zink, Preis des Zinkhüttenverbandes . . . . .	—	—	—	—	—
Remelted-Plattenzink von handelsüblicher Beschaffenheit . . . . .	0,48	0,51	0,50	0,51	0,51
Originalhüttenaluminium 98/99%, in Blöcken, Walz- oder Drahtbarren . . . . .	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Originalhüttenaluminium dgl. in Walz- oder Drahtbarren 99% . . . . .	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Banka-, Straits-, Australzinn, in Verkäuferwahl . . . . .	4,45	4,60	4,70	4,75	4,45
Hüttenzinn, mindestens 99% . . . . .	4,35	4,45	4,55	4,60	4,35
Rein nickel 98/99% . . . . .	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Antimon-Regulus . . . . .	0,63	0,65	0,65	0,65	0,68
Silber in Barren, etwa 900 fein . . . . .	88,00	88,50	88,00	86,50	87,25

Die Preise verstehen sich ab Lager in Deutschland.

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse.

	In der Woche endigend am	
	25. Jan.	1. Febr.
Benzol, 90er, Norden . . . 1 Gall.	1/3	1/2
„ „ Süden . . . „	1/3	1/2
Toluol . . . . .	1/8	1/6
Karbonsäure, roh 60% . . . „	3/—	2/9
„ krist. 40% . . . „		1/10
Solventnaphtha, Norden . . . „		1/1
„ Süden . . . „		1/2
Rohnaphtha, Norden . . . „		1/8 1/2
Kreosot . . . . .	1/9 3/4	1/10 1/4
Pech, fob. Ostküste . . . 1 l. t	85	82/6
„ fas. Westküste . . . „	82/6—90	82/6—87/6
Teer . . . . .		82/6

Auf dem Markt für Teererzeugnisse gaben die Preise teilweise nach. Kreosot und Solventnaphtha waren gesuchter, während Karbonsäure flau und Rohkarbonsäure schwächer waren. Benzol ging um 1 d, Pech an Ost- und Westküste um 2/6 s zurück.

Der Inlandmarkt für schwefelsaures Ammoniak lag ruhig. Da die Ausfuhrpreise augenblicklich niedriger sind als die amtlichen Inlandnotierungen, wird sich die Lage zunächst nicht ändern.

### Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der mit dem 1. Februar 1924 endigenden Woche.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Nachdem der Eisenbahnerausstand beendet ist, scheint ein Hafentarbeiterausstand den Markt von neuem bedrohen zu wollen. Zunächst wirkte jedoch die Beilegung des Eisenbahnerstreiks erlösend auf die wirre Marktlage, vor allem Newcastles, wo der Geschäftsgang in den letzten 14 Tagen vollkommen ins Stocken geraten war. Aufträge und Nachfragen liefen in der Ausstandszeit zwar reichlich ein, konnten jedoch infolge von Beförderungsschwierigkeiten nicht erledigt werden. Mit Wiederaufnahme der vollen Markttätigkeit kamen die alten Preise in Geltung, sie erhöhten sich aber im Laufe der Woche fast durchweg. Kessel- und Gaskohle waren sehr begehrt, besonders fest lagen beste Sorten. Beste Kesselkohle, Blyth und Tyne, notierten 25–26 s, zweite Sorten 23–24 s. Unge-siebte Kesselkohle wurde zu 22–23 s, kleine Kesselkohle zu 15/6–16 s für Blyth-, 14–14/6 s für Tyne- und 16 s für besondere Sorten gehandelt. Gaskohle, beste Sorte, erzielte 25 bis 26 s, zweite Sorte 23–24 s und besondere 25 s. Koks-kohle war sehr knapp und fest zu alten Preisen (24–26 s). Bunkerkohle lag fest, während Koks sich erholte und 33/6 bis 37/6 s für Gießerei- und Hochofensorten und 40–42 s für Gaskoks notierte.

2. Frachtenmarkt. Der Chartermarkt war sehr flau, nur die Ostküste war etwas lebhafter; die Beilegung des Eisenbahnerausstandes hatte noch keinen Einfluß auf die Lage. Cardiff war still, desgleichen die kleinern Häfen. Am Tyne war das Geschäft infolge besserer Eisenbahnverbindungen

wesentlich günstiger. Abschlüsse auf spätere Lieferung waren jedoch nicht möglich, und die Frachtsätze richteten sich ganz nach den Beförderungsverhältnissen. In allen Bezirken war die Nachfrage sehr rege, so daß alsbald nach Rückkehr geordneter Zustände eine Besserung der Marktlage zu erwarten ist. Mit Sicht-Abschlüssen hält man im Hinblick auf den bevorstehenden Hafentarbeiterausstand zurück. Unter den wenigen Notierungen sind zu nennen Tyne-Rotterdam mit 4/10 1/2 s und Tyne-Hamburg mit 5/3 s.

### Deutschlands Außenhandel in Erzen, Schlacken und Aschen sowie in Erzeugnissen der Hüttenindustrie im Oktober 1923.

	Eisen- u. Manganerz usw.		Schwefelkies usw.		Eisen und Eisenlegierungen		Kupfer und Kupferlegierungen	
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
t	t	t	t	t	t	t	t	t
Monatsdurchschnitt								
1921	619 194	30 466	81 741	203 989	13 889	4 056		
1922	1 002 782	72 585	208 368	221 184	18 834	7 225		
Januar 1923	867 376	78 295	287 647	236 709	18 589	5 815		
Februar . . .	269 382	49 063	101 527	209 965	13 679	5 507		
März . . . .	148 199	33 511	107 205	143 853	12 415	5 440		
April . . . .	144 419	21 935	154 288	143 213	12 016	4 206		
Mai . . . . .	100 063	4 962	134 947	135 605	10 748	4 122		
Juni . . . . .	208 230	47 209	141 442	107 151	10 000	4 566		
Juli . . . . .	144 445	20 077	190 918	131 870	8 582	3 749		
August . . . .	130 588	28 377	221 112	132 789	9 646	5 346		
September . .	287 424	27 352	181 003	117 913	9 583	4 871		
Oktober . . .	121 939	24 861	165 403	121 396	8 525	5 345		

Erzeugnisse	Einfuhr			Ausfuhr		
	Oktober		Jan.—Okt.	Oktober		Jan.—Okt.
	1922	1923	1923	1922	1923	1923
t	t	t	t	t	t	
Erze, Schlacken und Aschen.						
Antimonerz, -matte, Arsenerz . . . . .	170	73	1 049	10	3	9
Bleierz . . . . .	1 431	875	8 357	1	50	2 681
Chromerz, Nickelerz . . . . .	2 012	55	5 802	85	—	65
Eisen-, Manganerz, Gasreinigungsmasse, Schlacken, Aschen (außer Metall- und Knochenasche), nicht kupferhaltige Kiesabbrände . . . . .	1 316 345	121 939	2 422 066	26 307	25 148	383 284
Gold-, Platin-, Silbererz . . . . .	3	—	25	—	—	—
Kupfererz, Kupferstein, kupferhaltige Kiesabbrände . . . . .	18 799	1 677	29 996	20	715	9 526
Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit), Markasit u. a. Schwefelerze (ohne Kiesabbrände) . . . . .	74 592	24 861	335 641	385	—	935
Zinkerz . . . . .	4 556	3 552	35 072	1 548	4 148	37 671
Wolframerz, Zinnerz (Zinnstein u. a.), Uran-, Vitriol-, Molybdän- und andere nicht besonders genannte Erze . . . . .	1 225	588	6 595	—	—	0,7
Metallaschen (-oxyde) . . . . .	1 587	695	6 677	144	102	606
Hüttenerzeugnisse.						
Eisen und Eisenlegierungen . . . . .	296 301	165 403	1 685 491	246 074	121 396	1 480 361
Davon:						
Roheisen, Ferromangan usw. . . . .	41 077	30 872	290 850	26 105	5 875	83 457
Rohluppen usw. . . . .	42 020	18 426	257 086	12 484	468	88 951
Eisen in Stäben usw. . . . .	104 328	58 901	509 878	43 765	9 523	163 312
Bleche . . . . .	14 946	14 670	137 948	23 469	11 714	157 847
Draht . . . . .	5 440	9 009	81 568	16 254	9 776	102 324
Eisenbahnschienen usw. . . . .	16 037	21 795	176 076	36 259	3 011	63 666
Drahtstifte . . . . .	0,3	—	21 <sup>1</sup>	5 413	4 656	45 926
Schrot . . . . .	62 334	4 539	170 570	12 554	32 709	322 052
Aluminium und Aluminiumlegierungen . . . . .	595	422	4 853	656	617	6 471
Blei und Bleilegierungen . . . . .	5 416	4 364	31 300	2 303	1 359	11 982
Zink und Zinklegierungen . . . . .	4 672	2 797	43 055	2 186	1 065	8 135
Zinn und Zinnlegierungen . . . . .	584	346	4 965	187	216	1 418
Nickel und Nickellegierungen . . . . .	267	78	1 390	18	21	399
Kupfer und Kupferlegierungen . . . . .	14 692	8 525	113 782	7 446	5 345	48 965
Waren, nicht unter vorbenannte fallend, aus unedlen Metallen oder deren Legierungen . . . . .	29	30	153	1 965	1 554	13 407

<sup>1</sup> Hauptsächlich Rückware.

Wöchentliche Indexzahlen.

Stichtag	Kleinhandel				Woche vom	Großhandel					
	Reichsindex einschl. Bekleidung		Teuerungszahl »Essen« einschl. Bekleidung			Teuerungsbilfinger der Ind.- u. Hand.-Zeitg. einschl. Kulturausgaben		Großhandelsindex der Ind.- u. Hand.-Zeitg.		Großhandelsindex des Stat. Reichsamts	
	1913 = 1	+ geg. Vorwoche %	1913 = 1	+ geg. Vorwoche %		1913 = 1	+ geg. Vorwoche %	1913 = 1	+ geg. Vorwoche %	1913 = 1	+ geg. Vorwoche %
in Tausend											
Anf. Juli	22		29		Anf. Juli	16		39		Anf. Juli	34
„ Aug.	150		148		„ Aug.	78		241		„ Aug.	483
„ Sept.	1 845		2 058		„ Sept.	2 208		5 862		„ Sept.	2 982
„ Okt.	40 400		45 743		„ Okt.	59 580		133 900		„ Okt.	84 500
„ Nov.	98 500 000		85 890 500		„ Nov.	130 700		170 200 000		„ Nov.	129 254 400
„ Dez.	1 515 000 000		2 038 200 000		„ Dez.	1 555 800 000		1 508 000 000		„ Dez.	1 337 400 000
7. Januar	1 130 000 000		1 159 600 000		29. 12. - 4. 1.	1 266 400 000		1 346 100 000		2. Januar	1 224 000 000
14. „	1 110 000 000	-1,77	1 120 800 000	-3,35	5. 1. - 11. 1.	1 230 100 000	-2,87	1 368 300 000	+1,65	8. „	1 197 000 000
21. „	1 080 000 000	-2,70	1 109 700 000	-0,99	12. 1. - 18. 1.	1 183 600 000	-3,78	1 359 900 000	-0,61	15. „	1 198 000 000
28. „	1 060 000 000	-1,85	1 090 600 000	-1,72	19. 1. - 25. 1.	1 134 000 000	-4,19	1 342 300 000	-1,29	22. „	1 157 000 000
4. Febr.			1 057 800 000	-3,01	26. 1. - 1. 2.	1 105 400 000	-2,52	1 316 800 000	-1,90	29. „	1 148 000 000

Goldniveau des Großhandelsindex<sup>1</sup> des Stat. Reichsamts im 2. Halbjahr 1923. 1913 = 100.

	Lebensmittel	Industriestoffe		Inlandswaren	Einfuhrwaren	Gesamtindex
		insges.	davon Kohle u. Eisen			
1923						
3. Juli	77,7	109,5	97,1	81,5	125,2	88,8
10. „	98,3	130,5	122,8	104,0	136,9	109,5
17. „	96,3	137,5	137,0	105,1	138,7	110,7
24. „	72,6	95,5	82,9	73,3	116,8	80,6
31. „	55,5	97,1	82,6	61,4	113,3	70,0
7. August	44,4	93,5	75,8	52,1	108,8	61,5
14. „	59,1	156,1	170,3	88,2	116,5	92,9
21. „	62,5	156,2	171,3	90,1	120,2	95,1
28. „	65,3	196,9	233,9	109,3	120,7	111,2
4. Sept.	64,6	155,4	168,0	90,7	124,0	96,3
11. „	51,9	112,5	98,5	61,3	131,8	73,0
18. „	66,0	165,9	174,2	93,2	138,6	100,8
25. „	90,3	191,9	213,3	120,1	153,3	125,7
2. Okt.	68,2	190,4	213,1	104,1	144,3	110,8
9. „	64,9	187,6	211,0	101,4	138,5	107,6
16. „	85,8	160,7	161,6	103,0	156,2	111,9
23. „	85,6	154,2	161,0	102,3	145,4	109,5
30. „	101,2	156,6	161,0	114,1	152,3	120,5
6. Nov.	113,5	157,8	161,7	123,6	155,8	129,0
13. „	121,4	154,2	160,7	128,9	152,5	132,8
20. „	133,3	156,4	159,3	137,4	160,9	141,3
27. „	134,2	157,3	160,4	138,2	162,7	142,3
4. Dez.	121,8	156,1	160,1	128,1	162,0	133,7
11. „	112,5	155,4	160,1	121,8	155,7	127,4
18. „	107,2	156,7	160,4	117,5	159,4	124,5
27. „	103,6	150,9	151,7	112,5	157,8	120,0
1924						
2. Jan.	108,8	147,9	147,1	115,3	158,0	122,4
8. „	106,9	143,6	140,2	117,7	159,9	119,7
15. „	106,9	143,9	140,0	111,4	161,6	119,8
22. „	100,6	144,0	140,0	106,5	162,0	115,7
29. „	98,9	144,6	140,0	104,2	167,8	114,8

<sup>1</sup> Über Dollarkurs vom gleichen Tage umgerechnet.

Deutschlands Außenhandel in Nebenerzeugnissen der Steinkohlenindustrie im November 1923.

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1922 t	1923 t	1922 t	1923 t
Steinkohlenteer	4594	812	3087	1719
Steinkohlenpech	4697	34	1175	3390
Leichte und schwere Steinkohlenteeröle, Kohlenwasserstoff, Asphaltnaphta	1330	3975	5139	3693
Steinkohlenteerstoffe	510	595	586	527
Anilin, Anilinsalze	12	—	205	46

Der Steinkohlenbergbau Polnisch-Oberschlesiens im November 1923<sup>1</sup>.

Monat	Steinkohle		Koks	Belegshaft in den			
	insges.	arbeits-tätlich		Preßkohle	Kohlen-gruben	Koke-relen	Preßkohlen-fabriken
1000 t							
Monats-durchschnitt 1922	2 131	86	111	17	143 409	3928	244
1923							
Januar	2 330	93	113	16	147 424	4179	212
Februar	2 102	91	102	19	147 324	4175	225
März	2 413	93	120	22	146 874	4185	221
April	2 132	89	114	21	147 482	4215	276
Mai	1 947	85	114	25	147 602	4227	301
Juni	2 258	90	113	32	146 995	4231	399
Juli	2 348	90	117	31	148 093	4241	327
August	2 380	92	123	33	149 591	4274	373
September	2 279	91	121	31	150 764	4270	414
Oktober	2 015	75	109	30	150 883	4235	413
November	2 329	93	118	28	151 062	4286	417
zus. bzw. Durchsch.	24 533	89	1266	289	148 554	4229	325
November							
	1922 t	1923 t	Januar - November				
			1922 t	1923 t			
Hauptbahnversand:							
Kohle	1 500 630	1 435 938	16 326 894	17 524 803			
davon nach dem							
Inland	519 264	626 652	8 239 197	6 406 108			
Ausland	981 366	809 286	8 087 697	11 118 695			
davon nach							
Deutschland <sup>2</sup>	648 817	503 296	3 419 668 <sup>3</sup>	7 525 029			
Polen			1 194 228				
Deutsch-Österreich	193 418	201 449	2 061 284	2 064 006			
Tschechoslowakei	32 569	37 484	261 444	662 101			
Ungarn	38 079	15 526	204 440	307 799			
Danzig	37 553	13 417	221 193	215 589			
Schweiz	6 758	2 825	11 369	147 770			
Schweden	7 248	1 545	24 643	23 268			
Koks			63 001	762 531			
davon nach dem							
Inland			51 528	544 389			
Ausland			11 473	218 142			
davon nach							
Deutschland <sup>2</sup>			1 829	124 377			
Deutsch-Österreich			6 787	53 118			
Italien			—	2 903			
Danzig			1 007	14 763			
Schweiz			640	9 833			
Jugoslawien			345	5 154			

<sup>1</sup> Nach Angaben des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännlichen Vereins, Kattowitz. <sup>2</sup> Einschl. D.-O.-S. <sup>3</sup> Nur Juli bis November.

Aus der vorstehenden Zusammenstellung ist zu ersehen, wie sich in dem jetzt polnischen Teil Oberschlesiens die Kohlen-, Koks- und Preßkohlegewinnung (in 1000 t) sowie die Belegschaft seit Januar 1923 entwickelt haben.

Die Nebenproduktengewinnung bei der Steinkohlenförderung stellte sich im November auf 4670 t Rohteer (Jan.—Nov. 47 685 t), 639 (7310) t Teerpech, 422 (4411) t Teeröle, 1280 (13211) t Rohbenzol, 1529 (16 127) t schw. Ammoniak und 51 (428) t Naphthalin.

## PATENTBERICHT.

### Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 17. Januar 1924.

5 b. 862 363. Bohr- und Schrämkronenfabrik G. m. b. H., Sulzbach (Saar). Doppelschelle mit Kralle zur Befestigung der selbsttätigen Vorschubeinrichtung für Preßluftbohrhämmer an Streckenbogen und am Streckengleise. 16. 10. 23.

5 c. 862 438. Trubel & Cie., Dortmund. Kappschiene-konsole. 20. 12. 23.

20 h. 862 286 und 862 288. Heinz Steinhart, Zülz (Schles.). Vorrichtung zum Eingleisen auf Schienen laufender und entgleister Transportmittel. 9. 11. 23.

20 h. 862 287. Hans Steinhart, Zülz (Schles.). Versteifungen an Vorrichtungen zum Eingleisen auf Schienen laufender und entgleister Transportmittel. 9. 11. 23.

20 i. 862 207. ATG Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Leipzig-Großschocher. Weiche für Hängebahnen. 31. 3. 23.

### Patent-Anmeldungen,

die vom 17. Januar 1924 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1 a, 6. C. 31 488. Marcel Croquet, Montigny-le-Tilleul (Belgien). Stromapparat mit aufsteigenden Strömen. 16. 12. 21.

5 d, 2. D. 39 912. Heinrich Düsdieker, Langendreer. Abdichtung für mechanisch bewegte Wittertüren. 29. 6. 21.

5 d, 3. H. 92 977. Dr.-Ing. Fritz Heise, Bochum. Abdampferverwertungsanlage für Bergwerke; Zus. z. Anm. H. 92 759. 2. 3. 23.

10 a, 17. F. 54 386. Heinrich Freise, Bochum. Austragvorrichtung für Kokskühltürme und Schachtöfen. 16. 7. 23.

12 e, 2. E. 28 759. Elektrische Gasreinigungs-G. m. b. H., Charlottenburg, und Dr. H. Rohmann, Saarbrücken. Verfahren zur elektrischen Gasreinigung. 30. 11. 22.

12 e, 2. M. 70 241. Erwin Möller, Brackwede (Westf.). Verfahren und Vorrichtung zur elektrischen Abscheidung von Schwebekörpern aus isolierenden, besonders gasförmigen Flüssigkeiten; Zus. z. Anm. M. 56 977. 26. 7. 20.

12 e, 2. M. 73 242. Metallbank und Metallurgische Gesellschaft A. G., Frankfurt (Main). Elektrische Gasreinigungsanlage mit Rohrelektroden; Zus. z. Anm. M. 73 094. 26. 3. 21. V. St. Amerika 5. 6. 19.

12 i, 32. O. 12 949. Oberschlesische Kokswerke A. G., Berlin, und Dr. Alexander Supan, Hindenburg. Verfahren zur Herstellung aktiver Kohle. 15. 4. 22.

12 i, 32. P. 46 193. Carl Rademacher & Co., Chem. Fabrik, Prag. Gewinnung und Regenerierung von Entfärbungskohle. 7. 5. 23. Tschechoslowakei 19. 3. 23.

12 r, 1. B. 109 680. Karl Burkhart, Augsburg. Apparat zur kontinuierlichen Destillation von Teer. 17. 5. 23.

20 e, 16. T. 27 601. Peter Thielmann, Silschede (Westf.), und Fa. Heinrich Vieregge, Holthausen bei Plettenberg (Westf.). Förderwagenkupplung. 31. 3. 23.

34 a, 9. R. 55 129. Karl Reitz und Wilhelm Scheer, Gelsenkirchen. Führungsschiene für Förderkörbe. 16. 2. 22.

35 a, 16. G. 58 848. Arthur Graff, Berlin. Fangvorrichtung; Zus. z. Anm. G. 57 886. 10. 4. 23.

61 a, 19. C. 26 678. Drägerwerk, Heinrich und Bernhard Dräger, Lübeck. Mit Einlage versehene Ätzkaliplatte für Luftreinigungspatronen von Atmungsgeräten und ortfesten Anlagen. 4. 4. 17.

61 a, 19. D. 43 406. Dr.-Ing. Alexander Bernhard Dräger, Lübeck. Gasmaske mit innen liegendem Wischbeutel. 5. 2. 16.

74 b, 4. N. 21 693. Willy Nellißen, Bielefeld. Vorrichtung zum Anzeigen von Gasen, bei der die Diffusion die Anzeige der Gase bewirkt. 20. 12. 22.

74 b, 4. N. 21 804. Willy Nellißen, Bielefeld. Vorrichtung zur Erzielung einer wiederholten Anzeigemöglichkeit von Gasen durch Diffusionsapparate. 26. 1. 23.

78 e, 2. B. 107 946. Curt Bunge, Nicolai, Kr. Pleß (O.-S.). Verfahren, die Initialkraft von Sprengkapseln mit hohlem Boden zu erhöhen. 9. 1. 23.

### Deutsche Patente.

5 a (2). 381 706, vom 11. Juli 1922. Otto Schaub in Winterthur, Zürich (Schweiz). *Verfahren zur Herstellung von Bohrungen, besonders Tiefbohrungen, und Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens.*

In den Hohlraum zwischen zwei achsgleichen Rohren, deren Enden durch einen Kranz von Leitschaukeln miteinander verbunden sind, soll Wasser von hohem Druck und in den Hohlraum des innern der beiden Rohre eine Schleifmasse (Tonbrei mit einfachem Sand oder Korundsand) eingeführt werden. Diese wird durch das mit großer Geschwindigkeit tangential aus den Leitschaukeln ausströmende Druckwasser mitgerissen und schleift aus dem Gestein einen röhrenförmigen Hohlraum aus. Die die Leitschaukeln tragenden Enden der Rohre können verdickt und oberhalb der Leitschaukeln kann ein Kranz von entgegengesetzt gerichteten Leitschaukeln angeordnet sein. Man kann die Leitschaukeln auch in einem besonders Rohrstück anbringen, das mit den Rohren achsrecht verschiebbar verbunden ist und mit einer Signallvorrichtung in Verbindung steht, die in Tätigkeit tritt, wenn das Rohrstück auf die Bohrlochsohle aufstößt.

5 a (4). 381 707, vom 4. Februar 1922. Hans Langens in Landau (Rheinpf.). *Vorrichtung zum Fangen von Rohren für Tiefbohrungen mit einem Spreizer für die Angriffsbacken.*

Die den Spreizer der Vorrichtung tragende Stange, auf der ein die federnden Angriffsbacken tragender Ring verschiebbar angeordnet ist, hat unterhalb dieses Ringes einen als Anschlag für ihn dienenden Bund und ist mit dem Spreizer durch ein Gewinde verschraubt, das entgegengesetzte Steigung hat wie das Gewinde, das zum Verschrauben der Stange mit dem Gestänge dient. Der die Angriffsbacken tragende Ring läßt sich durch eine Schraubenfeder auf der Stange nach unten drücken.

5 b (9). 382 361, vom 19. Oktober 1921. August Kohring in Gerthe (Westf.) und Rudolf Höing in Essen. *Schrämwerkzeug für den Abbau von Kohlen und andern Mineralien.*

Mit dem Kolben eines Preßlufthammers ist ein Sägeblatt verbunden, das in am Hammergehäuse befestigten Schienen geführt ist, die an ihren freien, durch ein Querstück miteinander verbundenen Enden einen nach der Seite vorstehenden Dorn tragen. Das Sägeblatt wird in ein Bohrloch eingeführt und alsdann um den Dorn um 90° geschwenkt. Dabei erzeugt das durch den Arbeitskolben hin- und herbewegte Blatt einen Schram.

5 b (9). 382 362, vom 9. April 1922. Maschinenfabrik Westfalia A. G. in Gelsenkirchen. *Selbsttätige Vorschubeinrichtung für Stangenschrämmaschinen.*

Ein Windwerk, dessen Zugmittel mit der Schrämmaschine verbunden wird, ist auf einer Grundplatte verschiebbar gelagert und in der Zugrichtung durch Federn abgestützt. Die im Betriebe durch den wechselnden Schrämwiderstand und die Federn hervorgerufenen Verschiebungen des Windwerkes auf der Grundplatte bewirken eine selbsttätige Regelung des Vorschubes der Schrämmaschine, indem z. B. durch die Hin- und

Herbewegungen des Windwerkes das eine Rad eines in dessen Antrieb eingeschalteten Reibungsgetriebes auf dem als Scheibe ausgebildeten andern Rad in radialer Richtung verstellt, eine Kupplung ein- und ausgerückt oder die Zuführung des Betriebsmittels zum Antriebsmotor des Windwerkes mehr oder weniger abgestellt wird. Auf der Grundplatte können Bremsklötze so angeordnet sein, daß sie das Windwerk beim Überschreiten eines bestimmten Schrämwiderstandes selbsttätig zum Stillstand bringen.

5b (9). 382 687, vom 21. August 1921. Gustav Middellmann in Hörde. *Einrichtung zum Schrämen von Kohle*. Zus. z. Pat. 381 581. Längste Dauer: 23. Juni 1939.

Der den Schrämkopf mit seinem Gestänge und Antriebsmotor tragende Rahmen der durch das Hauptpatent geschützten Einrichtung ist in wagerechter Richtung schwenkbar an einem Gleitstück gelagert, das auf einem parallel zum Arbeitsstoß, z. B. zwischen Spannsäulen, zu befestigenden Träger längs verschieb- und feststellbar ist.

5b (12). 382 529, vom 1. Dezember 1922. Gustav Rott-hauwe in Dortmund-Brackel. *Schutzventil für den Preßluftbetrieb untertage*. Zus. z. Pat. 375 222. Längste Dauer: 27. Juni 1940.

Das Ventil wird außer durch einen einfachen Gewichts- hebel durch einen z. B. mit Hilfe eines Exzenters auf diesen Hebel wirkenden zweiten Gewichtshebel in der Abschlußlage festgehalten und fest in diese Lage gedrückt.

5d (5). 381 103, vom 15. Februar 1922. Paul Császár in Baglyasalja (Ung.). *Bremsberg zur Grubenförderung*. Priorität vom 12. Dezember 1921 beansprucht.

Der die Seilscheiben der Bremsbergförderung tragende Teil ist als Schwelle für das Gleis des Bremsberges ausgebildet und wird durch die Schienen festgehalten. Zum Befestigen der Schienen auf dem die oberste Schwelle des Bremsberggleises bildenden Träger der Seilscheiben können auf diesen befestigte bügelförmige Laschen dienen, und als Fördergefäße lassen sich am untern Ende verschließbare Rinnen verwenden, an die das Zugseil unter dem Boden hinter dem obern Laufräderpaar angreift. Für überschüssiges Seil kann unter dem Boden der Fördergefäße ein Gehäuse vorgesehen sein.

10a (5). 381 913, vom 9. Februar 1923. Collin & Co. in Dortmund. *Gaswechseinrichtung für Regenerativkoksöfen u. dgl.*

Die Einrichtung besteht aus Dreiweghähnen mit Kükem, deren Bohrung und Umfang in einem solchen Verhältnis zueinander stehen, daß während eines Teils der Drehung des Kükens von einer Endstellung zur andern beide Abzweigungen geschlossen sind und daher die Gaszuführung zwischen dem Zugwechsel der Verbrennungsluft unterbrochen wird, ohne daß ein Stillstand der Einrichtung eintritt.

10a (22). 382 386, vom 1. April 1920. Charles Howard Smith in Short Hills, Essex, New Jersey (V. St. A.). *Verfahren zur Herstellung fester, rauchlos verbrennender Brikette*. Priorität vom 3. April 1918 beansprucht.

Kohle soll auf etwa 440–650°C erhitzt und der dabei verbleibende Rückstand nacheinander mit Wasser oder Dampf gekühlt, mit Pech gemischt und zu Briketten gepreßt werden. Die fertigen Brikette erhitzt man alsdann auf etwa 1010°C.

10a (30). 380 035, vom 20. Oktober 1921. Dr.-Ing. Heinrich Koppers in Essen. *Vorrichtung zur Destillation fester Brennstoffe, besonders bei niedrigen Temperaturen*. Zus. z. Pat. 375 461. Längste Dauer: 1. August 1936.

Eine auf beiden Stirnseiten offene Drehtrommel ist in ein geschlossenes Gehäuse eingebaut, durch dessen eine Stirn- wand die Zuführungsleitungen für das Destillationsgut und für die nach dem Hauptpatent als Wärmeträger dienenden Festkörper in die Trommel eingeführt sind.

21g (20). 378 224, vom 20. September 1922. »Erda« A.G. in Göttingen. *Vorrichtung zur Bestimmung von Richtung, Intensität und Polarisationszustand elektrischer Wellen, besonders zu Erderforschungszwecken in Bergwerken*.

Der Empfänger der Vorrichtung besteht aus einer um eine wagerechte und um eine senkrechte Achse meßbar drehbaren Rahmenantenne und einem umlaufenden oder schwingenden Kondensator, der die Abstimmung des Empfangs- systems zeitweise in den Grenzen ändert, in denen das System durch die Umgebung bei seiner Lageveränderung verstimmt wird. Der Kondensator, der zweckmäßig nur einen Teil der in das System eingeschalteten Kapazität darstellt, kann so schnell gedreht werden, daß er für den Beobachter einen fortlaufenden Ton erzeugt.

40a (1). 381 203, vom 4. Dezember 1921. Sociedad Metalurgica Chilena »Cuprum« in Valparaiso (Chile). *Verfahren zur Vorbereitung schwefelhaltiger Erze zur Gewinnung von Metallen durch Auslaugen*. Zus. z. Pat. 377 307. Längste Dauer: 15. Januar 1936.

Die Erze sollen, nachdem sie eine gewisse Zeit vorge- röstet sind, zerkleinert und dann unter Zusatz von Oxydations- mitteln bzw. Salpeter fertig geröstet werden.

40a (46). 381 205, vom 21. Oktober 1921. Josef Winsch in Berlin-Grünwald. *Vorrichtung zur Herstellung von Metallen, besonders von Wolfram, aus Metalloxyden mit Hilfe reduzierender Gase*.

Die Metalloxyde sollen mit Hilfe einer an beiden Enden mit Gaseinlaß- und Gasauslaßöffnungen versehenen Patrone in das Drehrohr eines Drehrohrrofens eingeführt werden. Dieses ist im Innern mit Anschlägen versehen, welche die Patrone mitnehmen. Die letztere kann im Innern mit An- schlägen versehen sein, durch die das Reduktionsgut mitge- nommen wird, bis es frei abfällt. Das Ende des Drehrohres kann mit einem hohlen Ring umgeben sein, dessen Hohlraum einerseits mit dem Innern des Drehrohres, andererseits mit der Zuführungsleitung für ein reduzierendes Gas in Verbin- dung steht.

42c (11). 381 133, vom 24. September 1921. Boleslaw Lukasiewicz in Kopalnia Kazimierz via Granica (Polen). *Vorrichtung für genaue Messungen von Bergwerks- strecken unter Zuhilfenahme eines Theodoliten*. Zus. z. Pat. 310 546. Längste Dauer: 26. April 1928.

Die mit Libellen versehenen Meßteilungen der durch das Hauptpatent geschützten Vorrichtung sind auf einem Dreifuß angeordnet, der auf dem Stativ eines Theodoliten befestigt und mit Stellschrauben darauf verstellbar ist. Infolgedessen läßt sich der Höhenabstand des Nullpunktes der Meßteilungen von der obern Platte des Stativs ändern. Die Rollen, auf die das Meßband aufgelegt wird, können auf einer Ringscheibe gelagert sein, die dreh- und feststellbar mit einer auf dem Stativ vorgesehenen Ringscheibe verbunden ist.

46d (5). 382 574, vom 9. November 1921. Maschinen- bau-A.G. H. Flottmann & Comp. in Herne (Westf.). *Schüttelrutschenmotor*.

Der Motor hat einen Stufenkolben, von dem jede Stufen- fläche für sich oder beide Stufenflächen gleichzeitig beauf- schlägt werden können. Die Einstellung der Beaufschlagung kann durch einen Hahn mit mehreren Bohrungen erfolgen.

74b (4). 381 993, vom 6. Dezember 1921. Heinrich Freise in Bochum. *Vorrichtung zum Anzeigen von schlagenden und matten Wetter*. Zus. z. Pat. 381 992. Längste Dauer: 2. Juli 1939.

Der nach dem Hauptpatent zum Anzeigen der Wetter dienende Riechstoff ist bei der Vorrichtung in einem starren Behälter untergebracht, dessen Austrittsöffnung mit einem an einer Stange befestigten Ventil versehen ist. Das freie Ende der Stange ist mit dem einen Ende eines aus zwei Metall- streifen bestehenden, am andern Ende fest eingeklemmten Bogenstückes verbunden, dessen einer Metallstreifen mit Platin- schwamm belegt ist.

78e (4). 381 258, vom 15. August 1922. Vittorio Mar- tignoni in Molassana b. Genua. *Sicherheitszündschnur*.

Die Zündschnur ist in rohem Zustand oder, nachdem sie mit Pech behandelt ist, mit einem Überzug versehen, der aus Guttapercha, Kautschuk, Füllmitteln (Baryt oder Kaolin) und Bindemitteln (Asphalt, Pech, Rizinusöl oder Ozokerit) besteht,

die in einem Walzenmischer ohne Anwendung von Lösungsmitteln im festen Zustand zu einer gleichmäßigen Masse verarbeitet sind. Diese Überzugmasse wird durch ein erwärmtes Zieheisen gleichmäßig über die Schnur verteilt und darauf der Ruhe überlassen, so daß sie ohne Anwendung künstlicher Kühlmittel erstarrt.

81 e (15). 382 669, vom 8. Februar 1923. Maschinenfabrik Halbach, Braun & Co. G. m. b. H. in Blombacherbach b. Barmen-Rittershausen. *Verfahren zum Antrieb von Schüttelrutschen mit einem einfach wirkenden Preßluftmotor.*

Die Rutsche wird in der Arbeits-(Förder-)richtung durch den Preßluftmotor und in der entgegengesetzten Richtung durch einen ständig beaufschlagten, d. h. unter Druck stehenden Gegenzylinder bewegt. Dieser ist beim Arbeitshub des Motors z. B. durch ein vor seiner Einstromöffnung angeordnetes Rückschlag-(Kugel-)ventil so abgeschlossen, daß sich bei diesem Hub die in dem Zylinder befindliche Luft zusammenpreßt. Bei Verwendung eines Kugelventiles zum Abschließen des Gegenzylinders kann dieses in einer in den Zuführungsstutzen des Zylinders eingesetzten Hülse angeordnet sein, die an einem Ende auf einem Ventil Sitz aufruhet, welcher durch einen in das Ventilgehäuse geschraubten Ring gegen die Hülse gepreßt wird.

81 e (15). 382 681, vom 4. Oktober 1921. Dipl.-Ing. Rudolf Goetze in Bochum. *Antriebsvorrichtung für Schüttelrutschen mit Hilfe zweier Kolben o. dgl.*

Die Kolben zweier achsrecht zueinander angeordneter Zylinderpaare, von denen das eine, als Luftverdichter wirkende Paar ortfest angeordnet und das andere durch eine Gelenkstange mit der Schüttelrutsche verbunden ist, sind durch ihre Kolbenstangen miteinander verbunden und werden durch einen gemeinschaftlichen Kurbeltrieb zwangsläufig hin- und herbewegt. Die die Kolben tragenden Kolbenstangen sowie die Kolben der mit der Rutsche verbundenen Zylinder sind achsrecht durchbohrt; die Kolben der ortfesten Zylinder haben eine radiale, in die achsrechte Bohrung der Kolbenstangen mündende Bohrung, und die ortfesten Zylinder sind am hintern Ende mit einer Eindrehung versehen, die so bemessen ist, daß der vordere Raum der beweglichen Zylinder mit dem hintern Raum der ortfesten Zylinder am Ende des mit dem Förderhub der Rutsche zusammenfallenden Rückhubes der ortfesten Zylinder in Verbindung tritt. In dem vordern Raum der letztgenannten wird beim Förderhub der Rutsche Luft angesaugt und diese beim Rückhub der Rutsche in den hintern Raum der Zylinder gedrückt oder in diesen Raum gesaugt und hier beim Förderhub der Rutsche verdichtet, bis sie am Ende des Hubes in den vordern Raum der mit der Rutsche verbundenen Zylinder übertritt. Infolgedessen wird die Rutsche durch die verdichtete Luft zuerst zum Stillstand gebracht und dann zurückbewegt.

81 e (22). 382 674, vom 22. November 1921. Georg Diancourt in Niederbonsfeld b. Essen. *Stirnkipper für Bergewagen.*

Auf dem Gleis der Kippe ist eine Bühne gelagert, deren vorderer Rand nach Art eines Bremsschuhes ausgebildet ist und die hinter diesem Rand eine Öffnung hat, durch die beim Kippen der Wagen auf der Bühne die vordere Kante der Wagen hindurchtritt. Zum Kippen kann eine mit einer Handkurbel versehene Windtrommel dienen, die in einem mit einem Haken auf einem wagerecht angeordneten Stempel aufgehängt und auf einem zweiten wagerechten Stempel aufliegenden Bügel gelagert ist und deren Zugmittel über den zu kippenden Wagen angebracht und am hintern Ende des Untergestelles des Wagens befestigt wird.

81 e (25). 381 408, vom 3. August 1922. Firma Carl Still in Recklinghausen. *Vorrichtung zum Verladen von glühendem Koks aus Koksöfen in Verladekübel.*

Die Vorrichtung besteht aus einer zur Aufnahme eines Förderkübels dienenden fahrbaren, oben offenen und seitlich mit einer Einschütrutsche versehenen Kammer, deren obere Öffnung beim Hinablassen eines Kübels in die Kammer durch den frei auf dem Kübel aufliegenden Kübeldeckel verschlossen wird.

81 e (26). 382 675, vom 11. April 1922. Georg Diancourt in Niederbonsfeld b. Essen. *Vorrichtung zum Aufnehmen und Verladen von Massengut in Bergwerken, Steinbrüchen u. dgl.*

Auf den Verbindungsbolzen zweier endloser Förderketten sind mehrere Haken nebeneinander so angeordnet, daß sie beim Umlauf der Ketten um eine untere, oberhalb des untern Endes einer schräg ansteigenden Rinne nachgiebig gelagerte Umkehrrolle umkippen und dabei in das Verladegut eindringen. Bei ihrer weiteren Bewegung befördern die Haken das vor ihnen liegende Gut in die Rinne und schieben es in dieser aufwärts, bis es am Ende oder durch eine Aussparung der Rinne in die unter dieser stehenden Förderwagen fällt.

81 e (26). 382 682, vom 1. Februar 1920. William Edgar Moody in Columbus, Ohio (V. St. A.). *Maschine zum Abräumen von Kohle.*

Rechtwinklig zu einer endlosen Fördervorrichtung, durch welche die Kohle in Förderwagen befördert wird, ist auf einer Plattform, die sich an dem Gestell der endlosen Fördervorrichtung entlang verschieben läßt, eine mit Greifern versehene endlose Fördervorrichtung so angeordnet, daß ihre Greifer das sich bei der Bewegung der Plattform auf diese schiebende Gut erfassen und über die Plattform auf die quer zu dieser fördernde endlose Fördervorrichtung schieben. Unterhalb der Plattform ist ein Motor angeordnet, der gleichzeitig zum Bewegen der Plattform und zum Antrieb der auf dieser arbeitenden Fördervorrichtung dient.

## BÜCHERSCHAU.

### Zur Besprechung eingegangene Bücher.

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

- Adreßbuch der amtlichen Bahnspediteure. Nach amtlichem Material zusammengestellt unter Mitwirkung der Vereinigung Deutscher Bahnspediteure e. V. 152 S. Berlin, H. Apitz.
- Cornu, Felix: Blätter liebenden Gedenkens und Verstehens. Ein Familienbuch für den Freundeskreis; mit Widmungen namhafter Zeitgenossen, naher Freunde und einer Lebensskizze von seiner Mutter. Nebst einer Auswahl wissenschaftlicher Arbeiten des Verewigten. 148 S. mit Abb. und 1 Bildnis. Dresden, Theodor Steinkopff.
- Deutsches Kranbuch. Im Auftrage des Deutschen Kranverbandes e. V. bearb. von A. Meves. 101 S. mit 41 Abb. und 2 Taf. Berlin, Deutscher Kran-Verband e. V.
- Emperger, F.: Handbuch für Eisenbetonbau. 3., neu bearb. Aufl. In 14 Bdn. 14. Bd. Gebäude für besondere Zwecke. II: Silos und landwirtschaftliche Bauten, bearb. von H. Dörr und O. Mund. 316 S. mit 539 Abb. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn.

Hofmann, Friedrich: Das Dreherbuch. Gewindeschneiden auf der Leitspindeldrehbank, Konischdrehen, Berechnung der Zahnräder, Geschwindigkeiten an der Drehbank und anderes. (Bibl. der gesamten Technik, Bd. 297.) 48 S. mit 25 Abb. Leipzig, Dr. Max Jänecke.

—: Das Fräserbuch. Die Teilapparate, das Fräsen von Spiralen, Stirn-, Schrauben- und Schneckenrädern nach dem Teil- und Abwälzverfahren, von Kegelrädern und anderes. (Bibl. der gesamten Technik, Bd. 298.) 36 S. mit 28 Abb. Leipzig, Dr. Max Jänecke.

Krug, Carl: Die Praxis des Eisenhüttenchemikers. Anleitung zur chemischen Untersuchung des Eisens und der Eisen-erze. 2., verm. und verb. Aufl. 208 S. mit 29 Abb. Berlin, Julius Springer.

Melsbach, Erich: Deutsches Arbeitsrecht. Zu seiner Neuordnung. 245 S. Berlin, Walter de Gruyter & Co.

Mitteilungen aus der Versuchsanstalt der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A. G. Abt. Dortmunder Union, Dortmund. Bd. 1, Jahrg. 1923. H. 1, S. 1—40 mit Abb.

H. 2, S. 41—72 mit Abb. und 7 Bildtaf. H. 3, S. 73—120 mit Abb. und 1 Bildtaf.  
 Redlich, K. A. und Stanczak, W.: Die Erzkorkommen der Umgebung von Neuberg bis Gollrad. Redlich, K. A.: Der Erzzug Vordernberg-Johnsbachtal (1. Eisenerz, 2. Radmer, 3. Johnsbachtal). (Bergbaue Steiermarks, T. 10 und 11.) 144 S. mit Abb. und 7 Taf. Wien, F. Deuticke.

Seifert, Paul: Die elektrischen Schweißverfahren. (Sonderausgabe aus Bibl. der gesamten Technik, Bd. 263: Schweißen und Löten. 3. Aufl. S. 134—177.) Mit Abb. Leipzig, Dr. Max Jänecke.  
 —: Die autogene Schweißung. (Sonderausgabe aus Bibl. der gesamten Technik, Bd. 263: Schweißen und Löten. 3. Aufl. S. 30—103.) Mit Abb. Leipzig, Dr. Max Jänecke.

## ZEITSCHRIFTENSCHAU.

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 des Jahrgangs 1923 veröffentlicht. \* bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

### Mineralogie und Geologie.

Gesetzmäßige Raumerfüllung in Kristallen. Von Henglein. Z. Elektrochem. Bd. 30. Jan. 1924. S. 5/12\*. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten bei der Raumerfüllung.

Ergebnisse der Röntgenuntersuchung über den Kristallbau. Von Groß. Z. Elektrochem. Bd. 30. Jan. 1924. S. 1/5. Bericht über neuere Versuchsergebnisse.

Verwerfung und Ölqualität. Von Höfer-Heimhalt. Petroleum. Bd. 20. 20.1.24. S. 83. Beobachtung, daß die Dichte des Rohöls mit der Annäherung an die Verwerfung allmählich abnimmt.

Oil prospect in Southern Alberta. Von Williams. Can. Min. J. Bd. 44. 30.11.23. S. 949/50. Ergebnis der Erdölbohrungen im südlichen Kanada. Schichtenaufbau. Aussichten.

Geologie des niederrheinischen Kalibezirks. (Forts.) Techn. Bl. Bd. 14. 19.1.24. S. 11. Verlauf der Salzgrenze. Verbreitung von Trias, Kreide und Tertiär. (Schluß f.)

Important silver-lead discovery near Glongurry, Queensland. Min. J. Bd. 144. 12.1.24. S. 25. Kurze Angaben über ein neuentdecktes Blei-Silbererz-Vorkommen in Australien.

Discovery of bauxite in B. C. Von Dunn. Can. Min. J. Bd. 44. 30.11.23. S. 947/8. Angaben über Bauxitfunde in Britisch-Kolumbien.

L'anomalie magnétique de Koursk. Von Dlougatch. Rev. mét. Bd. 20. Dez. 1923. S. 836/7\*. Kurze Mitteilung über die Abweichungen der Magnetnadel an vielen Punkten im Gouvernement Kursk, ihre Ursachen und Bedeutung.

### Bergwesen.

Alberta coals. Coll. Guard. Bd. 127. 11.1.24. S. 92/3\*. Beschreibung einer Vorrichtung zur Entnahme von Kohlenproben in der Grube. Untersuchung und Lagerung der Kohle. Beschreibung eines Luft-Kalorimeters.

New Almaden, a century-old quicksilver camp. Von Boone. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 22.12.23. S. 1060/1\*. Geschichte der in Kalifornien gelegenen Quecksilbergrube.

Das Santa-Fé-Springs-Erdölfeld in Kalifornien. Von Case. Z. Ver. Bohrtechn. Bd. 32. 15.1.24. S. 9/12. Geschichtliches. Bohrkosten. Geologisches. Der Gashorizont. (Schluß f.)

Making copper 600 miles north of Vancouver. Von Clapp. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 22.12.23. S. 1067/75\*. Geologische Verhältnisse, bergmännische Erschließung, Hüttenanlage der bedeutenden Granby-Kupfergrube in Britisch-Kolumbien.

The Chino enterprise. Von Rickard. (Forts.) Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 29.12.23. S. 1113/21\*. Angaben über die Bohrarbeiten und die Verfahren zur Schätzung der Erzvorräte sowie über den Abbau der Lagerstätte in Tagebaubetrieben. (Schluß f.)

Measuring depth accurately in rotary well drilling. Von Wolf. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 29.12.23. S. 1122/3\*. Verfahren zur genauen Bestimmung der Tiefe von Bohrlöchern.

Das Gefrierverfahren beim Schachtabteufen. Von Landgraaber. (Schluß.) Kohle Erz. Bd. 21. 19.1.24. Sp. 21/4. Das Tiefkälteverfahren. Abfrieren und Abteufen in Absätzen.

Skivbrytningsmetodens tillämpning inom Grängesberg Exportfält. Von Fredenberg. Jernk. Ann. Bd. 107. 1923. H. 7. S. 221/79\*. Ausführliche Beschreibung der

Abbauverfahren beim unterirdischen Eisenerzbergbau in Grängesberg.

Zur Frage des Abbauverlustes im Braunkohlentiefbau. Von Schwahn. Braunkohle. Bd. 22. 19.1.24. S. 637/40\*. Nachprüfung und kritische Beleuchtung der im Braunkohlen-Archiv erschienenen Abhandlung von Haenel.

Liquid oxygen explosives—further facts. Von James. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 22.12.23. S. 1062/6\*. Untersuchung über die Wirkung verschiedener Sprengstoffe mit flüssiger Luft.

Praktische Winke zur Wirtschaftlichkeit des Preßluftbetriebes. Von Proksch. Kohle Erz. Bd. 21. 19.1.24. Sp. 17/22. Beschreibung verschiedener Vorrichtungen zur Beaufsichtigung und Herabsetzung des Preßluftverbrauches im Grubenbetriebe.

Some recent developments in steel wire ropes. Von Taylor. Can. Min. J. Bd. 44. 28.12.23. S. 1023/5. Neuerungen in der Flechtart und Herstellung von Drahtseilen.

The ventilation of development ends. Coll. Guard. Bd. 127. 11.1.24. S. 93/4. Kurze Angaben über die Bewetterung von Vorrichtungsarbeiten.

The extinction of flame from mining explosives. Von Hiscock. Ir. Coal Tr. R. Bd. 108. 18.1.24. S. 90/4\*. Ausführliche Abhandlung über die Verfahren zur Prüfung von Sicherheitssprengstoffen.

The relighting of lamps underground. Coll. Guard. Bd. 127. 11.1.24. S. 95/6. Bericht des Grubenlampenausschusses über die verschiedenen Vorrichtungen zur Entzündung von Grubenlampen untertage.

Work of the fuel research board. Ir. Coal Tr. R. Bd. 108. 18.1.24. S. 87/8. Bericht über die Tätigkeit des Kohlenforschungsausschusses: Aufnahme der Kohlenvorräte, gewöhnliche und Tieftemperaturverkokung, Kohlengefüge, sonstige Forschungen. Die Versuchsstation.

Om tråköls självantändnings. Von Bergström. Jernk. Ann. Bd. 107. 1923. H. 9. S. 309/50\*. Eingehende Untersuchungen über die Selbstentzündung der Steinkohle.

Selective flotation a feature at the Magistral-Ameca Plant. Von Payne. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 29.12.23. S. 1105/8\*. Beschreibung der Bergwerksbetriebe und der Aufbereitung einer oxydische und sulfidische Kupfererz fördernden Grube. Angaben über die Schwimmaufbereitung und die dazu verwandten Öle.

A comparative test of cyanide of different grades. Von Bond. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 29.12.23. S. 1112\*. Vergleichende Versuche über die Wirkung verschiedener Lösungen von Zyanid.

### Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Vergasung minderwertiger Brennstoffe mit Urteergewinnung für Industriefeuerungen und Gaskraftmaschinen. Von Freund. Chem. Zg. Bd. 48. 23.1.24. S. 41/3\*. Bauart und Betrieb der Heller-Generatoren.

Die Normung von Planroststäben. Von Küppers. Feuerungstechn. Bd. 12. 15.1.24. S. 57/8. Vorteile der Normung. Coal handling at Zilwaukee. Von Eddy. El. Wld. Bd. 82. 29.12.23. S. 1314/6\*. Kohlenbeförderungsvorrichtungen in einem Großkraftwerk.

Die Kesselbaustoffe. Von Goerens. Z. V. d. I. Bd. 68. 19.1.24. S. 41/47\*. Beziehungen zwischen Werkstoffeigenschaften sowie Konstruktionsgrundlagen und Bau und Betrieb der Kessel.

High-speed air compressors. Von Walshe. Ir. Coal Tr. R. Bd. 108. 18.1.24. S. 98/9. Bauart und Betrieb von schnelllaufenden Luftverdichtern. Turbokompressoren.

#### Elektrotechnik.

Communication over 140 000-Volt line. Von Boddie. El. Wld. Bd. 82. 22.12.23. S. 1259/62\*. Bauweise einer 140 000-Volt-Freileitung.

#### Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

Über Dichte von Feinzink der Zinkraffinerie Oberspree zu Niederschöneweide bei Berlin. Von Hoffmann und Stahl. Metall Erz. Bd. 21. 1924. H. 2. S. 22/4. Mitteilung von drei Versuchen zur Dichtebestimmung.

Technische Molybdänbestimmungen. Von Binder. Chem. Zg. Bd. 48. 19.1.24. S. 37/8. Verfahren zur Untersuchung von Molybdänglanz, von Molybdänpochgangerz, Molybdänschwefel, molybdänhaltigen Bleischlämmen, Ferro-molybdän und Molybdänabfällen.

Les bronzes d'aluminium au silicium. Von Guillet. Rev. Mét. Bd. 20. Dez. 1923. S. 771/6\*. Untersuchungsergebnisse hinsichtlich des Kleingefüges, der kritischen Temperaturen, der mechanischen Eigenschaften und der Härungsverhältnisse von Kupfer-Aluminium-Silizium-Legierungen.

Considérations sur l'indice de Gruner des hauts-fourneaux soufflés à l'air suroxygéné. Von Derclaye. Rev. Mét. Bd. 20. Dez. 1923. S. 830/5\*. Betrachtungen über die Wirkung des Einblasens von Sauerstoff statt Luft auf den Gang des Hochofens.

La commande électrique des trains de laminoirs et les problèmes connexes. III. Von Dumartin. Rev. Mét. Bd. 20. Dez. 1923. S. 796/829\*. Der elektrische Antrieb der Kehrwalzwerke.

Die thermische Seite des Talbot-Verfahrens. Gieß. Zg. Bd. 21. 15.1.24. S. 28/9\*. Erörterung der Vor- und Nachteile des Talbotverfahrens an Hand von Versuchsergebnissen.

Praktische Betriebsfragen aus der Gießerei und Modelltischerei. Von König. Gieß. Zg. Bd. 21. 15.1.24. S. 21/3\*. Herstellung von Polradhälften aus Stahlguß, deren Naben durch einen Sprengkern geteilt sind.

Auswahl und Verwendung von Babbitt-Metall. Gieß. Zg. Bd. 21. 15.1.24. S. 24/5. Richtlinien für die Auswahl eines guten Lagermetalls. Das Ausgießen der Lager mit allen dabei zu berücksichtigenden Maßnahmen.

Über die Massenwirkung beim Eisenguß. Gieß. Zg. Bd. 21. 15.1.24. S. 26/7\*. Kurze Wiedergabe einer Abhandlung von Smalley über die Massenwirkung bei der Erstarrung von Gußeisen, ihre Ergebnisse und daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen.

Recherches sur la faculté de trempe de l'acier extra-doux à très haute température. Von Sauvageot und Delmas. Rev. Mét. Bd. 20. Dez. 1923. S. 777/95\*. Durchführung und Ergebnisse der Untersuchung der Härtungsfähigkeit weichen Flußeisens bei sehr hohen Temperaturen.

Pulverised coal in open-hearth furnaces. Von Lowndes. Ir. Coal Tr. R. Bd. 108. 18.1.24. S. 103. Versuche mit der Anwendung der Kohlenstaubfeuerung bei Flammöfen.

How to get the most out of electric furnace refractories. Von Gosrow. Chem. Metall. Engg. Bd. 21. 31.12.23. S. 1181/5\*. Vorschläge für zweckmäßige Herstellung, Lagerung und Verwendung feuerfester Baustoffe für Elektroöfen.

Use of aluminium to prevent steel corrosion. Von Farr. Chem. Metall. Engg. Bd. 29. 31.12.23. S. 1188/9\*. Oberflächenlegierung von Stahl mit Aluminium.

Wissenschaftliche Betriebsleitung in der Gießerei. III. Von Axelrad. (Schluß.) Gieß. Bd. 11. 19.1.24. S. 29/31. Zweckmäßige Durchführung des Taylorsystems in der Gießerei und damit zu erzielende Vorteile.

Über die Arbeitsweise mit dem Fischer-Schraderschen Aluminiumschwelapparat und die Untersuchung der damit erhaltenen Destillationsprodukte. Von Noack. Brennst. Chem. Bd. 5. 15.1.24. S. 17/22\*. Durchführung der Urteerdestillation in der Vor-

richtung von Fischer und Schrader. Aufarbeitung der einzelnen Destillationserzeugnisse.

Über den Einfluß der Temperatur auf die Urteerausbeute bei Gasflammkohlen. Von Broche. Brennst. Chem. Bd. 5. 15.1.24. S. 22/5. Versuche in der kleinen und großen Aluminiumschwelvorrichtung. Besprechung der Versuchsergebnisse.

Über Neuerungen auf dem Gebiete der Mineralölanalyse und Mineralölindustrie sowie Ölschiefer-Untersuchung und -Verarbeitung in den Jahren 1920 und 1921. Von Singer. (Forts.) Petroleum. Bd. 20. 20.1.24. S. 88/95. Neuere Forschungsergebnisse und Veröffentlichungen über die geologischen Verhältnisse der Erdöllagerstätten.

Untersuchungen an explosiblen Gas- und Dampf-Luft-Gemischen. Von Best und Fischer. Z. Elektrochem. Bd. 30. Jan. 1924. S. 29/36\*. Versuchsordnung und Versuchsergebnisse. Einfluß der Gefäßwand und der Temperatur auf die Größe des Explosionsbereichs. Einfluß von Unterdruck auf die Lage der Explosionsgrenzen. Schrifttum.

Über das Walter Hempelsche Verfahren zur Bestimmung des Heizwertes der Gase. Von Foerster und Grünert. Brennst. Chem. Bd. 5. 1.1.24. S. 1/5\*. Anwendungsmöglichkeit des Junkersschen und des Uniongaskalorimeters. Das Verfahren von Hempel und seine Anwendbarkeit.

Technik und Reaktionsgeschwindigkeit. Von Jüpiner. (Forts.) Gas Wasserfach. Bd. 67. 19.1.24. S. 58/60. Mehrmolekulare Gasreaktionen. (Schluß f.)

Beziehungen zwischen der chemischen und der mechanischen Industrie. Von Krauß. (Schluß.) Z. V. d. I. Bd. 68. 12.1.24. S. 22/4\*. Förderanlagen. Einrichtungen zum Destillieren, Trocknen, Verdampfen usw.

Thermische Analyse von Schwefelnatrium. Von Benesch. Chem. Zg. Bd. 48. 23.1.24. S. 43/4. Beschreibung eines handlichen Verfahrens zur raschen Bestimmung auf thermischem Wege.

Die Fällung wässriger Metallsalzlösungen mit Kalziumkarbonat und Kalziumhydroxyd. Von Schopper. Metall Erz. Bd. 21. 11.1.24. S. 17/22\*. Besprechung der für die hüttenmännische Gewinnung bemerkenswerten Fällung von Eisen, Zink, Arsen, Kupfer und Nickel.

Beiträge zur Kenntnis der Polymerisation von Solventnaphtha. Von Kattwinkel. Brennst. Chem. Bd. 5. 1.1.24. S. 5/6. Versuche mit Schwefelsäure als Polymerisator.

Rule of thumb displaced by modern mixing methods. Von Allen. Chem. Metall. Engg. Bd. 29. 31.12.23. S. 1186/8\*. Herstellung gleichartigen Mörtels in großen Mengen auf einer Zentralanlage.

#### Wirtschaft und Statistik.

Aus der Geschichte der sächsisch-thüringischen Braunkohlenteer- und Montanwachstumsindustrie. Von Grosse. (Forts.) Braunkohle. Bd. 27. 19.1.24. S. 641/3. Übersicht über die gegenwärtigen Gesellschaftsformen. Die Riebeckischen Montanwerke und die Werschen-Weißenfelder Braunkohlen-A. G. (Schluß f.)

Der wirtschaftliche Zusammenschluß benachbarter Gaswerke durch Gasfernleitungen. Von Westphal. Gas Wasserfach. Bd. 67. 19.1.24. S. 25/8\*. Vorteile des Zusammenschlusses an Hand von Beispielen.

Frankreichs auswärtige Erdölpolitik seit Kriegsende (1918—1923). Von Faber. (Forts.) Petroleum. Bd. 20. 20.1.24. S. 84/8. Die Lausanner Ölkonferenz. Frankreichs Beteiligung in Polen und Rumänien. (Schluß f.)

Marketing of cobalt ores and metal. Von Bateman. Engg. Min. J. Pr. Bd. 116. 22.12.23. S. 1076/7. Wirtschaftliche Bedeutung der kanadischen Kobaltvorkommen.

#### Verschiedenes.

Der Zeitakkord, sein Wesen, seine Auswirkung auf die Tarifverträge und seine Anwendung. Von Haier. Z. V. d. I. Bd. 68. 12.1.24. S. 17/21\*. 19.1.24. S. 53/6\*. Ersatz des bei fortschreitender Geldentwertung unzumutbaren Geldakkords durch den Zeitakkord. (Schluß f.)