

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 17

29. April 1933

69. Jahrg.

Untersuchung des Reibungswiderstandes von Förderwagenlagern.

Von Dipl.-Ing. W. Ostermann, Lehrer an der Bergschule in Bochum.

Während bis zur Jahrhundertwende für die Achsen der Förderwagen im Steinkohlenbergbau fast allgemein Gleitlager in einfacher und für heutige Begriffe sehr unvollkommener Ausführung verwendet wurden, ging man später nach und nach zu Wälzlagern, und zwar in der billigeren Form der Walzenlager über. Man kann annehmen, daß heute wenigstens 90% aller Förderwagen im Steinkohlenbergbau mit Walzenlagern ausgerüstet sind. Wenn diese auch gegenüber den ersten Ausführungen verbessert worden sind, so machen sich doch bei zunehmender Belastung und Fahrgeschwindigkeit Mängel geltend, die verschiedene Zechen zur Wahl anderer Achslagerungen veranlaßt haben. So sind von den Zechen der Klöcknerwerke A. G. und der Zeche Graf Bismarck Gleitlager eingeführt worden¹, die gegenüber den frühern Bauarten wesentliche Verbesserungen aufweisen. Andere Anlagen greifen die schon vor dem Kriege erörterte² Frage der Verwendung von Präzisionslagern auf. Allerdings hat man hierbei im preußischen Steinkohlenbergbau die Einführung von Kugellagern wegen ihrer Stoßempfindlichkeit aufgegeben und sich den Schräg- oder Kegelrollenlagern zugewandt.

Somit werden für die Achsen der Förderwagen Gleitlager, Wälzlager in der Ausbildung als Walzenlager³ und Präzisions-Schrägrollenlager verwendet. Welche Lagerart den Vorzug verdient, läßt sich allein durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung nachweisen, die zurzeit sehr schwierig ist, weil die dafür erforderlichen Grundlagen fehlen. Eine solche Berechnung müßte den Kapitaldienst, die Unterhaltungskosten, den Schmiermittelverbrauch, die Wartung und den Kraftverbrauch der Förderwagen mit verschiedener Achslagerung berücksichtigen. Über den Kapitaldienst und die Unterhaltungskosten könnten die Betriebe Angaben machen, wenn sie Förderwagen mit verschiedener Achslagerung einsetzen. Die Untersuchung der Kraftkosten gestaltet sich dagegen schwieriger, weil sie auf die Ermittlung des Fahrwiderstandes hinausläuft, für den bisher noch keine einwandfreien Messungen vorliegen.

Frühere Untersuchungen.

In Deutschland hat bisher nur Schulte an Förderwagen mit verschiedener Achslagerung eingehendere Versuche angestellt⁴, die wegen der inzwischen fortgeschrittenen Entwicklung der Lagerungen veraltet sind. Außerdem läßt eine nähere Betrachtung seiner

¹ Lux: Vergleich der Eignung von Rollen- und Gleitlagern für Förderwagen, Glückauf 1932, S. 612.

² Schulte: Kugel- und Rollenlagerradsätze für Förderwagen, Glückauf 1910, S. 240.

³ Der vielfach üblichen Bezeichnung »Rollenlager« vorzuziehen zum Unterschiede von Präzisions-Rollenlagern.

⁴ Schulte: Die Grubenbahnen, 1915, sowie a. a. O.

Versuchsergebnisse (Zahlentafel 1) eine große, bei den einzelnen Versuchen stark schwankende Streuung erkennen, die darauf hindeutet, daß wegen der verhältnismäßig geringen Zahl von Versuchen (meist nur zehnmäßige Wiederholung der Abläufe) nicht immer der gesamte Streuungsbereich erfaßt sein kann. Man muß daher annehmen, daß der errechnete Mittelwert nicht in allen Fällen richtig gefunden worden ist.

Zahlentafel 1. Streuung der Versuchsergebnisse bei den von Schulte durchgeführten Fahrwiderstandsmessungen an Förderwagen bei mehrmaligem Ablaufenlassen desselben Wagens.

Wagenart	Abweichung zwischen	Art der Belastung		
		un- beladen	mit Kohle	mit Bergen
1. Wagen mit Walzenlagern, länger gebraucht	Höchst- u. Mittelwert %	26	21	—
	Kleinst- u. Mittelwert %	23	31	—
	insges. %	49	52	—
2. Wagen mit Gleitlagern, länger gebraucht	Höchst- u. Mittelwert %	7	5	—
	Kleinst- u. Mittelwert %	7	2	—
	insges. %	14	7	—
3. Wagen mit Kugellagern	Höchst- u. Mittelwert %	6	6	3
	Kleinst- u. Mittelwert %	6	18	7
	insges. %	12	24	10
4. Wagen mit Kugellagern	Höchst- u. Mittelwert %	18	8	5
	Kleinst- u. Mittelwert %	2	7	16
	insges. %	20	15	21
5. Wagen mit Kugellagern	Höchst- u. Mittelwert %	20	18	15
	Kleinst- u. Mittelwert %	13	18	15
	insges. %	33	36	30

Es ist zu begrüßen, daß das von Professor Aumund geleitete Fördertechnische Institut an der Technischen Hochschule Berlin Versuche an Förderwagen mit verschiedener Achslagerung aufgenommen hat¹, um den Fahrwiderstand in gerader und gekrümmter Bahn zu messen. Wegen der großen Streuung des Fahrwiderstandes, die sich aus der Spurkranzreibung beim Schlingern der Wagen in gerader Bahn ergibt, und ferner wegen des verhältnismäßig geringen Anteiles der Lagerreibung am gesamten Fahrwiderstand ist allerdings eine Beurteilung des Einflusses der Lagerart auf den Fahrwiderstand auf Grund derartiger Versuche äußerst schwierig.

Eine Verallgemeinerung der Untersuchungsergebnisse an Förderwagen mit verschiedener Achslagerung ist nur möglich, wenn vor allem für jede Lagerart möglichst viele Wagen untersucht worden sind und feststeht, daß sich das gesamte Geläuf dieser Wagen mit Rädern und Lagern in einem technisch einwand-

¹ Fördertechn. 1931, S. 45.

freien Zustand befunden hat. Da diese Bedingungen nur schwer zu erfüllen sind, hat sich der Verfasser entschlossen, die nachstehend beschriebenen Versuche an Förderwagenlagern im Maschinenlaboratorium der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum anzustellen.

Durch die vorliegende Lageruntersuchung soll der Anteil der Lagerreibung am Fahrwiderstand ziffermäßig bestimmt werden. Mit P als Belastung ergibt sich bei R Radhalbmesser und r Zapfenhalbmesser die im Radmittelpunkt waagrecht angreifende Zugkraft Z zur Überwindung der Lagerreibung nach der bekannten Beziehung

$$Z = P \frac{\mu \cdot r}{R}$$

Hierin bedeutet μ die auf den Zapfenumfang bezogene Reibungsziffer der Lager, die man für die verschiedenen Bauarten versuchsmäßig ermitteln muß. Die Reibungsziffer ist für alle Lager bereits durch eine Reihe von frühern Versuchen¹ bestimmt und eingehend im Schrifttum behandelt worden². Für die beim Förderwagen verwendeten Lager, ihre Sonderausführungen und Arbeitsverhältnisse fehlen jedoch ausreichende Versuchsunterlagen.

Bei sämtlichen Lagerbauarten und -ausführungen ändert sich die Reibungsziffer mit der Belastung und Drehzahl. In dieser Hinsicht ist das Walzenlager bisher nur von Stribeck¹ im Jahre 1902 untersucht worden. Eingehender sind schon die Untersuchungen über Schrägrollenlager, wobei besonders auf die Arbeit von Wawrziniok¹ hingewiesen sei, wenn sich auch die von ihm geprüfte Lagerausführung von dem Förderwagenlager unterscheidet. Die Ergebnisse umfangreicher Versuche und Berechnungen an Gleitlagern lassen sich nicht ohne weiteres übernehmen, weil die beim Förderwagen übliche besondere Aus-

¹ Stribeck: Die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager, Z. V. d. I. 1902, S. 1341; Kammerer: Entstehung der Lagerversuche, Versuchsergebnisse des Versuchsfeldes für Maschinenelemente der Techn. Hochschule zu Berlin, 1920, H. 2; Klein: Reibung in Oleit-, Rollen- und Kugellagern bei aussetzendem Betrieb, Z. V. d. I. 1929, S. 1499; Wawrziniok: Versuche zur Feststellung der Arbeitsverluste durch Schrägrollenlager im Vergleich zu Gleit- und Kugellagern, insbesondere in den Naben von Kraftwagenrädern, Auto-Techn. 1929, H. 8-12.

² Gümbel und Everling: Reibung und Schmierung im Maschinenbau, 1925; Falz: Grundzüge der Schmiertechnik, 1931.

bildung vor allem aber die verwendeten Schmiermittel die Reibung maßgeblich beeinflussen. Für die Förderwagenlager kommt nämlich allein Fettschmierung in Betracht, da eine ausreichende Überwachung des Schmierzustandes im Betriebe nicht möglich ist und das Fett die Lager gegen das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit schützen muß.

Bei allen angeführten Untersuchungen ist der Einfluß der besondern Arbeitsbedingungen, wie sie bei allen Fahrzeuglagern vorliegen, unberücksichtigt geblieben. Als erster hat Miksits¹ darauf hingewiesen, daß die Erschütterung des Fahrzeuges die Lagerreibung offenbar stark beeinflußt. Daher sollen die folgenden Untersuchungen auch auf das Verhalten der Lager in erschüttertem Zustand ausgedehnt werden.

Durchführung der neuen Versuche.

Die Lagerreibung ist dargestellt durch das Reibungsmoment

$$M = \mu \cdot P \cdot r.$$

Hierin bedeutet P die radiale Lagerbelastung und r den Zapfenhalbmesser. Es kommt also darauf an, mit einer geeigneten Meßeinrichtung dieses Reibungsmoment zu ermitteln.

Meßeinrichtung.

Die verwendete Meßeinrichtung ist in den Abb. 1 bis 3 wiedergegeben. Auf einer Versuchswelle sind die 4 gleichen Versuchslager a angeordnet, von denen die beiden innern Lager durch die obern Querstücke b und die beiden äußern Lager durch die untern Querstücke c miteinander verbunden sind. Mit Hilfe der Federn d werden die beiden innern Lager von oben und die beiden äußern von unten gegen die Welle gepreßt. Die Lagerbelastung läßt sich somit durch die Federn einstellen. Das ganze System von Lagern nebst Querstücken und Federn ist um die Welle in den Lagern frei beweglich und so ausgewogen, daß sein Schwerpunkt genau in der Mitte der Welle liegt. Treibt man die von den Kugellagern e getragene Versuchswelle durch die Riemenscheibe f von außen an, so wird das System entsprechend der Lagerreibung in

¹ Miksits: Die Fahrwiderstände verschiedener Flurbahnen, Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung, H. 76, S. 13.

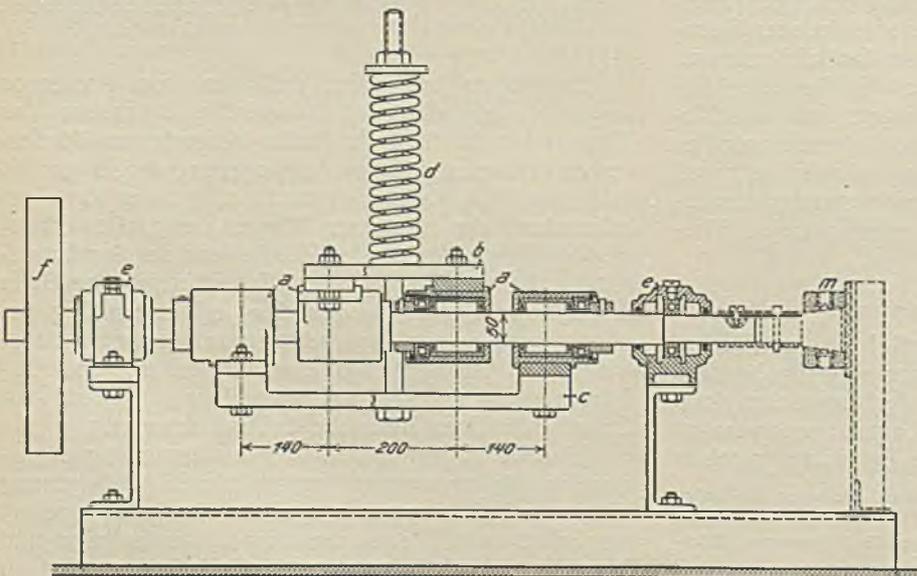


Abb. 1.

Abb. 1 und 2. Lagerprüfstand.

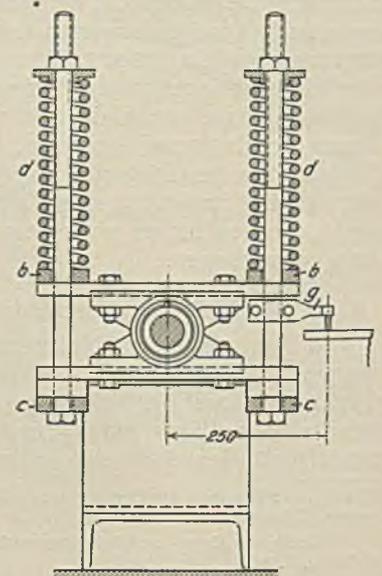


Abb. 2.

Drehrichtung mitgenommen. Der hierbei von dem Hebelarm g auf eine Waage übertragene Druck Q vervielfacht mit der Länge des Hebelarmes $l = 25$ cm ergibt das Reibungsmoment für die vier Lager, so daß das eines Lagers $M = \frac{1}{4} \cdot Q \cdot l$ ist. Die Reibungsziffer μ berechnet sich daraus zu

$$\mu = \frac{1/4 \cdot Q \cdot l}{P \cdot r}$$

Die Belastung wurde durch die Federn in den Grenzen von 100–400 kg je Lager verändert entsprechend dem Lagerdruck bei den heute gebräuchlichsten Förderwagen in leerem Zustand und bei Beladung mit Kohle oder Bergen¹. Die von dem Federdruck abweichende Belastung der äußeren und inneren Lager beeinflusst das Meßergebnis nicht, solange sich das Reibungsmoment verhältnismäßig mit der Belastung ändert, wie dies bei den Wälzlagern annähernd der Fall ist. Bei den Gleitlagern kommt dadurch jedoch ein Fehler in die Messungen, der im allgemeinen unter 0,5 % bleibt und nur bei den unter Erschütterung geprüften Gleitlagern vereinzelt 2,4 % erreicht.

Die Drehzahl wurde durch Regelung des Antriebsmotors sowie durch Einschaltung eines Vorgeleges in den Grenzen zwischen 50 und 400 U/min geändert; dies entspricht bei 50 mm Achsdurchmesser und 350 mm Raddurchmesser Fahrgeschwindigkeiten² von 0,92–7,33 m/s.

Außer bei gleichförmiger Belastung sollten die Lager auch unter Erschütterung untersucht werden. Der Lagerprüfstand wurde darum gemäß Abb. 3 durch eine Druckluft-Erschütterungseinrichtung erweitert. Gegen die Querstücke b (Abb. 1 und 2) ist das Trageisen h geschraubt, an dessen überragenden Enden je ein Druckluftzylinder i befestigt ist. Der Kolben k stützt sich auf die Enden des Trageisens l , das an den Querstücken c befestigt ist. Den Zylindern wird über ein Druckminderventil zur Einhaltung eines völlig gleichen Druckes durch den mit der Versuchswelle unmittelbar gekuppelten Hahn m (s. Abb. 1) bei jeder

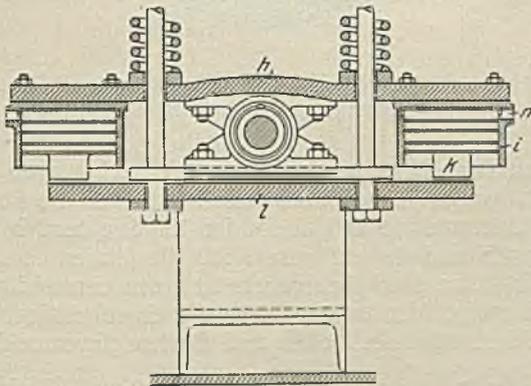


Abb. 3. Anordnung der Druckluft-Erschütterungseinrichtung.

¹ Nach den statistischen Erhebungen des Bergbau-Vereins in Essen (Glückauf 1931, S. 1221, Zahlentafel 1) betrug Anfang 1929 der durchschnittliche Wageninhalt im Ruhrbergbau 713 l, wobei die große Mehrzahl der Wagen ein Fassungsvermögen von 700–750 l besaß. Der entsprechende genormte Wagen nach DIN BERG 550 faßt 750 l, wiegt leer 535 kg, bei Beladung mit Förderkohle und 0,9 t/m³ Schüttgewicht 1210 kg und bei Beladung mit Bergen und 1,3 t/m³ Schüttgewicht 1510 kg.

² Die Fahrgeschwindigkeit im Steinkohlenbergbau beträgt in Abbaustrecken bei Verwendung von Abbaulokomotiven oder Schlepperhaspeln im allgemeinen 1 m/s, kann aber bergpolizeilich bis zu 3 m/s genehmigt werden. In Hauptstrecken ist die Fahrgeschwindigkeit im allgemeinen für 3 oder 4 m/s, in einem Einzelfalle für 6 m/s bergpolizeilich genehmigt.

Umdrehung einmal Druckluft zugeführt und wieder entzogen. Bei dieser Einrichtung wirkt der Kolbendruck des Druckluftzylinders entlastend auf den durch die Federn eingestellten gleichförmigen Lagerdruck. Zur Überwachung des Belastungsverlaufes sind Indikatoren — Stützen n — angebracht.

Ausführung und Arbeitsweise der Förderwagenlager.

Über die verschiedenen Förderwagenlager habe ich bereits früher berichtet¹. Nachstehend wird die Bauart der bei den Versuchen verwendeten Lager kurz beschrieben und etwas näher auf ihre Arbeitsweise eingegangen.

Gleitlager.

Als Gleitlager wurde zunächst die in Abb. 4 wiedergegebene Ausführung der Zechen der Klöcknerwerke A. G. auf den Versuchsstand gebracht. In dem Gehäuse a befindet sich die dicht gegossene Graugußbüchse b , die mit 0,2 mm Lagerspiel die geschliffene Achse umschließt. Entsprechend der Ausbildung im Förderwagen-Radsatz enthält auch das Versuchslager

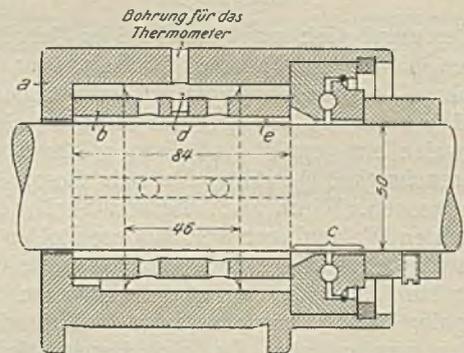


Abb. 4. Versuchs-Gleitlager 1 der Klöcknerwerke.

das Axialdruck-Kugellager c , das sich gegen den Stellring legt. Zur Aufnahme des Fettvorrates hat die Büchse b den äußeren Ringraum d , der mit 4 um 90° versetzten Längsnuten e durch je zwei Bohrungen von 8 mm Dmr. in Verbindung steht. Ein in die äußere Längsnut hineingreifender Vorsprung des Gehäuses a hindert die Gleitbüchse daran, sich mitzudrehen.

Wie sich bei den Versuchen zeigte, war mit diesem Lager schon bei verhältnismäßig geringer Belastung und Drehzahl eine ständige Flüssigkeitsreibung nicht zu erreichen. Die Schmiermittel müssen durch ihr Eigengewicht in dem Ringraum nach unten vordringen, um dann durch die zwei Bohrungen hochzusteigen, wobei sie vermöge ihrer Haftfähigkeit von der Achse erfaßt und in die belastete Lagerhälfte unter Bildung des Schmiermittelkeiles hochgehoben werden. Die Zuführung des Fettes zur Achse wird aber infolge der kleinen Bohrungen in der Büchse, durch die das Fett nur kraft seines Eigengewichtes eindringt, sehr erschwert. Ferner erfährt der Schmiermittelfilm eine Unterbrechung durch die Nuten im tragenden Teil der Büchse, die durch Bohrungen mit dem Ringraum in Verbindung stehen.

Das in Abb. 5 dargestellte Versuchsgleitlager 2 ist in Anlehnung an das erste Gleitlager verbessert worden. Es enthält zum Unterschied von diesem keine Nuten im tragenden Teil der Gleitbüchse. Außerdem ist die Fettzufuhr vom äußeren Ringraum zur Achse auf

¹ Ostermann: Die Förderwagenlager, Bergbau 1930, S. 445.

der unbelasteten Lagerseite durch die breite Öffnung *a* erleichtert, von der aus sich die Schmiermittel durch Nuten, die nach außen hin auslaufen, auf die ganze Lagerbreite verteilen. Während beim Gleitlager 1 eine Achse von 50 mm Dmr. verwendet worden ist, entsprechend dem Achsdurchmesser aller übrigen Lager, wurde beim Versuch mit dieser Bauart der Durchmesser zur bessern Vermeidung von Kantenpressungen infolge Durchbiegungen der Achse auf 55 mm erhöht.

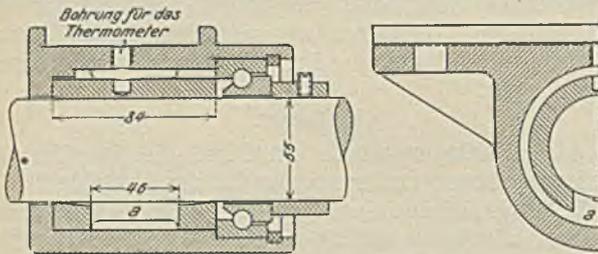


Abb. 5. Versuchs-Gleitlager 2 (verbesserte Ausführung).

Walzenlager.

Da es unmöglich war, sämtliche im Bergbau verwendeten Walzenlagerbauarten, im besondern die sehr zahlreichen Korbausführungen zu untersuchen, habe ich zunächst das Walzenlager auf seine zweckmäßige Arbeitsweise hin geprüft und dann solche Lager für den Versuchsstand gewählt, die sich dieser Arbeitsweise anpassen. Wenn auch die von Stribeck 1902 untersuchten Walzenlager weit längere Rollen hatten, als es heute gebräuchlich ist, so hat doch die von ihm festgestellte Tatsache Gültigkeit, daß eine Schrägstellung der Rollen zur Achse beim Lauf durch nichts verhindert werden kann. Daß sich dieses Schränken der Rollen nicht vermeiden läßt, ist durch den Versuch bestätigt worden. Bei allen Walzenlagern, auch bei denen mit gehärteten und geschliffenen Achsen und Rollen, hat sich bei ausschließlich radialer Belastung ein mit der Drehzahl zunehmender starker Axial Schub gezeigt, der nur auf die schraubenartige Wirkung der geschränkten Rollen zurückzuführen ist.

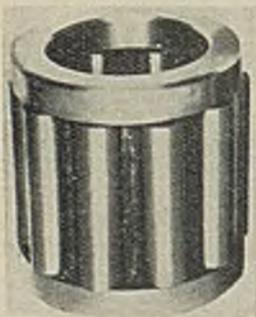


Abb. 6.

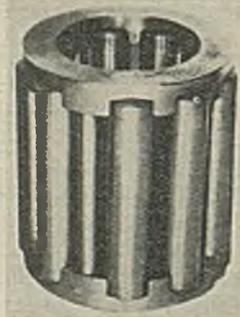


Abb. 7.

Abb. 6 und 7. Ungeeignete Rollenkörbe mit schweren Tempergußringen.

Für die Korbausführung ergeben sich Richtlinien aus diesen Feststellungen und aus weitem Angaben von Stribeck in der eingangs genannten Abhandlung. Er sagt¹: »Schränken läßt sich bei Rollenlagern anscheinend am besten dadurch vermeiden, daß man jeder Rolle ermöglicht, unabhängig von den andern

auf der unbelasteten Seite der Welle wieder die richtige Lage einzunehmen.« Die Bauart der Rollenkörbe muß demnach folgenden wichtigen Bedingungen genügen: 1. Die Rollen sollen in dem Korb sowohl in der Umfangs- als auch in der Längsrichtung ein möglichst großes Spiel haben. 2. Der Korb ist nur ein Einbau-Hilfsmittel und soll so leicht wie möglich sein, damit er die Rollen wenig behindert.



Abb. 8. Rollenkorb der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid (verwendet bei den Walzenlagern 1 und 2).

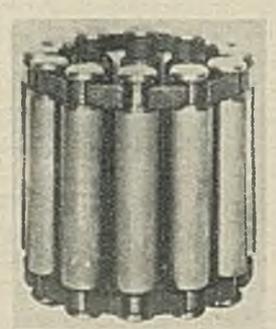


Abb. 9. Rollenkorb der Firma Brückner in Dortmund (verwendet beim Walzenlager 3).

Die Abb. 6 und 7 veranschaulichen ungeeignete Rollenkorbausführungen mit schweren Tempergußringen, wie sie bei den Förderwagen im Steinkohlenbergbau leider noch viel verwendet werden und auch

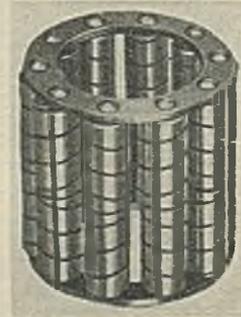


Abb. 10. Federrollenkorb der Firma Becker & Co. in Hattingen (verwendet bei den Walzenlagern 4 und 5).

in den von Lux¹ beschriebenen Versuchswagen eingebaut waren. Da sich bei diesen Bauarten die Rollen leicht klemmen, wobei sie oft den Korb in der Nietung sprengen und der schwere Korb die Rollen in ihrer Arbeitsweise stark behindert, ist trotz einwandfreier Ausführung aller andern Lagerteile ein vorzeitiger Verschleiß von Achse, Rollen und Büchse unvermeidbar.

Geeigneter sind die in den Abb. 8, 9 und 10 wiedergegebenen Rollenkörbe, die bei den Versuchen benutzt worden sind, da sie den genannten Bedingungen entsprechen. Die Bauart der untersuchten Walzenlager geht aus Abb. 11 hervor. Hier ist das Lager, dessen Achse und Rollen zur Erhöhung der Tragfähigkeit an der Oberfläche gehärtet sind, mit der ebenfalls gehärteten Einsatzbüchse *a* versehen, die bei den ebenfalls untersuchten Walzenlagern mit ungehärteten Lagerteilen fehlt. Wie bei den Gleitlagern wurden Axiallager, und zwar sowohl Rollen-

¹ a. a. O. S. 1470.

¹ a. a. O.

lager *b* als auch Kugellager verwendet, die sich gegen den gezeichneten Stellung legten. Die Untersuchung erstreckte sich auf folgende Walzenlager:

1. Ausführung nach Abb. 11; Achse 50 mm Dmr., Oberflächenhärte 190–200 kg/mm², Walzenkörbe entsprechend Abb. 8 mit 9 Rollen von 15 mm Dmr. und 70 mm Länge, Oberflächenhärte 175–185 kg/mm², Einsatzbüchse ebenfalls gehärtet.

2. Walzenlager wie Nr. 1, jedoch Achse naturhart, 60–70 kg/mm², Rollen 70–80 kg/mm², ohne Einsatzbüchse.

3. Bauart wie Nr. 1, jedoch Rollenkorb entsprechend Abb. 10, mit 12 Rollen; Achse 60–70 kg/mm², Rollen 75–85 kg/mm², ohne Einsatzbüchse.

4. Federrollenlager mit Rollenkorb entsprechend Abb. 10; Achse 50 mm Dmr., 160–180 kg/mm², 10 Federrollen von 15 mm Dmr., 160–180 kg/mm²; Achse und Gehäuse mit Büchsen aus Federstahl 160–180 kg/mm².

5. Federrollenlager wie Nr. 4, jedoch ohne Einsatzbüchse, Achse und Federrollen 60–70 kg/mm² Oberflächenfestigkeit.

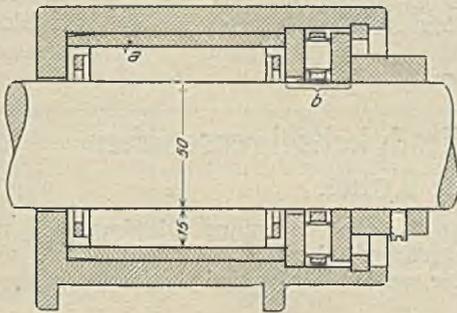


Abb. 11. Versuchs-Walzenlager.

Präzisions-Schrägrollenlager.

Für die Beurteilung der Arbeitsweise von Präzisions-Rollenlagern muß man sich erinnern, daß sie sich aus den beschriebenen Walzenlagern im Laufe der letzten 20 Jahre entwickelt haben. In der Erkenntnis, daß infolge des unvermeidlichen Schränkens der Rollen das Walzenlager keine hohen Belastungen aufzunehmen vermag, haben die Wälzlagerrfirmen die Wälzkörper ihrer Rollenlager nach und nach verkürzt bis zu einer Länge entsprechend dem einfachen oder höchstens doppelten Rollendurchmesser. Hand in Hand damit ging eine Erhöhung der Werkstofffestigkeit und eine genaue Bearbeitung aller Laufteile. Trotzdem bestände auch bei diesen Lagern die Gefahr der Schrägstellung der Rollen zur Achse, wenn sie nicht in den Lauftringen sorgfältig geführt würden. Während bei den langen Rollen der Walzenlager diese Führung wegen der großen Schränkkräfte nicht möglich ist, lassen sich die kurzen Rollen der Präzisionslager sehr gut an den Stirnflächen führen, weil sie sich wegen der auftretenden Axialkomponente stets nur mit einer Stirnfläche gegen den Lauftring legen. In der Bauart der Vereinigten Kugellagerfabriken sind die Stirnfläche der Rollen und der tragende Teil des Lauftringes kugelförmig geschliffen. Dieses Lager, das infolge der kegeligen Ausbildung der Rollen die Schmiermittel stark schleudert, arbeitet am besten bei schwacher Schmiermittelfüllung.

Sehr wichtig ist nach den Versuchen von Wawrzyniak¹ die richtige Anstellung des Lagers, die bei der Ausführung des Fetthülsenradsatzes gemäß Abb. 12 dadurch erreicht wird, daß der äußere Lauftring *a* beim Anziehen der Lagerdeckelschrauben mit Hilfe des selbsthemmenden Anstellringes *b* über die Kegelrollen *c* geschoben wird. Die Konizität dieses Anstellringes ist so gewählt, daß weder zu viel Lagerpiel noch ein Festklemmen der Rollen zwischen den Lauftringen zu befürchten ist.

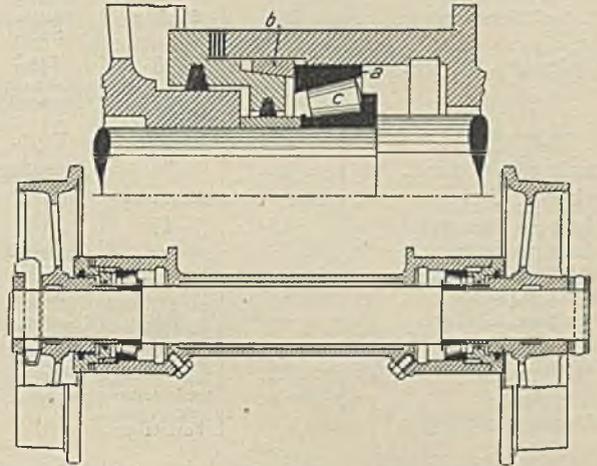


Abb. 12. Fetthülsenradsatz mit Präzisions-Schrägrollenlagern.

Da beim Schrägrollenlager mit der radialen Belastung stets ein kräftiger Axial Schub auftritt, ließ sich nur ein Versuchslager auf den Prüfstand bringen, das nach Abb. 13 zwei Lager in einem Gehäuse hatte.

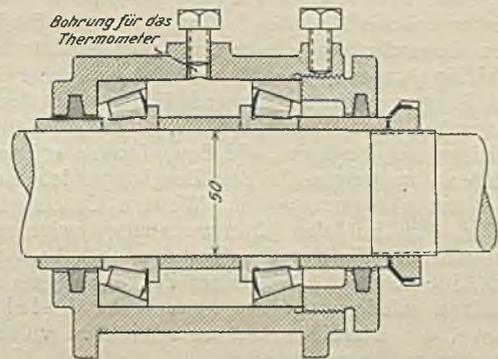


Abb. 13. Versuchs-Schrägrollenlager.

Auswahl der Schmiermittel.

Als Schmiermittel kommt für alle untersuchten Lager nur Fett in Betracht. Um den Einfluß der Schmiermittel auf die Lagerreibung möglichst auszuschalten, habe ich für alle Lager Fett von gleicher Güte verwendet. Dies war auch bei den Wälzlagern ausführbar, bei denen ein Fett Verwendung fand, dessen physikalische und chemische Eigenschaften in der Zahlentafel 2 unter Nr. 1 wiedergegeben sind.

Bei dem Gleitlager 1 ließ sich jedoch das hochkonsistente Fett nicht benutzen. Da nicht nur die Fetteigenschaften, sondern auch die Lagerausführung des Gleitlagers 1 die Ausbildung eines Schmierkeiles und

¹ Auto-Techn. 1929, H. 8–12.

Zahlentafel 2. Chemische und physikalische Eigenschaften der Versuchsfette.

Fettprobe Nr.	1	2	3
Verwendung	in allen Wälzlagern	im Gleitlager Nr. 1 (Bauart Klöcknerwerke)	im Gleitlager Nr. 2 (verbesserte Ausführung)
Aussehen	braun-gelb, geschmeidig, salbenartig	gelblich-grau, nicht homogen, öl-abscheidend, nicht durchscheinend	rot, weich und langfaserig
Art der Herstellung	kalk-verseift	Emulsion	natron-verseift
Tropfpunkt °C	93	43	145 (Fließpunkt 85)
Gehalt an Asche . . . %	1,7	äußerst gering	2,11
Gehalt an Wasser . . %	1,5	50	Spuren
Reaktion	alkalisch	leicht sauer	neutral
Gehalt an Mineralöl %	80,5	49	88,7
Gehalt an fettem Öl %	0,6	—	—
Gehalt an gebundener Fettsäure . . . %	14,3	—	8,74
Gehalt an Ölsäure . %	—	0,6	—
Viskosität bei 20°C °E	—	40	—
Viskosität bei 50°C °E	—	7,5	—
Mechanische Verunreinigungen	keine	stark verunreinigt mit Faserteilen	keine

damit die Erreichung von Flüssigkeitsreibung verhindert, die Untersuchungen dieses Lagers aber nicht abgebrochen werden sollten, habe ich die Prüfung mit dem bei den Zechen der Klöcknerwerke A. G. verwendeten Fett vorgenommen, dessen Eigenschaften in der Zahlentafel 2 unter Nr. 2 verzeichnet sind.

Für die Versuche an dem zweiten Gleitlager mußte mangels Erfahrungen mit dafür besonders geeigneten Schmiermitteln eine große Reihe von Schmiermitteln benutzt und dann dasjenige ausgewählt werden, das sich beim Betrieb als günstigstes erwies. Die Auswahl geschah in der Weise, daß man das Zustandekommen des Schmiermittelfilmes während des Laufes an der Unterbrechung eines zwischen Achse und Gleitbüchse geschalteten Stromkreises beobachtete. Die Versuche zeigten, daß hier ganz besonders schwierige Verhältnisse vorlagen und sich trotz sorgfältiger Bearbeitung von Achse und Büchse mit nur wenigen Schmiermitteln eine einigermaßen beständige Flüssigkeitsreibung erzielen ließ. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Schmiermittels, das sich als geeignetstes erwiesen und zu den Versuchen an dem zweiten Gleitlager Verwendung gefunden hat, ist aus der Zahlentafel 2 (Nr. 3) ersichtlich. (Schluß f.)

Englische Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften von Nebengesteinen der Kohle.

Die Lösung des Gebirgsdruckproblems setzt eine genaue Kenntnis der mechanischen Eigenschaften der Sedimentgesteine, namentlich des Karbons, voraus. In den Arbeiten von Müller¹ und Lowens² finden sich viele dazu erforderliche Angaben. Eine wertvolle Ergänzung erhalten diese deutschen Arbeiten durch die in England von Phillips³ angestellten Untersuchungen, denen hauptsächlich Biegeversuche zugrunde liegen. Von denselben Gesteinproben sind ferner die Druckfestigkeit und der Elastizitätsmodul bestimmt, die Bruchformen erörtert und anschließend zahlreiche für den Bergbaubetrieb nützliche Folgerungen gezogen worden. Weitere Untersuchungen erstrecken sich auf den Zusammenhang zwischen dem petrographischen Aufbau der Gesteine und ihren mechanischen Eigenschaften. Mit dieser Frage befassen sich in Deutschland wiederum die Arbeiten von Reich⁴ und Breyer⁵, die allerdings fast ausschließlich vulkanische Gesteine herangezogen haben.

Beschreibung der untersuchten Gesteine.

Die von Phillips benutzten Gesteinproben zeigten im Dünnschliff folgendes Bild:

Sandstein 1 stellt in der Handprobe ein feinkörniges Gestein dar. Im Dünnschliff herrscht Quarz vor, während kalzitische Bindemittel nur verstreut auftritt; wo es fehlt, befinden sich die Quarzkörner in unmittelbarer Berührung. Ein wenig Glimmer und Feldspat und vereinzelte Körner

von Zirkon sind ohne Bedeutung. Die Korngröße schwankt zwischen 0,05 und 0,1 mm, das Gestein ist also sehr feinkörnig. Die meisten Körner sind abgerundet, einige scharfkantig.

Sandstein 2, dunkelgrau und dicht, besteht nur aus Quarzkörnern in unmittelbarer Berührung mit wenigen glimmerhaltigen Mineralien. Zwei Arten von Quarzkörnern kommen vor; einfache und aus miteinander verfestigten Quarzteilen zusammengesetzte. Ferner ist ein wenig Kalzit vorhanden, der aber nicht als Bindemittel wirkt. Einige der Körner sind abgerundet, die Mehrzahl aber eckig. Die Korngröße schwankt zwischen 0,175 und 0,25 mm, was einem mittelkörnigen Gestein entspricht. Die zusammengesetzten Quarzkörner sind von der gleichen Korngröße wie die einfachen; sie bestehen aus Einzelkörnern, deren Größe zwischen 0,025 und 0,07 mm liegt.

Sandstein 3 unterscheidet sich von dem Sandstein 2 nur durch die Korngröße. Quarz herrscht vor, daneben treten einige glimmerhaltige und serizitische Bestandteile auf. Spitzwinklige bis rechtwinklige Körner in der Größe zwischen 0,05 und 0,08 mm.

Tonschiefer 1, von ausgesprochen blauer Farbe, weist im Handstück eine äußerst feine Textur auf. Wenn man ihn mit dem Messer schabt, fühlt er sich seifig an. Von allen Sedimentgesteinen stellt er wegen seiner Feinkörnigkeit der petrographischen Untersuchung die größten Schwierigkeiten entgegen. Wie aus der weiter unten folgenden Zahlentafel 1 hervorgeht, besitzt dieser Tonschiefer nur 17 % sandige Bestandteile. Der durchschnittliche Durchmesser der Sandkörner ist kleiner als 0,01 mm, während die Größe der Quarzkörner in den Sandbändern zwischen 0,07 und 0,4 mm schwankt.

Tonschiefer 2 ist dunkler als Tonschiefer 1 und zeigt eine gröbere Ausbildung, die im Dünnschliff deutlich hervortritt. Dieser Unterschied beruht auf der Zunahme des Sandgehaltes bis zu 48,4 %, d. h. dem Dreifachen des Anteiles beim Tonschiefer 1.

¹ Müller: Untersuchungen an Karbongesteinen zur Klärung von Gebirgsdruckfragen, Glückauf 1930, S. 1601.

² Lowens: Einfluß des Temperaturgefälles im Stoß auf die Gestein-festigkeit, Glückauf 1933, S. 33.

³ Phillips: The nature and physical properties of some coal-measure strata, Trans. Eng. Inst. 1931, Bd. 80, Teil 4, S. 212; Further investigation of the physical properties of coal-measure rocks and experimental work on the development of fractures, Trans. Eng. Inst. 1931, Bd. 82, Teil 5, S. 432.

⁴ Reich: Über die elastischen Eigenschaften von Gesteinen und damit zusammenhängende geologische Fragen, Gerlands Beiträge zur Geophysik 1927, Bd. 17, H. 1.

⁵ Breyer: Über die Elastizität von Gesteinen, 1929 (Beiträge zur physikalischen Erforschung der Erdrinde, H. 1).

Der Sandschiefer zeigt Wechsellagerung von sandigen und tonigen Bändern. Die Größe der Quarzkörner in den Sandbändern schwankt zwischen 0,07 und 0,4 mm. Begleiter des Quarzes sind in Zonen angeordnete schmale Muskovitblättchen. Dunkle Bänder werden von kohlenhaltigem Material gebildet.

Bestimmung der Korngrößenanteile.

Außer dieser mikroskopischen Untersuchung wurde durch mechanische Analyse der Anteil der einzelnen Korngrößen im Gestein festgestellt. Man zerlegte Probestücke sorgfältig in die einzelnen Gesteinbestandteile, indem man die Oberfläche mit einem Messer oder andern scharfen Gerät, z. B. einem rechtwinklig zur Schichtung eingestellten Hobel, kratzte. Ein Zermahlen oder Polieren der Gesteine wurde sorgfältig vermieden, da man die Körner in der wirklichen Form zu erhalten suchte, in der sie in dem Gestein vorkommen. Das gewählte Zerkleinerungsverfahren ließ sich verhältnismäßig leicht bei Tonschiefern und weichen Gesteinen anwenden, war aber außerordentlich langwierig, wenn es harte Gesteinproben zu bearbeiten galt.

Mit dem Zwecke, die einzelnen Korngrößen herauszugewinnen, schickte man das Gut durch eine Reihe von Sieben hindurch, deren kleinstes etwa 90 Maschen je cm² besaß bei einer lichten Maschenweite von 0,157 mm. Das abgeseibte Gut wurde in einem Luftofen getrocknet, abgekühlt, gewogen und dann einem Waschvorgang unterworfen. Hierbei trennte ein aufsteigender Wasserstrom gewisse Korngrößen der Hauptgesteinbestandteile von dem Rückstande. Für petrographische Zwecke ist die Einteilung des Sedimentes in folgende 5 Klassen üblich:

Zusammensetzung	Natur der Stufen	Korndurchmesser mm
Schwankend	Kies	> 10,0
Überwiegend Quarz	Körniger u. grober Sand	10,0—1,00
	Sand	1,0—0,10
Überwiegend Ton	feiner Sand	0,1—0,01
	Schlamm	< 0,01

Bei dem Waschvorgang wurden folgende Geschwindigkeiten zur Trennung bestimmt großer Körner benutzt.

Strömungsgeschwindigkeit mm/s	Dmr. des emporgetragenen Kornes mm
47,00	0,40
32,00	0,30
25,00	0,25
20,00	0,20
6,70	0,10
1,80	0,05
0,12	0,01

Die vorliegende Untersuchung bezweckte die Trennung der tonigen Bestandteile von den feinsandigen, was bei einer Wassergeschwindigkeit von 0,12 mm/s erreicht wurde. Die Ergebnisse dieser Versuche an einigen Nebengesteinen der Kohle sind in der Zahlentafel 1 wiedergegeben.

Auf den Zusammenhang zwischen den Korngrößenanteilen und den Festigkeitseigenschaften wird weiter unten noch eingegangen. Hier sei nur auf die großen Unterschiede in der mechanischen Zusammensetzung von gleichnamigen Gesteinen hingewiesen. Von den Tonschiefern 1 und 2 hat der erste einen viel niedrigeren Gehalt an sandigen Bestandteilen als der zweite; dieser übertrifft mit seinem Sandgehalt sogar den Sandstein 1, von dem er sich nur durch die durchschnittliche Korngröße und die Natur des Bindemittels unterscheidet.

Die Beschaffenheit des Bindemittels spielt für die Festigkeit des Gesteins eine wichtige Rolle. Bei einem Sandstein z. B. können die Sandkörner durch ein kiesel-säurehaltiges, kalkhaltiges, tonhaltiges oder eisenhaltiges Bindemittel zusammengehalten werden. Umlaufende Wasser

Zahlentafel 1. Sand- und Tongehalt der untersuchten Gesteine.

Gestein		Gehalt an Sand 1,0—0,01 mm %	Gehalt an Ton < 0,01 mm %
Tonschiefer 1	a	16,3	83,7
"	b	17,9	82,1
"	c	17,0	83,0
Tonschiefer 2	a	63,5	36,5
"	b	61,2	38,8
"	c	59,5	40,5
"	d	58,4	41,6
Tonschiefer 3	a	57,3	42,7
"	b	55,4	44,6
"	c	58,2	41,8
Sandstein 1	a	51,3	48,7
"	b	50,9	49,1
"	c	58,0	42,0
Sandstein 2	a	79,1	20,9
"	b	78,4	21,6
"	c	78,9	21,1
Sandstein 3	a	57,2	42,8
"	b	56,4	43,6
Tonschiefer, übergehend in Sandschiefer		51,3	48,7
		51,6	48,4
Sandschiefer 1		43,6	56,4
"	2	41,4	58,6
"	3	50,5	49,5

führen vielfach durch langsames Herauslösen von Mineralbestandteilen Änderungen des Gesteins herbei. Schließlich kann jede Substanz, die in einen verhältnismäßig schwer löslichen Zustand übergeht, als Bindemittel dienen.

Bei dem aus Sandkörnern gebildeten Quarzit sind die einzelnen Körner so eng miteinander verschweißt, daß ohne irgendein Anzeichen eines dazwischen befindlichen Bindemittels ein Gestein von großer Festigkeit entsteht. Ein Gemisch von Sand und Ton kann bei der Verfestigung je nach dem Anteil dieser Bestandteile einen tonhaltigen Sandstein oder einen Sandschiefer bilden.

Bestimmung der Druckfestigkeit.

Von den durchgeführten Festigkeitsversuchen seien die zur Bestimmung der Druckfestigkeit vorweggenommen, da sie in keinem Zusammenhang mit den übrigen Untersuchungen stehen. Als Probekörper dienten Würfel aus den beschriebenen Karbongesteinen. Bei der gewählten Versuchsanordnung betrug zwei der Hauptdrücke 1 at, während der dritte größer war. Die in der Zahlentafel 2 zusammengestellten Angaben haben nur einen Vergleichswert und entsprechen nicht der natürlichen Tragfähigkeit, welche die im Laboratorium ermittelte weit übertrifft.

Zahlentafel 2. Druckfestigkeit von Nebengesteinen der Kohle.

Gesteinart	Druckrichtung zur Schichtung	Druckfestigkeit kg/cm ²	Zahl der Proben
Sandstein 1	a senkrecht	1400	3
	b parallel	280	1
Sandstein 2	a senkrecht	890	3
Tonschiefer 1	a senkrecht	775	2
	b parallel	260	3
Tonschiefer 2	a senkrecht	545	5
	b parallel	250	3
Tonschiefer 3	a senkrecht	605	7
	b parallel	380	2
Tonschiefer 4	a senkrecht	400	6
	b parallel	240	2

Die angeführten Werte lassen, soweit ein Vergleich überhaupt möglich ist, eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den von Müller gefundenen Zahlen er-

kennen. Ebenso erhielt man in England bei Überanstrengung der Probekörper dieselben Bruchformen wie bei den deutschen Versuchen¹. Bei Druck parallel zur Schichtung bildeten sich Schieferungsflächen oder flache Druckkeile, bei Druck senkrecht zur Schichtung ausgesprochene Bruchpyramiden.

Biegungsversuche.
Bestimmung der Biegefestigkeit.

Geeignete Proben wurden möglichst nahe dem Kohlenstoß entnommen und daraus Stäbe von verschiedener Länge und verschiedenem Querschnitt hergestellt. Dies gestaltete sich bei einigen sandigen Tonschiefern und Tonschiefern äußerst schwierig, so daß mehrfach auf einheitliche Abmessungen verzichtet werden mußte.

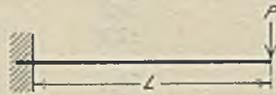


Abb. 1. Biegungsbeanspruchung eines Kragträgers.

Zur Bestimmung der Biegefestigkeit wurden die Probestäbe wie ein Kragträger belastet (Abb. 1), wobei die obere Schichten des Probestabes eine Beanspruchung auf Zug und die untere auf Druck erfuhren. Wenn die Spannungen innerhalb der Elastizitätsgesetze bleiben, wird ihre Größe durch die Formel wiedergegeben:

$$\sigma = M \cdot \frac{y}{J}$$

Hierin bedeutet

- σ die Spannung,
- M das Biegemoment,
- J das Trägheitsmoment des Querschnittes des Probestabes = $\frac{B \cdot D^3}{12}$,

y den Abstand des Punktes, bei dem die Spannung bestimmt wurde, von der neutralen Zone.

Bei Belastung bis zur Zerstörung wirkten auf die äußeren Schichten nicht die in der Formel genannten Kräfte, da ja die Voraussetzungen für den angenommenen elastischen Zustand zu gelten aufgehört hatten. Die in der Zahlentafel 3 angegebenen Werte bilden daher keinen genauen Gradmesser der Spannung. Besonders die Tonschiefer 1, 2a und 2b, die im Mittelpunkt des Probestabes belastet wurden, zeigten bei diesen Beanspruchungen keine Brucherscheinungen. Daher liegt ihre Biegefestigkeit höher als die in der Zahlentafel wiedergegebenen Werte.

Milne und Gray² haben bei ihren Untersuchungen über die Eigenschaften von japanischen Gesteinen folgende Durchschnittswerte für die Biegefestigkeit gefunden:

	kg/cm ²
Tonschiefer	155
Schiefer	310
Tuff	115
Marmor	190

Die so ermittelten Werte der Biegefestigkeit wurden zur Berechnung der freitragenden Länge einer Gesteinbank benutzt, die sich nur unter ihrer eigenen Belastung und bei Lagerung wie ein Kragträger von dem Gebirgskörper loslösen soll. Bei einer mit 70 kg/cm² eingesetzten Festigkeit von Sandstein ergab sich:

Mächtigkeit	Freitragende Länge
m	m
1,22	10,97
2,75	16,40
4,90	22,00
7,60	27,50
11,00	33,00

Untertage trifft man selten große, weithin freigelagerte Sandsteinbänke im Hangenden ohne Risse an. Dies besagt,

Zahlentafel 3. Biegefestigkeit von Nebengesteinen der Kohle.

Gesteinprobe	Druckrichtung zur Schichtung	Biegemoment beim Bruch mkg	Stabquerschnitt mm	Biegefestigkeit	
				kg/cm ²	
Sandstein 1	a senkrecht	1,99	3,8 × 19,0	173,2	
	b "	1,70	19,0 × 19,0	147,0	
	c "	3,83	24,0 × 24,0	140,1	
	d parallel	2,44	19,0 × 19,0	211,5	
	e "	2,62	19,0 × 19,0	227,5	
	f "	6,02	24,0 × 24,0	221,5	
Sandstein 2	a senkrecht	8,76	12,7 × 12,7	256,5	
	b "	8,76	12,7 × 12,7	256,5	
	c "	10,30	12,7 × 12,7	293,5	
	d parallel	13,93	12,7 × 12,7	435,4	
	e "	12,80	12,7 × 12,7	374,5	
	f "	13,38	12,7 × 12,7	391,5	
Sandstein 3	a senkrecht	8,30	12,7 × 12,7	243,0	
	b "	7,37	12,7 × 12,7	216,0	
	c "	10,49	12,7 × 12,7	307,1	
	d "	10,49	12,7 × 12,7	307,1	
Sandschiefer	a senkrecht	15,30	19,0 × 19,0	132,0	
	b "	13,38	19,0 × 19,0	115,9	
	c "	13,84	19,0 × 19,0	122,0	
	d "	14,98	19,0 × 19,0	130,1	
	e "	11,98	19,0 × 19,0	104,1	
Tonschiefer 1	a senkrecht	7,26	19,0 × 19,0	63,0	
	b "	10,67	19,0 × 19,0	92,5	
	c "	10,38	19,0 × 19,0	90,0	
	d "	50,77	27,9 × 27,9	139,8	
	e "	30,44	25,4 × 25,4	111,4	
Tonschiefer f	senkrecht	34,59	25,4 × 25,4	126,6	
	Tonschiefer 2a	senkrecht	34,59	25,4 × 25,4	126,6
		b "	6,23	12,7 × 12,7	185,6
"	c "	28,08	25,4 × 25,4	116,4	
Schiefer	senkrecht	Kragträger, am freien Ende belastet			
		84,12	25,4 × 25,4	308,0	

daß entweder die unmittelbar darüber folgende Schicht weniger tragfähig ist oder daß andere Kräfte als die eigene Belastung auf die Sandsteinbank im Hangenden wirken.

Eruptivgesteine weisen durchschnittlich eine Biegefestigkeit von 175 kg/cm² (mindestens 140, höchstens 210 kg/cm²) auf. Dabei ergeben sich folgende Werte:

Mächtigkeit	Freitragende Länge
m	m
1,22	17,00
2,75	25,60
4,90	34,00
7,60	27,50
11,00	54,26

Bestimmung des Elastizitätsmoduls.

Hierzu wurden gleichfalls Biegungsversuche herangezogen, die Probestäbe jedoch im Gegensatz zu der früheren Versuchsanordnung als beiderseits freigelagerte Träger bei Kraftangriff in der Mitte beansprucht. Der Belastungsfall ist aus der Darstellung der Versuchseinrichtung in Abb. 2 zu ersehen. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten sei auf die englische Abhandlung¹ verwiesen. Die Ablesegenauigkeit der optischen Aufzeichnung betrug 0,00185 mm = 1,85 μ .

Der Elastizitätsmodul wurde aus den Durchbiegungen ermittelt, die man von verschiedenen Längen jedes Probestabes ablas. Der Wert hierfür ergibt sich aus der Formel:

$$y = \frac{WL^3}{48 EJ}$$

¹ Müller, a. a. O. Abb. 9—11.

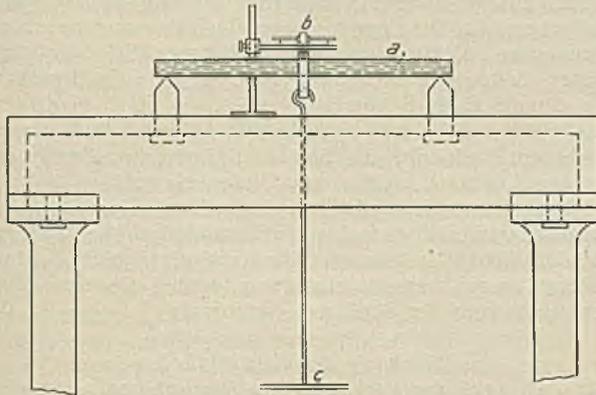
² Quart. Journ. Geol. Soc. 1883, Bd. 29, S. 140.

¹ Trans. Eng. Inst. 1931, Bd. 80, Teil 4, S. 220.

darin bezeichnet y die Durchbiegung des Probestabes in seiner Mitte, W die in der Mitte angreifende Last, L die Länge des Probestabes zwischen den Auflagern, E den Elastizitätsmodul, J das Trägheitsmoment des Stabquerschnittes $\frac{BD^3}{12}$ (B =Breite, D =Dicke). Hieraus erhält man den Elastizitätsmodul

$$E = \frac{WL^3}{48 y J}$$

Die Durchbiegung y verhält sich umgekehrt wie E ($y = \frac{1}{E}$), d.h. je größer die Durchbiegung, desto kleiner ist der Elastizitätsmodul und umgekehrt.



a Probestab, b Spiegelbefestigung für die optische Aufzeichnung, c Schale für Gewichte.

Abb. 2. Versuchseinrichtung.

E ist für alle untersuchten Längen errechnet worden, wobei man jedesmal die Durchbiegung bei einer Belastung von 4,63 kg herangezogen hat. Der durchschnittliche Wert wurde als Konstante für jedes Probematerial gewählt.

Zahlentafel 4. Elastizitätsmodul und petrographische Zusammensetzung.

Probe	Elastizitätsmodul		Gehalt an	
	kg/cm ²	cgs-Einheiten × 10 ¹¹	Sand %	Ton %
Sandstein 1 . .	541 300	5,308	58,0	42,0
„ 2 . .	703 070	6,895	79,1	20,9
„ 3 . .	485 119	4,757	57,2	42,8
Tonschiefer 1 .	330 443	3,240	17,0	83,0
„ 2 . .	414 812	4,068	58,4	41,6
„ 3 . .	400 750	3,930	57,2	42,8
„ 4 . .	386 689	3,792	—	—
Sandschiefer .	372 628	3,649	43,6	56,4
Schiefer . . .	843 690	8,274	—	—
Marmor . . .	773 180	7,584	—	—
Stahl	2 038 900	19,990	—	—

¹ Die letzten drei Stoffe sind zum Vergleich angeführt. In der dritten Spalte habe ich die ermittelten E -Werte auf die cgs-Einheiten des physikalischen Meßsystems umgerechnet, um einen bessern Vergleich mit den Ergebnissen derjenigen Forscher zu ermöglichen, die keine Angaben im technischen Meßsystem gemacht haben.

Die Biegefestigkeit der verschiedenen Gesteine zeigt sehr große Unterschiede. Das Gestein mit der größten Biegefestigkeit ist der Tonschiefer 1, das mit der kleinsten der Sandstein 2. Vergleicht man die petrographische Zusammensetzung dieser beiden Gesteine, so hat Tonschiefer 1 den kleinsten und Sandstein 2 den größten Gehalt an Sandkörnern; das erste weist im Dünnschliff das feinste das zweite das gröbste Gefüge auf.

In Abb. 3 sind die Gesteinproben entsprechend ihrer Biegefestigkeit angeordnet, die mit geringen Abweichungen dem Verhältnis des Anteiles der körnigen Stoffe in dem Gestein entspricht. Die Reihenfolge der Gesteine bestätigt die Feststellung, daß mit zunehmendem Gehalt an körnigen Bestandteilen die Biegefestigkeit und der

Elastizitätsmodul ansteigen. Wollte man weiter von den Korngrößenanteilen auf die chemische Zusammensetzung der Sedimente schließen, in dem Sinne, daß entsprechend dem wachsenden Anteil von Körnern > 0,01 mm auch der Quarz- und damit der SiO₂-Gehalt zunehme, so käme man damit zu Folgerungen, die im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Eruptivgesteinen stehen, denn nach Breyer¹ haben »die kieselsäurereichen Gesteine einen geringern Elastizitätsmodul«. Welcher Zusammenhang tatsächlich besteht, kann nur durch eingehende Forschungen klargestellt werden. Zweifellos wäre es ein viel schnelleres, von Laboratoriumsgeräten unabhängiges und daher billigeres Verfahren, wenn man auf Grund einer mechanischen Analyse, wie sie Phillips durchgeführt hat, gültige Angaben über die Gesteinfestigkeit machen könnte.

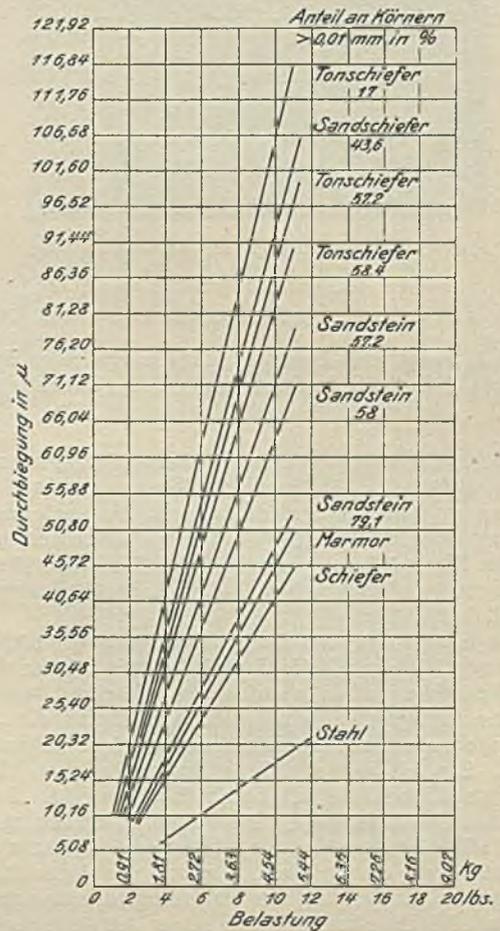


Abb. 3. Durchbiegung einzelner Gesteinarten, nach ihrem Gehalt an körnigen Bestandteilen geordnet (s. Zahlentafel 4).

Weitere Beobachtungen während der Biegeversuche.

Einfluß der Zeit.

Bei den Versuchen zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls wurde festgestellt, daß die Werte nur Geltung hatten, wenn die Belastung und die Entlastung schnell erfolgten. Außer der Sofortbiegung bei dem Auflegen der Last war eine Dauerbiegung im Verlaufe von Zeiträumen festzustellen. Die Sofortbiegung steht in keiner Beziehung zu der Dauerbiegung, ist aber verhältnismäßig der Belastung. Die Dauerbiegung wächst im Verlaufe der Zeit gleichmäßig bis zu einem Höchstwert an. Bei weiterer Beanspruchung nimmt sie nach und nach ab, bis das Gestein endgültig bricht.

Abb. 4 zeigt neben dem Kurvenverlauf A-B-A für Sofortbiegung in dem Linienzug A-C-A das kennzeichnende Verhalten eines Tonschieferstabes, bei dem man die Ge-

¹ a. a. O. S. 21.

wichte bei den einzelnen Laststufen jeweils 24 h ruhen ließ. Bei der Entlastung wurden die gesamten Durchbiegungen wieder zurückgewonnen.

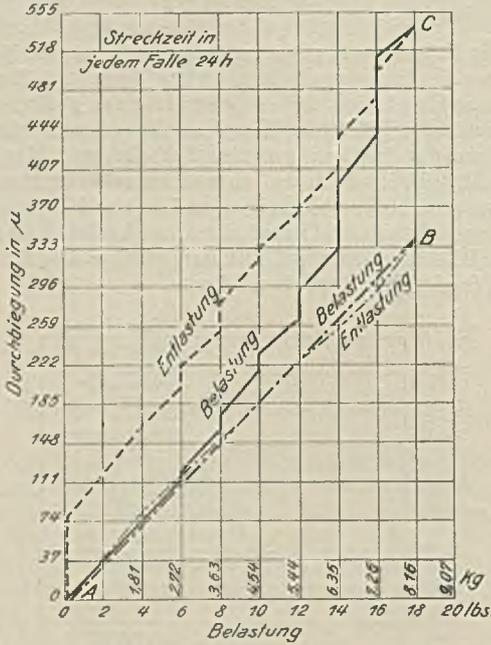


Abb. 4. Belastungs-Durchbiegungskurven eines Probestabes. A-B-A = Sofortbiegung, A-C-A = Dauerbiegung bei einer Streckzeit von jeweils 24 h.

Diese Erscheinung eines weitem Nachgebens unter ruhenden Belastungen im Verlaufe von gewissen Zeiten ist auch von andern Stoffen bekannt. So verformen sich Zementproben noch nach Wochen und Monaten, und die gesamte Formänderung macht schließlich ein Vielfaches derjenigen aus, die sich bei der Anfangsbelastung eingestellt hat.

An einer Reihe von Proben hat Phillips weiterhin die Frage geprüft, ob sich die Gesteine elastisch oder plastisch verhalten. Hier sei nur auf die bergtechnischen Folgerungen eingegangen, wie sie sich z. B. für die Durchbiegungen von Hangendschichten über dem Abbau ziehen lassen. Die elastischen Eigenschaften solcher Gesteine allein geben keine ausreichende Erklärung für die weitgehenden Durchbiegungen. Man kann aber auch nicht von einem »Fließen« der Gesteinteilchen im plastischen Sinne sprechen, weil die Teilchen, wie aus den Versuchen hervorgeht, bei Entfernung der Belastung ihre ursprüngliche Lage wieder einnehmen. Wenn schon die Abgrenzung der Begriffe elastisch oder plastisch bei homogenen Körpern auf Schwierigkeiten stößt, so ist erst recht bei inhomogenen Werkstoffen eine Auseinandersetzung über diese Frage müßig. Nach Nadai¹ spielen bei derartigen Zuständen noch folgende Punkte eine Rolle: 1. die Zusammensetzung des Gesteins, 2. die absolute Größe der kleinen Teilchen einheitlicher Beschaffenheit, der Kristallkörner, aus denen sich die meisten festen Gesteine aufbauen, 3. die Unvollkommenheiten und die Störungen im Gitter, sei es in den Atomverbänden im Innern der Kristallkörner selbst oder im Kornverband und in den Grenzflächen der Kristallite, 4. die Temperatur, 5. die Zeit.

Die Dauerbiegung ist wohl damit zu erklären, daß sich die einzelnen Gesteinkörper im Bindemittel und untereinander dem neuen Spannungszustand anpassen, bis schließlich ein Grenzzustand eintritt, oberhalb dessen sich das Gestein weigert, weiter nachzugeben, und schließlich bricht. Schaberg² erwähnt den sogenannten Hauptdruck

in den Hangendschichten aus Sandstein der von ihm beschriebenen Magerkohlengruppe, worunter »bekanntlich das Auftreten von Zeiten verstärkter Druckes mit nachherigem Abreißen größerer Gebirgsschollen zu verstehen sei«. Nach den englischen Beobachtungen dürfte es sich hierbei um nichts anderes handeln als um die vollendete Anpassung der Gesteinteilchen an die Spannungen.

Verhalten zweier benachbarter Schichten.

Die Untersuchungen über die Dauerbiegung ergaben bei allen Gesteinproben eine unterschiedliche Größe und Geschwindigkeit des Zeiteinflusses in dem Maße, wie sich die Zusammensetzung und Schichtung des Gesteins änderten. Die Eigenschaften zweier benachbarter Schichten sind also maßgebend für ihre gegenseitige Beeinflussung, wenn sie gemeinsam auf Biegung beansprucht werden. Von praktischer Bedeutung ist dieser Fall, wenn eine Schicht A von einer Schicht B überlagert wird, die einen niedrigeren Elastizitätsmodul und einen größeren Zeiteinfluß besitzt. In diesem Fall wird die Schicht B immer in Berührung mit der Schicht A bleiben und diese belasten.

Umgekehrt löst sich die Schicht A von der Schicht B, wenn sie den niedrigeren Elastizitätsmodul und den größeren Zeiteinfluß hat. In diesem Falle kann die Schicht B, ihrer Unterstützung beraubt, einstürzen, wobei sie eine plötzliche Belastung der Schicht A hervorruft.

Wirkung der Feuchtigkeit auf das Verhalten von Probestäben.

Der Einfluß der Feuchtigkeit wurde dadurch ermittelt, daß man den Probestab in seinem Mittelpunkt mit Dochten umwickelte und deren Enden in Wasser tauchte. Die Feuchtigkeit teilte sich so dem Probestab an dem Angriffspunkt der Belastung mit. Für den Versuch wählte man den Tonschiefer 1, der eine große Dauerbiegung auf-

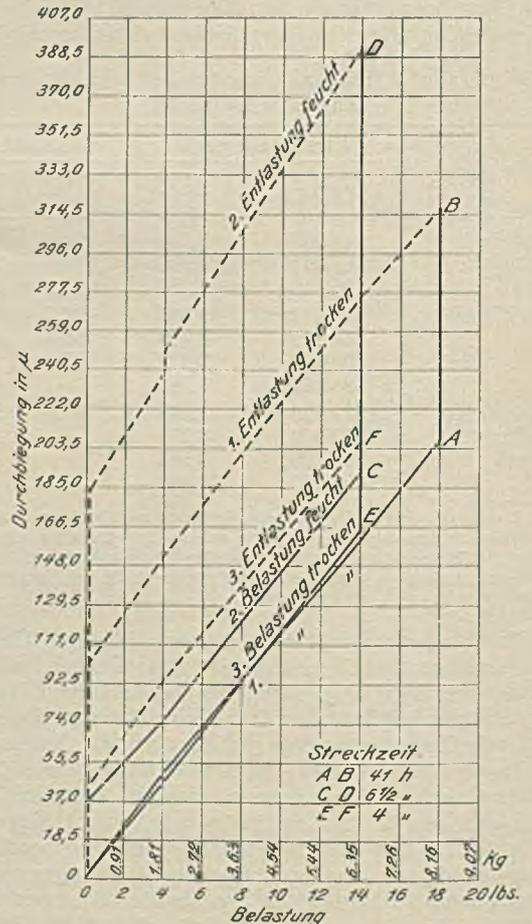


Abb. 5. Einfluß der Feuchtigkeit auf die Belastungs-Durchbiegungskurve eines Probestabes

¹ Nadai: Der bildsame Zustand der Werkstoffe, 1927, S. 19.

² Schaberg: Untersuchungen über den Einfluß der Gesteinbeschaffenheit auf die Druckausnutzung bei der Kohlegewinnung in der Magerkohlengruppe des rheinisch-westfälischen Steinkohlenreviers, Bergbau 1930, S. 517.

gewiesen hatte. Dieselbe Gesteinprobe, die sich im trocknen Zustand während einer stufenweise vorgenommenen Belastung innerhalb 23 h nur 0,425 mm durchgebogen hatte, brach unter dem Einfluß der Feuchtigkeit bei einer Durchbiegung von 0,150 mm nach nur 4½ h Streckzeit.

Ein zweiter Versuch galt der Beobachtung, wie sich die Austrocknung auf das Verhalten der Probestäbe äußerte (Abb. 5). Zuerst wurde das Gestein im Trockenzustand be- und entlastet. Bei der zweiten Belastung waren die Dochtenden im Wasser eingetaucht, ohne daß aber die Dauerbiegung einen Bruch herbeiführte. Nach fünf Stunden nahm man die Belastung weg und zog die Dochtenden aus dem Wasser. Schließlich wurde der Probestab zum dritten Male belastet und entlastet, als er wieder trocken war. Ein Unterschied in dem Verhalten des Probestabes bei dem ersten und bei dem dritten Versuch ließ sich nicht feststellen.

Bruchformen aus den Biegeversuchen.

Die bei den Versuchen erhaltenen Bruchformen wurden jedesmal näher geprüft. Man ordnete die Versuche möglichst so an, daß sie die Bedingungen des Bergbaus nachahmten. Bei den Probekörpern sind die angreifenden Kräfte bekannt; die Bildung der eintretenden Brüche kann beobachtet und zu Rückschlüssen auf das Verhalten der Gesteinschichten in der Natur herangezogen werden. Wenn ein Körper auf Biegung beansprucht wird, so stellen sich ganz allgemein drei Spannungen auf Druck, Zug und Scherung ein. Die Bruchformen, die man untertage antrifft, sind oft das Ergebnis zusätzlichen Druckes der hangenden Schichten. Gesteinverbände, die nur auf Druck senkrecht zur Auflagerung beansprucht werden, brechen entlang den Flächen der größten Scherkraft.

Theoretische Überlegungen und das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung legen nahe, daß die Brüche bei Biegebungsbeanspruchung im Tonschiefer, wenn sie sich durch die Schichten aufwärts fortpflanzen, ihre Richtung ändern und zu dem Umkehrpunkt der gebogenen Schichten hinkehren. Die Lage der neutralen Faser hängt ab von der Größe des Elastizitätsmoduls bei Zug- und bei Druckbeanspruchung. Man hat beobachtet, daß die neutrale Achse einer Gesteinbank aus dem Karbon ihrem Mittelpunkt viel näher lag, als gewöhnlich angenommen wird. Der Unterschied zwischen den beiden Elastizitätsmodulen ist nämlich geringer als der zwischen der Druck- und Zugfestigkeit. Es ergab sich, daß die Größe der Scherspannung sich über den Querschnitt hin verändert; sie folgt einer parabolischen Kurve, ist Null an der freien Oberfläche und erreicht einen Höchstwert an der neutralen Achse.

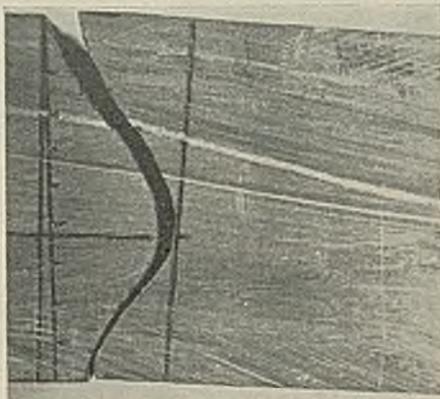


Abb. 6. Bruchform eines Tonschieferstabes (Einspannstelle links).

Zwei Biegungsbrüche bei Tonschiefer sind aus den Abb. 6 und 7 zu ersehen. Die kurzen Enden der dargestellten Probestäbe sind jeweils eingespannt gewesen. Das Beispiel in Abb. 6 folgt fast genau der theoretischen

Bruchform, einige Abweichungen sind nur bei der untern oder Druckzone festzustellen. Besonders bemerkenswert ist der Verlauf des Bruches in der untern Faser des Probestabes in Abb. 7, der zu der Loslösung von dreieckigen Stücken geführt hat, wie man sie auch im Hangenden am Kohlenstoß oft beobachtet (sogenannte Sargdeckel).

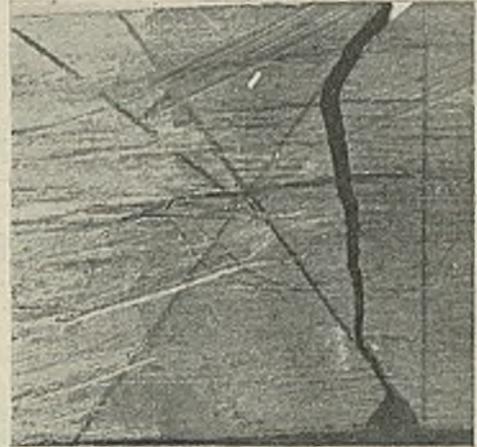


Abb. 7. Bruchform eines Tonschieferstabes (Einspannstelle rechts).

Die kennzeichnende Bruchform eines Sandsteines, der als Kragträger bis zum Bruche belastet worden ist, zeigt Abb. 8. Meistens verliefen die Brüche in Sandsteinen ohne einheitliche Richtung, aber doch angenähert senkrecht.



Abb. 8. Bruchform eines Sandsteinstabes.

Man kann dies vielleicht so erklären, daß diese Gesteinart weniger widerstandsfähig gegen Zug als gegen Scherung ist und daß ein sich infolge des Zuges an der obern Faser einstellender Riß sich weiter nach unten fortpflanzt.

Zusammengesetzte Biegungs- und Druckversuche.

Im Bergbau werden die Biegungsspannungen noch von andern Spannungen begleitet, von denen die Druckspannungen der darüberliegenden Schichten am wichtigsten

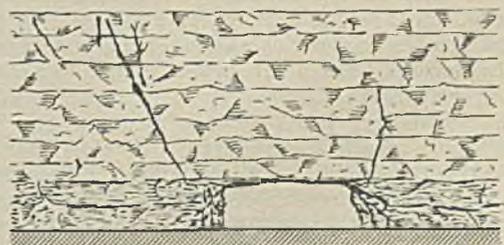


Abb. 9. Druckversuch an übereinander gelagerten Gesteinplatten (oben Tonschiefer, unten Sandstein).

sind. Bei dem Laboratoriumsversuch ließen sich diese Verhältnisse leicht dadurch nachahmen, daß man den Klemmendruck an der Einspannstelle veränderlich hielt. Die hierbei erzielten Bruchformen unterscheiden sich von denen des Biegungsversuches darin, daß sie an der untern Faser des Probestabes auf die eingespannten Enden hin zeigen und nicht von ihnen weg.

Eine letzte Versuchsgruppe befaßte sich mit der Ausbildung von Bruchformen unter Druck bei der Wechsellagerung von mehr und weniger festen Gesteinplatten, etwa von Sandsteinen und Tonschiefern. In der jeweils unten liegenden Schicht wurde ein Ausschnitt hergestellt,

der einen Streckenquerschnitt nachahmte. Dabei ergaben sich in den hangenden und liegenden Zonen der Strecke dieselben Entspannungszonen und Bruchformen, wie sie im Grubenbetrieb anzutreffen und im Schrifttum schon ausführlich erörtert worden sind. Einer dieser Versuche scheint mir besondere Beachtung zu verdienen und für die Auswahl des für eine derartige Strecke zweckmäßigsten Ausbaus nicht ohne Bedeutung zu sein. Wenn eine weichere Schicht im Hangenden (Tonschiefer) auf eine festere Schicht im Liegenden (Sandstein) drückt (Abb. 9), so treten Zerstörungen des Gesteins hauptsächlich an den Stößen auf.

Dipl.-Ing. R. Würker, Düsseldorf.

U M S C H A U.

Amerikanische Untersuchungen an Gesteinstaubsperrern.

In der Versuchsgrube des amerikanischen Bureau of Mines sind eingehende Untersuchungen über die zweckmäßige Form und Anordnung von Gesteinstaubsperrern und ihre Wirkungsweise durchgeführt worden. Aus dem von Rice, Greenwald und Howarth erstatteten Bericht¹ wird nachstehend das Wichtigste mitgeteilt.

Einleitend betonen die Verfasser, daß die Anwendung von Gesteinstaubsperrern stets nur als eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme aufzufassen ist, welche die an erster Stelle stehende völlige Einstaubung der betreffenden Grubenteile niemals zu ersetzen vermag. Die Wirkung der Sperren nimmt erheblich zu, wenn der betreffende Streckenteil, etwa auf eine Länge von 70 m, eingestaubt wird. Die Sperre selbst soll in der Mitte des bestreuten Teiles liegen.

Man soll die Sperren nicht allzu nahe an die Abbaue legen, weil dort die Explosion zunächst noch schwach ist und der Luftstoß vor der Flamme vielleicht nicht ausreicht, um die Sperre in Tätigkeit zu setzen. Genaue Angaben über die zweckmäßige Entfernung zwischen Abbau und Sperre lassen sich schwer machen, weil sie sich nach den örtlichen Verhältnissen richten muß. Die Verfasser glauben jedoch sagen zu können, daß der beste Abstand etwa 70–100 m beträgt.

Möglicherweise ist die Wirkung der Sperre gering, wenn es sich um die Explosionsflamme eines reinen Schlagwetter-Luftgemisches handelt. Liegt ein Gemisch von Schlagwetter und Kohlenstaub vor, so kann man mit einer Wirksamkeit der Sperre rechnen, wenn entweder der Kohlenstaub oder das Gas nicht in genügender Menge vorhanden ist, um die Verbrennung zu fördern. Bei zahlreichen von den angestellten Versuchen wurde eine Kohlenstaubexplosion sicher gelöscht, wenn 2% Methan im Explosionsgemisch vorhanden waren.

Die Versuche sind unter verschiedenen Bedingungen vorgenommen worden, nämlich 1. Explosionen mit hohem Luftdruck, dem die Flamme schnell folgt, 2. Explosionen mit hohem Luftdruck, bei denen die Flamme langsamer folgt, 3. Explosionen mit geringem Luftdruck und langsam folgender Flamme. Für die erste Gruppe ließen sich die Bedingungen ohne Schwierigkeiten in der Versuchsgrube herstellen. Die Geschwindigkeit der Explosionsflamme betrug hier etwa 330 m/s bei einem höchsten Luftdruck von 1,4 kg/cm². Diese Werte entsprechen ungefähr 1 Drittel bis 1 Viertel der bei reinen Kohlenstaubexplosionen beobachteten Zahlen und können für Gruben gelten, wo die Einstaubung gefährlicher Grubenteile in beträchtlichem Maße erfolgt. Schwieriger ließen sich die Bedingungen für die Fälle 2 und 3 schaffen. Man fand, daß eine Sperre, die im Falle 1 wirksam war, auch ohne Mühe die Fälle 2 und 3 bewältigte. Die Versuche in der Gruppe 1 gaben Auskunft über die gute und schnelle Wirkung der Sperren, die der Gruppe 2 über die Wirksamkeit bei einer Verzögerung

der Flamme und die der Gruppe 3 über die Empfindlichkeit der Sperren.

Hinsichtlich der Anordnung der Gesteinstaubsperrern unterscheiden die Verfasser zwei große Gruppen. Bei der einen (unit class) wird der Gesteinstaub auf einer mehr oder weniger langen Strecke in eine Reihe gleichartiger Behälter verteilt, die unabhängig voneinander wirken. Bei der zweiten Gruppe (concentrated class) ist der Staub in einem einzigen Behälter untergebracht.

Von den zahlreichen an wirksame Gesteinstaubsperrern zu stellenden Anforderungen seien hier nur einige der wichtigsten angeführt. Die Sperren müssen etwa 1 Drittel bis 1 Viertel ihres Staubinhaltes zurückhalten, damit bei einer etwaigen Verzögerung der Flamme noch Staub zum Löschen bleibt. Der Gesteinstaub soll stets vor Wasseraufnahme geschützt sein, indem man etwa imprägnierte Leinenstücke o. dgl. darüber deckt, ohne daß jedoch dadurch eine Behinderung der Kippfähigkeit eintritt. Ferner ist die Kippfähigkeit der Sperren genau zu bestimmen, unter Umständen durch Versuche.

Insgesamt werden 6 Bauarten empfohlen und 3 Bauarten abgelehnt. Die allgemein anwendbaren Schranken umfassen eine Gruppe von drei Sperren, während für besondere Verwendungszwecke drei weitere Ausführungen genannt werden. Der Einfachheit halber seien hier die einzelnen Bauarten mit Nr. 1–9 bezeichnet.

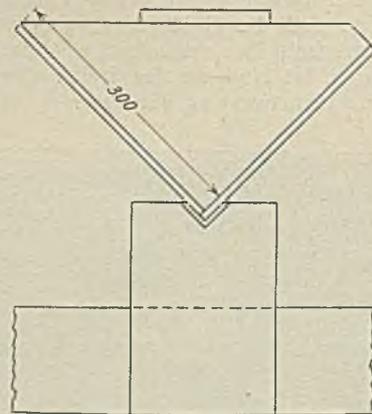


Abb. 1. V-förmiger Gesteinstaubkasten mit Prellplatte, die ein vorzeitiges Herausstürzen des gesamten Staubinhaltes verhütet.

Die sehr häufig verwendete Bauart 1 ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Die Verlagerung erfolgt in den aus der Abbildung ersichtlichen Kerben. Um den Streckenquerschnitt möglichst wenig einzuengen, kann man die Verlagerung auch auf Stützen vornehmen, die in den Streckenstößen angebracht werden. Die gleiche Bauart kommt für Nr. 4 und Nr. 6 in Betracht, nur sind hier die Staubkasten kleiner.

¹ Tests of rock-dust barriers in the experimental mine, Bur. Min. Bull. 1932, Nr. 353.

Die Bauarten 2 und 5, die sich untereinander nur in der Größe unterscheiden, ähneln im Grundgedanken den bereits beschriebenen. Eine sofort erfolgende Ausschüttung des ganzen Staubinhaltes wird im ersten Falle durch ein waagrecht über dem Staubbehälter angeordnetes Brett verhütet. Im zweiten Falle erzielt man diese Wirkung dadurch, daß man über dem Staubkasten einen ähnlich geformten Kasten anbringt, wie aus Abb. 2 hervorgeht. Die Verlagerung bietet keine Besonderheiten.

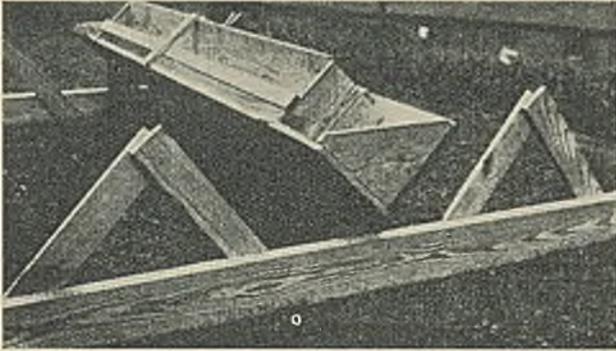


Abb. 2. V-förmiger Gesteinstaubkasten mit Gegenkasten.

Die Bauart 3 (Abb. 3) ist im allgemeinen etwas teurer als die andern, hat aber den Vorteil, daß sie nur etwa 1 Drittel bis 1 Fünftel des Raumes erfordert. Die verwandte Bauart 7 wird nicht empfohlen, weil sie zu groß, schwer und teuer ist. Wenig geeignet sind auch die Bauarten 8 und 9, von denen die erste in Abb. 4 angedeutet ist. Der Hauptnachteil liegt darin, daß die Sperre nur bei stärkern Explosionen wirksam wird. Bei der Bauart 9 haben die Staubkasten einen aufklappbaren Boden, durch den die Staubleerung erfolgt. Die Versuche ergaben jedoch, daß sie meist erst dann in Tätigkeit tritt, wenn die Flamme bereits an der Sperre vorbeigeschlagen ist.

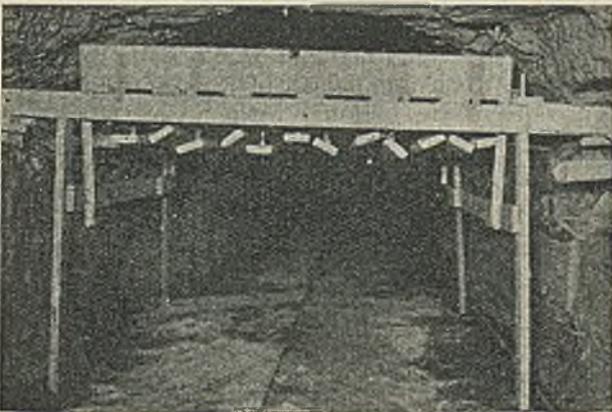


Abb. 3. Gesteinstaubsperre aus der sogenannten »concentrated class«.

Um die Wirksamkeit der Sperren festzustellen, verwendete man Zündhölzer, Zinnfolien und Lichtbildaufnahmen. Wurde in einer Entfernung von 15–25 m hinter der Sperre ein Zündholz entzündet oder die Zinnfolie geschmolzen, so besagte dies, daß die Flamme bis hierher gekommen war. Man konnte aber nicht daraus erkennen, ob die Flamme hier noch stark genug war, um ein Kohlenstaub- oder Schlagwettergemisch zu entzünden, da die Temperatur für die Entflammung des Zündholzes oder das Schmelzen der Zinnfolie nur 230–250 °C zu betragen braucht. Zur Feststellung der Temperaturen dienten daher optische Pyrometer, mit denen man häufig unter gleichzeitiger Anwendung von Lichtbildaufnahmen 15–25 m hinter

der Sperre mehr als 1000 °C feststellte. Da hierbei eine weitere Fortpflanzung der Explosion zu erwarten war, hatte in einem solchen Falle die Sperre nicht die gewünschte Wirkung ausgeübt.

Bei der Beurteilung der Wirksamkeit einer Sperre sind folgende Punkte zu beachten: 1. die Zeit, während welcher der Gesteinstaub mit der Explosionsflamme in Berührung steht, 2. die Temperatur der Flamme, 3. der Verteilungsgrad des Gesteinstaubes im Streckenquerschnitt.

Bei der Feststellung des ersten Punktes geht man von der Annahme aus, daß die Berührung zwischen Staubteilchen und Flamme in umgekehrtem Verhältnis zur Flammengeschwindigkeit steht. Für die auftretende Flammentemperatur kann man den erzeugten Druck, der bei allen Versuchen an der Sperre gemessen worden ist, als Maßstab annehmen. Die Wärmeleitfähigkeit des Streckengesteins, welche die Temperatur der Flamme beeinträchtigen könnte, spielt hierbei keine Rolle, weil die Versuchsbedingungen immer gleich gewesen sind.

Der Verteilungsgrad des Gesteinstaubes im Streckenquerschnitt wurde durch den Gewichtsunterschied der im Kasten und der nach der Explosion aufgesammelten Staubmenge bestimmt. Dabei muß aber beachtet werden, daß der auf der Sohle befindliche Staub lediglich die Teile enthält, die unmittelbar zu Boden gefallen sind. Nur schätzungsweise lassen sich die Mengen erfassen, die durch die weiterschlagende Flamme oder den Luftstrom mitgerissen werden.

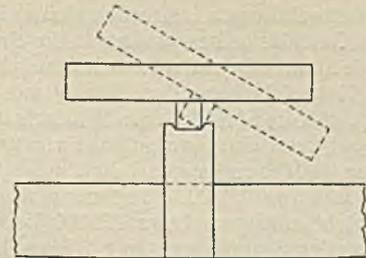


Abb. 4. Gesteinstaubsperre, deren Anwendung nicht empfohlen wird.

Da diese drei Größen, Druck, Geschwindigkeit und Verteilungsgrad, stets zusammenwirken, wird vorgeschlagen, sie

in einer Gleichung zu vereinigen, die lautet: $I = \frac{p \cdot v}{D}$. Hierin stellt I eine Kennziffer für die Stärke der Explosion dar; p ist der Druck an der Sperre im Augenblick des Auftretens der Flamme in kg/cm²; v bedeutet die Flammengeschwindigkeit in m/s, D den für die Wirksamkeit der Sperre erforderlichen Verteilungsgrad des Gesteinstaubes in %.

Man stellte die nachstehende Zahlentafel auf, aus der hervorgeht, in welcher Größenordnung sich die einzelnen Glieder der Gleichung bewegen.

Explosion	Druck p kg/cm ²	Geschwindigkeit v m/s	Verteilungsgrad %	Kennziffer I
Sehr schwach	0,14	50	70	0,10
Schwach	0,28	100	75	0,37
Mäßig	0,70	165	80	1,44
Stark	1,40	330	85	5,44
Sehr stark	2,10	500	90	12,20

Eine der wichtigsten Anforderungen an einen löschfähigen Gesteinstaub besteht darin, daß nicht mehr als 2 % brennbare Bestandteile darin enthalten sind. Dieser Forderung werden die meisten der üblichen Staubarten von Kalkgesteinen gerecht.

Von der Erwägung ausgehend, daß ein leichterer Staub weniger schnell zur Sohle fällt und somit länger seine

wärmeentziehende Wirkung auf die Flamme auszuüben vermag, wurden Versuche mit Kieselgur vorgenommen. Die leichteste verwendete Sorte dieser Staubart hatte nur 1 Achtel bis 1 Zehntel vom Gewicht des aus Kalkgesteinen hergestellten Staubes. Der Preis war etwa 7—10 mal so hoch. Aus wirtschaftlichen Gründen verbietet es sich, reine Kieselgur zu verwenden, weil nach Ausweis der Versuche 20 Staubkasten mit Kieselgur dieselbe Wirkung haben wie 10 Kasten mit Kalkstaub. Zu den ohnehin schon höhern Kosten für den Gesteinstaub kommen also noch die Ausgaben für den Einbau weiterer Kasten. Günstiger in dieser Hinsicht ist ein Gemisch. Wählt man z. B. ein Staubgemisch von 80 % Kalkstein und 20 % Kieselgur, so ist das ganze Gemisch noch nicht halb so schwer wie Kalkstein allein. Ein wesentlicher Vorteil der Kieselgur liegt in ihrer geringen Aufnahmefähigkeit für Wasser. Bei einer Reihe von Versuchen wurde die Brauchbarkeit des genannten Gemisches nachgewiesen. Die Verfasser halten jedoch zur Klärung dieser Frage noch weitere Untersuchungen für angebracht und empfehlen bis dahin die Beibehaltung des üblichen Staubes.

Hinsichtlich der erforderlichen Staubmenge haben die Verfasser festgestellt, daß etwa 190 kg Staub je m² völlig genügen, um eine Explosionsflamme zu löschen, deren Geschwindigkeit 330 m/s und deren Druck 1,4 kg/cm² beträgt. Da heftigere Explosionen kaum auftreten, halten sie einen Überschuß von 50 %, also etwa 290 kg/m² für ausreichend.

Weitere Betrachtungen erstrecken sich auf die Wärmeaufnahme des Gesteinstaubes, und zwar für eine als zweckmäßig erkannte Staubart, von der 70 % durch ein 200-Maschen-Sieb gehen. Zur einfachern Berechnung wird hierbei zugrunde gelegt, daß die Staubteilchen Würfelform aufweisen. Ein Teilchen hat dann eine Kantenlänge von 0,0147 cm, eine Oberfläche von 0,00130 cm², einen Inhalt von 0,00000318 cm³ und ein Gewicht von 0,00000795 g, wenn man 2,5 als spezifisches Gewicht annimmt. Etwa 125000 Teilchen wiegen 1 g. Ein normaler Staubkasten mit 108 kg Inhalt würde demnach 14000000000 Staubteilchen enthalten. Die Wärmeaufnahme hängt von einer Konstanten des Materials ab, die für Kalkstein mit 0,0092 eingesetzt werden kann. Die Durchführung der Rechnung, die auf Angaben von Williamson und Adams¹ beruht, hat ergeben, daß die Staubteilchen innerhalb 0,1 s die gesamte Hitze bis zur Grenze ihrer Aufnahmefähigkeit speichern. Die Menge der

tatsächlich übertragenen Hitze läßt sich schwer genau angeben, aber man kann sagen, daß sie bei üblichem Staub etwa 7 mal so groß ist, wie es die Löschung der Flamme theoretisch erfordert.

Dr.-Ing. H. Wöhlbier, Breslau.

Deutsche Geologische Gesellschaft.

Sitzung am 5. April 1933. Vorsitzender: Professor Fliegel.

Der angekündigte Vortrag von Professor Wolff, Berlin, »Erste Ergebnisse des Feininnellements des Reichsamts für Landesaufnahme in der Frage der Nordseeküsten-senkung« fiel wegen Verhinderung des Vortragenden aus.

Professor R. Potonié, Berlin, sprach über Folgerungen zur Entstehung der Steinkohle aus einem petrographisch-mikrochemischen Vergleich ihrer Gefügebestandteile. Auf Grund zahlreicher von Dr. Bosenick an Proben der Gasflammkohle von Flöz Bismarck und der Flammkohle von Flöz R ausgeführter Analysen ist der Vortragende zu folgenden Ergebnissen gelangt.

Der Vitrit muß aus wohl erhalten eingebetteten Pflanzenresten, d. h. in der Hauptsache Holzresten, aber auch krautigen Pflanzenteilen hervorgegangen sein. Vom Durit unterscheidet er sich durch höhern Wassergehalt, durch Abgabe flüchtiger Bestandteile schon bei niedrigerer Temperatur und schließlich durch einzelne mineralische Bestandteile, die im wesentlichen von denen des eingebetteten Pflanzenrestes herrühren.

Die Eigenschaften des Durits sprechen dafür, daß seine organische Ausgangssubstanz von vornherein eine stärkere Desorganisation erfahren hat, daß weiter sapropelitisches Material eingeschaltet worden sein kann und daß schließlich der Absatz wohl vielfach unter Wasser erfolgt ist. Hierfür sind eine ganze Reihe von Gründen anzuführen, darunter zunächst die Anreicherung der Stabilprotobitumina und der geringere Wassergehalt. Die Menge der flüchtigen Bestandteile schwankt beim Durit von Fall zu Fall in engeren Grenzen als beim Vitrit. Die Entgasung des Durits beginnt erst bei höherer Temperatur als beim Vitrit, ist aber im ganzen auf einen engeren Temperaturbereich beschränkt. Der Gehalt an organisch gebundenem Schwefel ist beim Durit höher als beim Vitrit; in der Hauptsache scheint für den Stickstoff dasselbe zu gelten. Die tonigen Bestandteile sind beim Durit häufiger als beim Vitrit.

P. Woldstedt.

¹ Temperature distribution in solids during heating and cooling, Phys. Rev. 1919, S. 99.

WIRTSCHAFTLICHES.

Der Großhandelsindex im März 1933.

Zeit	Agrarstoffe					Kolonial-waren	Industrielle Rohstoffe und Halbwaren										Industrielle Fertigwaren			Gesamt-index		
	Pflanzl. Nahrungs-mittel	Vieh	Vieh-erzeugnisse	Futtermittel	zus.		Kohle	Eisen	sonstige Metalle	Textilien	Häute und Leder	Chemikalien	Klänsd. Düngemittel	Techn. Öle und Fette	Kautschuk	Papierstoffe und Papier	Baustoffe	zus.	Produktionsmittel		Konsumgüter	zus.
1929 . . .	126,28	126,61	142,06	125,87	130,16	125,20	137,25	129,52	118,40	140,63	124,47	126,82	84,63	127,98	28,43	151,18	158,93	131,86	138,61	171,63	157,43	137,21
1930 . . .	115,28	112,37	121,74	93,17	113,08	112,60	136,05	126,16	90,42	105,47	110,30	125,49	82,62	126,08	17,38	142,23	148,78	120,13	137,92	159,29	150,09	124,63
1931 . . .	119,27	82,97	108,41	101,88	103,79	96,13	128,96	114,47	64,89	76,25	87,78	118,09	76,67	104,56	9,26	116,60	125,16	102,58	131,00	140,12	136,18	110,86
1932: Jan.	115,30	65,70	92,10	92,00	92,10	90,40	116,80	105,20	57,60	66,50	69,00	107,80	71,30	101,10	6,70	101,80	112,70	92,20	122,90	126,90	125,20	100,00
April	122,40	64,20	90,30	99,70	94,70	87,90	114,90	102,90	49,80	63,30	61,90	105,60	71,70	97,60	5,60	98,10	109,90	89,20	119,50	119,90	119,70	98,40
Juli	116,60	66,70	89,40	94,20	92,50	84,00	114,20	102,50	45,50	58,60	56,80	104,60	67,70	96,30	5,50	89,70	107,20	86,60	118,10	116,00	116,90	95,90
Okt.	100,30	66,20	98,70	85,20	88,00	83,40	116,70	102,50	50,40	62,60	61,00	103,70	69,40	101,40	5,80	90,20	105,60	88,20	116,90	113,00	114,70	94,30
Dez.	96,60	60,60	96,90	83,20	84,40	80,40	116,60	102,10	47,40	59,20	58,10	103,30	70,20	103,40	5,70	93,20	105,00	87,30	115,70	112,00	113,60	92,40
Durchschnitt 1932	111,98	65,48	93,86	91,56	91,34	85,62	115,47	102,75	50,23	62,55	60,98	105,01	70,35	98,93	5,86	94,52	108,33	88,68	118,44	117,47	117,89	96,53
1933: Jan.	95,70	57,90	87,50	81,90	80,90	80,90	116,30	101,70	46,80	60,10	57,20	103,30	72,60	104,50	5,30	93,50	103,70	87,30	115,10	111,40	113,00	91,00
Febr.	97,00	60,50	88,00	81,80	82,20	79,50	116,20	102,10	46,80	59,50	55,70	103,00	73,40	104,60	5,00	93,60	102,70	87,00	114,60	110,50	112,30	91,20
März	99,00	61,30	84,60	83,80	82,50	79,00	116,20	101,90	47,40	59,90	55,00	102,80	72,70	104,80	4,90	94,10	103,00	87,10	114,40	109,50	111,60	91,10

¹ Infolge Berichtigung der Zellstoffpreise von 1931 an geändert.

Der Ruhrkohlenbergbau im März 1933.
Zahlentafel 1. Gewinnung und Belegschaft.

Zeit	Arbeitstage	Kohlenförderung		Koksgewinnung				Betriebe Kohleöfen auf Zechen und Hütten	Preßkohlenherstellung		Zahl der betriebenen Briquetpressen	Zahl der Beschäftigten (Ende des Monats)						
		insges. 1000 t	arbeits-täglich 1000 t	insges.		täglich			ins-ges. 1000 t	arbeits-täglich 1000 t		Arbeiter ¹		Beamte				
				auf Zechen und Hütten 1000 t	davon auf Zechen 1000 t	auf Zechen und Hütten 1000 t	davon auf Zechen 1000 t					insges.	davon		technische	kauf-männische		
													in Neben-be-trieben	berg-männische Belegschaft				
1930:																		
Ganzes Jahr .	303,60	107 179	353	27 803	26 527	76	73	.	3163	10	.	.	.	.	.	.	.	.
Monats-durchschnitt	25,30	8 932	353	2 317	2 211	76	73	11 481	264	10	147	334 233	19 260	314 973	15 594	7083		
1931:																		
Ganzes Jahr .	303,79	85 628	282	18 835	18 045	52	49	.	3129	10	.	.	.	.	.	.	.	.
Monats-durchschnitt	25,32	7 136	282	1 570	1 504	52	49	8 169	261	10	137	251 034	14 986	236 048	13 852	6274		
1932:																		
Ganzes Jahr .	305,50	73 275	240	15 370	14 833	42	41	.	2823	9	.	.	.	.	.	.	.	.
Monats-durchschnitt	25,46	6 106	240	1 281	1 236	42	41	6 759	235	9	138	203 639	13 059	190 580	11 746	5656		
1933:																		
Januar . . .	25,76	6 543	254	1 444	1 394	47	45	6 738	276	11	137	208 013	13 603	194 410	11 120	5514		
Februar . . .	24,00	6 238	260	1 314	1 273	47	45	6 784	230	10	138	208 168	13 680	194 488	11 114	5504		
März	27,00	6 378	236	1 358	1 312	44	42	6 707	215	8	136	208 155	13 884	194 271	11 123	5502		
Jan.-März	76,76	19 160	250	4 116	3 978	46	44	.	720	9	.	.	.	.	.	.	.	.
Monats-durchschnitt	25,59	6 387	250	1 372	1 326	46	44	6 743	240	9	137	208 112	13 722	194 390	11 119	5507		

¹ Einschl. Kranke und Beurlaubte sowie der sonstigen Fehlenden (Zahl der »angelegten« Arbeiter).

Zahlentafel 2. Absatz und Bestände (in 1000 t).

Zeit	Bestände am Anfang der Berichtszeit				Absatz ²				Bestände am Ende der Berichtszeit								Gewinnung						
	Kohle		Preßkohle		Kohle		Preßkohle		Kohle		Koks		Preßkohle		zus. ¹		Kohle		Koks		Preßkohle		
	1	2	3	4	5	6	7	8	tatsächlich	± gegen den Anfang	tatsächlich	± gegen den Anfang	tatsächlich	± gegen den Anfang	tatsächlich	± gegen den Anfang	Förderung (Spalte 5 + 20 + 22 ± 10 oder Spalte 8 ± Spalte 16)	nach Abzug der verkorkten und brikettierten Mengen (Spalte 5 ± Spalte 10)	Erzeugung (Spalte 6 ± Spalte 12)	dafür eingesetzte Kohlenmengen	Herstellung (Spalte 7 ± Spalte 14)	dafür eingesetzte Kohlenmengen	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1930:																							
Ganzes Jahr .	1294	1069	64	2777	65 063	24 143	3111	100 108	3450	+2156	4729	+3659	116	+52,0	9853	+7075	107 183	67 219	27 803	37 007	3163	2957	
Monats-durchschnitt	2996	2801	66	6786	5 422	2 012	259	8 342	3175	+ 180	3106	+ 305	71	+ 4,0	7 375	+ 590	8 932	5 602	2 317	3 084	264	246	
1931:																							
Ganzes Jahr .	3450	4729	116	9919	57 819	18 048	3178	85 052	3012	- 438	5516	+ 787	68	-49,0	10 494	+ 575	85 628	57 381	18 835	25 334	3129	2913	
Monats-durchschnitt	3259	5049	112	10 155	4 818	1 504	265	7 088	3222	- 37	5115	+ 66	108	- 4,0	10 203	+ 48	7 136	4 782	1 570	2 111	261	243	
1932:																							
Ganzes Jahr .	3012	5516	68	10 514	50 306	15 146	2875	73 404	2629	- 383	5739	+ 224	16	-51,0	10 385	- 129	73 275	49 922	15 370	20 730	2823	2622	
Monats-durchschnitt	2764	5573	22	10 301	4 192	1 262	240	6 117	2732	- 32	5591	+ 19	18	- 4,0	10 291	- 11	6 106	4 160	1 281	1 728	235	219	
1933:																							
Januar	2629	5739	16	10 360	4 249	1 516	277	6 544	2726	+ 98	5667	- 72	15	- 0,8	10 360	- 1	6 543	4 347	1 444	1 941	276	256	
Februar	2726	5567	15	10 357	4 177	1 265	229	6 090	2809	+ 83	5716	+ 49	16	+ 1,0	10 506	+ 149	6 238	4 259	1 314	1 766	230	213	
März	2809	5716	16	10 539	4 226	1 147	215	5 974	2928	+ 119	5927	+ 212	16	- 0,6	10 944	+ 404	6 378	4 345	1 358	1 834	215	199	
Jan.-März	2629	5739	16	10 369	12 652	3 928	720	18 608	2928	+ 299	5927	+ 188	16	- 0,5	10 921	+ 552	19 160	12 951	4 116	5 540	720	668	

¹ Koks und Preßkohle unter Zugrundelegung des tatsächlichen Kohleneinsatzes (Spalten 20 und 22) auf Kohle zurückgerechnet; wenn daher der Anfangsbestand mit dem Endbestand der vorhergehenden Berichtszeit nicht übereinstimmt, so liegt das an dem sich jeweils ändernden Koksausbringen bzw. Pechzusatz. — ² Einschl. Zechenselbstverbrauch und Deputate.

Kohlengewinnung und -außenhandel der Tschechoslowakei im Jahre 1932.

Die Brennstoffgewinnung der Tschechoslowakei weist im Berichtsjahr ein recht ungünstiges Ergebnis auf. Gegen 1931 mußte die Steinkohlenförderung um 15,65 %, die Braunkohlengewinnung um 11,28 % eingeschränkt werden; dadurch sinkt die Gewinnungsziffer für beide Kohlenarten auf den tiefsten Stand in der Nachkriegszeit. Die Herstellung von Preßsteinkohle konnte dagegen ihre Aufwärtsbewegung fortsetzen.

Die Auswirkungen der allgemeinen Weltwirtschaftskrise haben auch die Kohlenausfuhr der Tschechoslowakei, wie dies aus der betreffenden Zusammenstellung ersichtlich ist, außerordentlich stark zusammenschumpfen lassen.

Der Kohlenverkehr zwischen Deutschland und der Tschechoslowakei ist kürzlich neu geregelt worden. Vom 1. April 1933 an wird die deutsche Steinkohleneinfuhr nach Maßgabe der tschechischen Braunkohlenausfuhr nach Deutschland geregelt, und zwar so, daß für 1 t eingeführte

deutsche Steinkohle 1 5/8 t böhmische Braunkohle ausgeführt werden können. Vom 1. Juli an beträgt der Umrechnungssatz 1:1,6. Der Vertrag kann erstmalig am 30. September zum 1. Dezember 1933 gekündigt werden.

Kohlegewinnung, Kokserzeugung und Preßkohlenherstellung der Tschechoslowakei.

	1930	1931	1932	± 1932 gegen 1931
	t	t	t	t
Steinkohle . . .	14 435 002	13 102 712	11 052 508	- 2 050 204
Braunkohle . . .	19 193 669	17 931 635	15 909 764	- 2 021 871
Koks ¹	2 712 332	2 045 527	1 277 310	- 768 217
Preßsteinkohle . . .	239 080	285 782	406 575	+ 120 793
Preßbraunkohle . . .	180 718	209 435	207 310	- 2 125
Bestände ² an:				
Steinkohle . . .	225 926	299 240	333 487	+ 34 247
Braunkohle . . .	553 044	554 421	664 003	+ 109 582
Koks	297 248	272 489	285 911	+ 13 422

¹ Davon stellten die Koksanstalten der Eisenwerke Trinec und Witkowitz im Jahre 1930: 717 700 t, 1931: 673 100 t und 1932: 359 400 t her. — ² Ende Dezember.

Brennstoffaußenhandel der Tschechoslowakei nach Ländern.

	1931	1932	± 1932 gegen 1931
	t	t	t
Steinkohle:	Einfuhr		
Polen	753 503	513 130	- 240 373
Deutschland	1 075 304	980 713	- 94 591
Andere Länder . . .	2 076	33 062	+ 30 986
zus.	1 830 883	1 526 905	- 303 978
Koks:			
Deutschland	233 323	219 814	- 13 509
Andere Länder . . .	976	1 309	+ 333
zus.	234 299	221 123	- 13 176
Braunkohle:			
Ungarn	111 672	101 558	- 10 114
Andere Länder . . .	7 091	4 928	- 2 163
zus.	118 763	106 486	- 12 277
Preßkohle:			
Deutschland	33 948	34 151	+ 168
Andere Länder . . .	35		
zus.	33 983	34 151	+ 168
Steinkohle:	Ausfuhr		
Österreich	1 255 520	1 043 641	- 211 879
Ungarn	211 691	196 415	- 15 276
Deutschland	127 998	91 021	- 36 977
Jugoslawien	32 715	25 814	- 6 901
Rumänien	16 418	12 523	- 3 895
Andere Länder . . .	8 459	1 101	- 7 358
zus.	1 652 801	1 370 515	- 282 286
Braunkohle:			
Deutschland	1 797 871	1 479 574	- 318 297
Österreich	161 151	63 386	- 97 765
Andere Länder . . .	1 360	690	- 670
zus.	1 960 382	1 543 650	- 416 732
Koks:			
Ungarn	173 562	106 161	- 67 401
Österreich	144 485	102 848	- 41 637
Polen	43 696	20 252	- 23 444
Rumänien	12 905	8 678	- 4 227
Jugoslawien	20 179	31 948	+ 11 769
Andere Länder . . .	7 565	4 770	- 2 795
zus.	402 392	274 657	- 127 735
Preßkohle:			
Deutschland	81 979	82 129	- 3 224
Andere Länder . . .	3 374		
zus.	85 353	82 129	- 3 224

Gewinnung und Belegschaft des oberschlesischen Bergbaus im Februar 1933¹.

Zeit	Kohlenförderung		Koks- erzeugung	Preß- kohlen- her- stellung	Belegschaft (angelegte Arbeiter)		
	insges.	arbeits- täglich			Stein- kohlen- gruben	Koke- reien	Preß- kohlen- werke
	1000 t						
1930	17 961	60	1370	272	48 904	1559	190
Monats- durchschnitt	1 497		114	23			
1931	16 792	56	996	279	43 250	992	196
Monats- durchschnitt	1 399		83	23			
1932	15 277	50	867	276	36 422	951	217
Monats- durchschnitt	1 273		72	23			
1933: Jan.	1 350	54	77	30	36 279	976	246
Febr.	1 224	52	73	23	35 984	971	245

	Januar		Februar	
	Kohle t	Koks t	Kohle t	Koks t
Gesamtabsatz (ohne Selbstverbrauch und Deputate)	1 206 817	105 826	1 099 961	80 432
davon				
innerhalb Oberschles. nach dem übrigen Deutschland	349 814	21 453	313 287	18 527
nach dem Ausland . .	775 091	71 239	710 699	54 741
und zwar nach:				
<i>Österreich</i>	18 302	4 797	15 523	2 724
<i>der Tschechoslowakei</i>	53 554	1 554	54 072	1 299
<i>Ungarn</i>	45	3 985	180	2 103
<i>den übrigen Ländern</i>	10 011	2 798	6 200	1 038

¹ Nach Angaben des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins in Gleiwitz.

Kokserzeugung der Ver. Staaten von Amerika.

Jahr	Insges. 1000 sh. t	Davon	
		Nebenproduktenkoks 1000 sh. t	Bienenkorbkoks 1000 sh. t
		von der Gesamt- erzeugung %	von der Gesamt- erzeugung %
1913	46 300	12 715	27,5
1929	59 884	53 412	89,2
1930	47 972	45 196	94,2
1931	33 484	32 356	96,6
1932	21 939	21 167	96,5

Frankreichs Gewinnung und Außenhandel in Eisenerz im Jahre 1932.

Gewinnung.			
Bezirk	1930 t	1931 t	1932 t
Lothringen:			
Metz, Diedenhofen	20 239 925	15 765 614	11 632 754
Briey, Longwy,			
Minières	24 346 546	19 540 490	13 899 123
Nancy	1 413 406	1 074 652	639 754
Normandie	2 063 252	1 919 303	1 436 995
Anjou, Bretagne . .	484 744	349 048	136 538
Indre	30 467	14 669	3 408
Südwesten	20 217	17 081	607
Pyrenäen	193 872	96 493	10 981
Tarn, Hérault			
Aveyron	6 285	3 954	—
Gard, Ardèche,			
Lozère	21 862	2 905	1 174
zus.	48 820 576	38 784 209	27 761 334

Außenhandel.

Herkunfts- bzw. Bestimmungsland	1930 t	1931 t	1932 t
Einfuhr			
Belgien-Luxemburg	475 989	353 001	153 063
Spanien	231 143	183 482	84 922
Algerien	38 363	69 614	24 600
Tunis	127 818	60 431	5 033
Marokko	22 311	61 583	—
Schweden	29 971	3 241	1
Norwegen	14 641	7 965	5 113
Schweiz	36 847	18 256	8 420
Andere Länder	34 458	24 103	53 776
zus.	1 011 541	781 676	334 928
Ausfuhr			
Deutschland	2 402 941	1 574 885	711 660
Belgien-Luxemburg	11 600 998	10 060 562	9 051 987
Niederlande	922 779	701 820	287 384
Großbritannien	150 782	68 406	8 460
Andere Länder	2 120	1 526	1 375
zus.	15 079 620	12 407 199	10 060 866

Nebenerzeugnis	In der Woche endigend am	
	13. April	21. April
Benzol (Standardpreis) . . . 1 Gall.	s	
Reinbenzol 1 "	1/6 - 1/7	2/ - 2/2
Reintoluol 1 "	2/ -	—
Karbonsäure, roh 60% . . . 1 "	2/8 - 2/9	—
" krist. 40% . . . 1 lb.	9/1/2 - 1/10	—
Solventnaphtha I, ger. . . . 1 Gall.	1/6	—
Rohnaphtha 1 "	1/11	—
Kreosot 1 "	1/1 1/2 - 1/2	—
Pech 1 l. t	85/	—
Teer 1 "	47/6 - 50/ -	—
Schwefelsaures Ammo- niak, 20,6% Stickstoff 1 "	5 £ 5 s	

Schwefelsaures Ammoniak wurde bei unveränderter Geschäftslage gleichbleibend notiert.

Gewinnung von Kali und mineralischen Ölen in Frankreich im Jahre 1932.

	1929 t	1930 t	1931 t	1932 t
Absatzfähiges Kali				
Rohsalz 12 - 16%	258 934	209 023	116 735	103 853
Düngesalz 20 - 22%	715 919	661 201	454 881	394 593
" 30 - 40%	226 804	203 858	148 511	96 371
Chlorkalium mehr als 50% . . .	411 650	475 495	369 378	342 737
zus.	1 613 307	1 549 577	1 089 505	937 554
Gehalt an Reinkali (K ₂ O)	493 934	506 488	366 870	321 228
Mineralische Öle	82 309	81 857	79 290	84 954

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse¹.

Auf dem Markt für Teererzeugnisse hat sich keine wesentliche Veränderung gegenüber der Vorwoche ergeben. Mit Ausnahme von Kreosot blieb die Geschäftslage für sämtliche Erzeugnisse weiterhin recht zufriedenstellend, auch die Preise hielten sich durchweg auf der bisherigen Höhe.

¹ Nach Colliery Guardian vom 21. April 1933.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlen- förderung t	Koks- er- zeugung t	Preß- kohlen- her- stellung t	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preß- kohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand				Wasser- stand des Rheins bei Caub (normal 2,30 m) m
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg- Ruhrorter ² t	Kanal- Zechen- H ä f e n t	private Rhein- t	insges. t	
April 9. Sonntag		39 484	—	1 037	—	—	—	—	—	1,20
10.	239 697	39 484	8 411	14 176	—	23 078	32 906	5 996	61 980	1,21
11.	253 059	42 434	10 116	14 817	—	24 911	35 891	9 457	70 259	1,19
12.	261 425	40 507	10 089	14 295	—	23 232	27 262	6 407	56 901	1,18
13.	276 937	41 917	10 081	15 521	—	24 098	35 792	11 931	71 821	1,14
14.	—	37 535	—	1 067	—	—	—	—	—	1,15
15.	187 029	37 535	6 405	13 890	—	28 785	31 619	6 365	66 769	1,15
zus.	1 218 147	278 896	45 102	74 803	—	124 104	163 470	40 156	327 730	
arbeitstäg.	243 629	30 842	9 020	14 961	—	24 821	32 694	8 031	65 546	
April 16. Ostern		38 434	—	812	—	—	—	—	—	1,15
17.		38 434	—	1 063	—	—	—	—	—	1,26
18.	307 785	38 434	11 974	16 223	—	24 692	31 239	7 331	63 262	1,23
19.	250 049	40 389	9 503	14 603	—	26 399	41 481	9 605	77 485	1,20
20.	161 601	40 100	8 416	11 968	—	27 729	24 235	5 523	57 487	1,18
21.	281 023	41 287	11 994	15 054	—	33 543	30 750	7 488	71 781	1,18
22.	234 150	40 727	8 298	15 820	—	30 948	23 781	9 531	64 260	1,20
zus.	1 234 608	277 805	50 185	75 543	—	143 311	151 486	39 478	334 275	
arbeitstäg.	246 922	39 686	10 037	15 109	—	28 662	30 297	7 896	66 855	

¹ Vorläufige Zahlen. — ² Kipper- und Kranverladungen.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 21. April 1933 endigenden Woche.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Die Wiederaufnahme des englischen Kohlegeschäfts nach den Feiertagen zeigte keine Veränderung der allgemeinen Lage; weder dem Umfang noch der Preisgestaltung nach konnte sich für irgendeine Kohlensorte eine Besserung durchsetzen. Am besten gefragt waren noch Kesselkohle und Bunkerkohle, während von den Kokssorten Gaskoks bevorzugt wurde. Wie berichtet wird, haben die Gaswerke von Kalmar

eine Lieferung von 1500 t Durham-Kokskohle zum Preise von 16 s 9 d cif abgeschlossen. Unter den auf dem Markt vorliegenden größeren Nachfragen ist besonders erwähnenswert die der Gaswerke von Esbjerg auf Lieferung von 20 000 t Durham-Gaskohle, deren Verschiffung in den Monaten Mai bis Dezember erfolgen soll, weiter die der Gaswerke von Palermo auf 5000 t und der Stockholmer Gaswerke auf 5200 t Durham-Gaskohle. Die Verschiffung der letzten beiden Mengen soll noch im April beginnen, sich aber auch bis Dezember hinziehen. Ein Werk von Norrköping hielt Nachfrage nach 12 000 t Kokskohle, die

es in den Monaten Mai bis Dezember abzunehmen gedenkt. Die Preise hielten sich durchweg auf der vorwöchigen Höhe.

2. Frachtenmarkt. Die etwas lebhaftere Geschäftstätigkeit auf dem Kohlenchartermarkt in der vorhergegangenen Woche war lediglich auf den Wunsch der Schiffer, noch vor den Feiertagen die vorliegenden Aufträge zur Ausführung zu bringen, zurückzuführen, sie hatte jedoch, wie es sich in der Berichtswoche erwies, keinerlei

Einfluß auf die allgemeine Lage, die nach wie vor gekennzeichnet ist durch den reichlichen Überfluß an Schiffsraum und die dadurch bewirkten niedrigen Frachtsätze. Am Tyne lag eine etwas lebhaftere Nachfrage nach den englischen Kohlenstationen vor. In Cardiff blieb die Abschlußfähigkeit nach den Häfen Südamerikas recht fest, und auch im Sichtgeschäft ergaben sich für diese Häfen Anzeichen einer leichten Besserung. Angelegt wurden für Cardiff-Genua durchschnittlich 5 s 6 d und für Tyne-Rotterdam 3 s 9 d.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 13. April 1933.

1a. 1258273. Fried. Krupp A.G., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Schwingsieb mit Längsversteifungen des Siebkastens zur Absteifung der Spannvorrichtung für das Siebgewebe. 18. 3. 33.

5b. 1258039. Hugo Klerner, Gelsenkirchen. Sicherung zwischen Griff und Zylinder an Abbauhämmern. 18. 3. 33.

5b. 1258545. ATG Allgemeine Transportanlagen-G.m.b.H., Leipzig. Vorrichtung zum Herausfordern von Mineralien aus Tagebauen, besonders Braunkohlentagebauen. 23. 10. 31.

5c. 1258572. Hans Weitzer, Buer-Scholven. Verstellbarer Bühnenschluß für steile Kohlenflöze. 22. 2. 33.

5d. 1258675. Ernst Stränger, Mülheim (Ruhr)-Holthausen. Einrichtung an Ziehvorrichtungen für Bergwerke und ähnliche Betriebe. 20. 3. 33.

35a. 1258178. Friedrich Müller IV, Zaisenhausen (Baden). Aufzugsrad mit Kugellager und Seilführung. 6. 3. 33.

35a. 1258222. Fritz Fleischmann, Oberhausen. Einschließbarer Fußzapfen für herausnehmbare Führungsrohre an Seilfahrtstoren für Förderkorbverschlüsse. 21. 1. 33.

35a. 1258223. Fritz Fleischmann, Oberhausen. Seilfahrtstor für Förderkorbverschlüsse. 21. 1. 33.

81e. 1257911. Gerhard Kestermann Zahnräder- und Maschinenfabrik, Bochum (Westf.). Schüttelrutschenverbindung. 3. 3. 33.

81e. 1258054. Hauhinco Maschinenfabrik G. Hausherr, E. Hinselmann & Co. G.m.b.H., Essen. Gerüstaufbau für in Rinnen u. dgl. geführte Förderbänder. 21. 11. 32.

Patent-Anmeldungen,

die vom 13. April 1933 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1b, 4/01. G. 77935. Dr. Bartel Granigg, Leoben (Steiermark). Magnetscheider. 1. 10. 28.

1c, 13. K. 121263. Fried. Krupp A.G., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Verfahren zum Zuteilen von Flotationszusätzen. 14. 7. 31.

5b, 40. I. 22.30. Albert Ilberg, Moers-Hochstraß. Abbaumaschine, die das Flöz in voller Höhe in Längsstreifen abarbeitet. 24. 2. 30.

5c, 11. G. 81142. Hochtief A.G. für Hoch- und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann, Essen. Verfahren zum Herstellen von Stollen und Tunneln mit wanderndem Verzug. 13. 11. 31.

5d, 9/01. T. 38330. Alfred Tüffert, Dortmund-Kirchderne. Absaugung der Grubengasnester in den Firstausbrüchen der Strecken. 10. 2. 31.

5d, 11. B. 91.30. Bergtechnik G.m.b.H., Lünen (Lippe). Antriebsvorrichtung für Abbaustreckenförderverfahren. Zus. z. Anm. B. 139948. 23. 7. 30.

5d, 14/10. B. 150541. Karl Borggräfe jr., Hagen-Haspe. Hin und her schwingende Bergeversatzwurfschaufel. 6. 1. 31.

10a, 15. H. 64.30. Dr.-Ing. eh. Gustav Hilger, Gleiwitz. Verfahren zum Verdichten der Kohle innerhalb der Verkokungskammern von Koksöfen. 11. 3. 30.

10a, 22/06. St. 49899. Firma Carl Still, Recklinghausen. Ofen zur Probedestillation von Koksöfen. 26. 9. 32.

81e, 11. K. 126632. Kohlenveredlung und Schwelwerke A.G., Berlin. Aufgabevorrichtung für Transport- und Ladebänder. 17. 8. 32.

81e, 19. H. 132805. Hermann Hellberg, Halle (Saale). Seilkastenband. 9. 8. 32.

81e, 108. K. 123146. Gerhard Krause, Atzendorf, Grube Marie (Bez. Magdeburg). Brikketverladevorrichtung. 25. 11. 31.

81e, 112. Sch. 97453. Schüchtermann & Kremer-Baum A.G. für Aufbereitung, Dortmund. Vorrichtung zum Verladen und Stapeln mit Hilfe von Förderbändern. 11. 4. 32.

81e, 126. L. 65567. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Absetzer. Zus. z. Pat. 569683. 8. 4. 26.

81e, 126. L. 66365 und 67487. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Abraumabsetzer. Zus. z. Pat. 570820. 23. 7. und 17. 12. 26.

81e, 126. M. 117978. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf A.G., Magdeburg. Verfahren und Einrichtung zum Absetzen von Abraum mit wechselseitiger Hoch- und Tiefschüttung. 14. 12. 31.

Deutsche Patente.

(Von dem Tage, an dem die Erteilung eines Patentes bekanntgemacht worden ist, läuft die fünfjährige Frist, innerhalb deren eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent erhoben werden kann.)

10a (501). 574060, vom 21. 2. 31. Erteilung bekanntgemacht am 16. 3. 33. Dr. C. Otto & Comp. G.m.b.H. in Bochum. *Beheizung von Öfen, besonders Kammeröfen, zur Erzeugung von Gas und Koks.*

Ein heizkräftiges Brenngas soll unmittelbar in zwischen Wärmeaustauschern und Heizelementen der Öfen liegende, zum Verteilen der in den Wärmeaustauschern vorgewärmten Abgase der Öfen auf die einzelnen Heizelemente dienende Kanäle eingeführt werden, in denen die Abgase eine Temperatur haben, die oberhalb der Zündtemperatur von Gemischen aus heizkräftigem Brenngas und Luft liegt.

10a (1201). 574061, vom 10. 12. 29. Erteilung bekanntgemacht am 16. 3. 33. Heinrich Koppers A.G. in Essen. *Koksofentür.*

Der äußere Teil der stopfenartig in die Kammer hineingeragenden Tür ist breiter als die Ofenkammer und legt sich flach vor die Ofenkopfbewehrung. An dieser ist ein den breiteren Teil der Tür umgebender Rahmen lösbar befestigt, der es gestattet, die zwischen dem breiteren Teil und der Ofenkopfbewehrung vorhandenen Fugen mit Lehm zu verschmieren. An der Tür ist eine lösbare Druckleiste angebracht, durch die eine federnde Dichtungsplatte gegen die Tür und den Rahmen gepreßt werden kann.

10a (13). 573981, vom 28. 8. 29. Erteilung bekanntgemacht am 16. 3. 33. Dr. C. Otto & Comp. G.m.b.H. in Bochum. *Ofen zum Verkoken künstlich verdichteter Kohlenkuchen.*

Der Ofen hat durch waagrechte, aus T-förmigen Steinen bestehende Zwischenwände in zwei oder mehr übereinanderliegende Kammern unterteilte Ofenkammern. Die Schenkel der T-förmigen Steine greifen in die Seitenwände der Ofenkammern ein. Zwischen den Seitenwänden und dem Steg der T-förmigen Steine sind Durchtrittsöffnungen für die Gase freigelassen.

10a (15). 573996, vom 5.3.30. Erteilung bekanntgemacht am 16.3.33. Dr.-Ing. eh. Gustav Hilger in Gleiwitz (O.-S.). *Verfahren zur Herstellung von Halb- oder Ganzkoks aus bituminösen Brennstoffen, besonders aus schlecht backender Kohle, im Schachtofen.* Zus. z. Pat. 565732. Das Hauptpatent hat angefangen am 31.5.28.

Zwecks Verhütung einer Verkrustung der den geheizten Ofenwandungen zugekehrten Schichten des verdichteten Brennstoffbesatzes des Ofens sollen die an der Innen- oder Außenseite oder auf beiden Seiten des Besatzes angebrachten Gasabzugskanäle mit einem unverdichteten Füllstoff, z. B. mit kleinstückigem Koks oder Halbkoks, ausgefüllt werden. Die Gasabzugskanäle können durch im Ofenraum angeordnete heb- und senkbare Rohre gebildet werden, die bei stetigem Betrieb in der gleichen Höhenlage belassen, bei nicht stetigem Betrieb dagegen dem Steigen des Besatzes entsprechend gehoben und bei Beendigung der Beschickung aus dem Ofen entfernt werden. Der zum Verdichten des Besatzes dienende, mit Durchtrittsöffnungen versehene Kolben nimmt den Raum zwischen den die Gasabzugskanäle bildenden Rohren ein und wird unabhängig von den Rohren gehoben und gesenkt, während der Brennstoff von oben in den Ofenschacht fällt. Der Kolben kann auch mit den Rohren verbunden und mit diesen gehoben und gesenkt werden. In diesem Fall können die Rohre nach unten über die Druckfläche des Kolbens vorstehen.

10a (15). 573997, vom 1.4.31. Erteilung bekanntgemacht am 16.3.33. Dr.-Ing. eh. Gustav Hilger in Gleiwitz (O.-S.). *Verfahren und Vorrichtung zur Verdichtung des Brennstoffbesatzes in den Verkokungskammern, Retorten o. dgl. von unterbrochen betriebenen Koksfüllöfen.*

In den in der Ofenkammer befindlichen Brennstoffbesatz sollen umlaufende Körper eingeführt werden, die eine Schleuder- und Fliehkraftwirkung auf den Brennstoff ausüben. Als Umlaufkörper können Flügelwerke mit geraden oder gewölbten, fest, gelenkig oder federnd mit einer stehenden Antriebswelle verbundenen Flügeln verwendet werden. Mit den Flügeln können Schwungmassen verbunden sein.

10a (15). 574135, vom 12.4.30. Erteilung bekanntgemacht am 23.3.33. Gräflin Schaffgotschsche

Werke G. m. b. H. in Gleiwitz. *Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten von Brennstoffen innerhalb von Kokskammeröfen mit Füllbetrieb.*

In die Ofenkammer soll während oder nach dem Einfüllen des Brennstoffes durch einen in der Kammerdecke angebrachten Einföhrungsschlitz eine keilförmige Platte eingeföhrt und nach dem Einföhren ein- oder mehrmalig gehoben und gesenkt oder quer zur Ofenachse seitlich hin und her bewegt werden. Die Platte kann hohl, mit Durchtrittsöffnungen versehen und an eine Rohrleitung angeschlossen sein, so daß die entstehenden Destillationsgase durch die Platte abgeföhrt werden. Ferner kann der Innenraum der Platte durch senkrechte Zwischenwände in Kammern geteilt sein, von denen ein Teil zum Abföhren der Destillationsgase dient und der andere Teil von einem Heiz- oder Kühlmittel durchströmt wird. Die zum Abföhren der Destillationsgase dienenden Kammern können vor dem Einföhren der Platte in diese mit einem Stoff gefüllt werden, der schon bei niedriger Temperatur verkohlt.

10a (2401). 573998, vom 5.4.30. Erteilung bekanntgemacht am 16.3.33. Société de Recherches et de Perfectionnements Industriels in Puteaux (Frankreich). *Ofenanlage zum Schwelen von Brennstoffen.*

Die Anlage hat mehrere hintereinander geschaltete, aufrecht stehende Kammern. Durch die ersten, stärker zu erheizenden Kammern wird ein heißer Gasstrom mit Hilfe von Ventilen oder Klappen abwechselnd senkrecht von unten nach oben und von oben nach unten hindurchgeföhrt, während durch die übrigen schwächer zu erheizenden Kammern der Gasstrom ständig senkrecht von unten nach oben geleitet wird.

10a (2401). 574159, vom 25.10.29. Erteilung bekanntgemacht am 23.3.33. Julius Pintsch A. G. in Berlin. *Vorrichtung zur Herstellung eines Gasgemisches bestimmter Temperatur.* Zus. z. Pat. 572942. Das Hauptpatent hat angefangen am 19.11.26.

Ein Teil der heißen Verbrennungsgase, die mit einem kühlern zersetzbaren Gas gemischt werden sollen, wird, nachdem die heißen Gase ihre Wärme in einer Rekuperator-einrichtung abgegeben haben, durch einen Ableitungskanal für andere Zwecke abgeleitet.

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U '.

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

Mineralogie und Geologie.

Das Erdöl von Venezuela und seine Verarbeitung. Von Egloff, Nelson und Truesdell. Petroleum. Bd. 29. 5.4.33. S. 7/11. Geschichtlicher Rückblick. Kennzeichnung der verschiedenen Erdölfelder und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung.

La Chine. Von Kuklops. Mines Carrières. Bd. 12. 1933. H. 126. S. 1/16*. Geschichtlicher Rückblick. Geographische und geologische Übersicht. Die Bodenschätze. Verbreitung der Kohlenlagerstätten. Beschreibung einzelner Vorkommen. (Forts. f.)

Bergwesen.

Erfahrungen beim Reparieren verwässerter Rotarysonden. Von Schropp. Petroleum. Bd. 29. 5.4.33. S. 1/5*. Beschreibung verschiedener Verfahren zur Wassersperrung auf Grund von Betriebserfahrungen.

Abbauwirkungen und Gebirgsdruck unter besonderer Berücksichtigung des Erzbergbaus. Von Spackeler. Metall Erz. Bd. 30. 1933. H. 7. S. 121/8*. Der Gebirgsdruck als Freund und Feind. Gebirgsbewegungen als Abbaufolge. Spannungsvorgänge bei der Herstellung der Grubenbaue. Gewölbekonstruktion im Hangenden der Abbaue. Gebirgsschläge. Rückwirkungen der Abbaue benachbarter Lagerstätten aufeinander.

Die bergbaulichen Verhältnisse des Sorauer Flözuges unter besonderer Berücksichtigung der Gebirgsdruckfragen. Von Bartholmai. Braunkohle. Bd. 32. 31.3.33. S. 193/8*. Aufschluß und Vorrich-

tung. Herstellung der Vorrichtungsstrecken. Abbau. Schrifttum.

Abbau mit Verschiebebrüchen auf der Braunkohlengrube Finkenheerd. Von Funcke. Braunkohle. Bd. 32. 8.4.33. S. 219/23*. Schilderung des neuen Abbaufahrens und seiner Vorteile hinsichtlich der Bewetterung, der Sicherheit sowie der Verminderung der Holzkosten und der Kohlenverluste.

Zusammenhang und Bedeutung der im Hangenden und Flöz auftretenden Risse und Drucklagen. Von Eisenmenger. Glückauf. Bd. 69. 15.4.33. S. 330/8*. Beobachtungen in den Flözen Mathias und Hugo. Feststellungen in andern Flözen. Erklärung der Drucklagen und Hangendrisse im Schrifttum. Gesetzmäßigkeit der Hangendriß- und Drucklagenrichtung auf Grund der geschilderten Beobachtungen. Bedeutung derartiger Gebirgsdruckerscheinungen.

L'exploitation des mines de cuivre aux États-Unis et au Canada. Von Demeure. Ann. Belg. Bd. 33. 1932. H. 3. S. 851/907*. Gesamtübersicht über die nordamerikanische Kupferindustrie. Die Kupfererzbergwerke in Michigan. Die Lagerstätten und die Gewinnung, Schächte, Abbaufahren, Bewetterung, Gewinnungskosten. (Forts. f.)

L'exploitation par longues tailles. Von Nokin. Ann. Belg. Bd. 33. 1932. H. 3. S. 909/66*. Studien über den Gebirgsdruck. Pseudoplastischer Zustand der Gesteine in den vom Bergbau erreichten Teufen. Untersuchung des Gebirgsdrucks im Flözabbau. (Forts. f.)

Überwachung und Prüfverfahren für Druckluftschlagwerkzeuge im Grubenbetrieb. Von Müller. (Schluß.) Kali Erz Kohle. Bd. 30. 1933. H. 4. S. 60/2*.

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 M für das Vierteljahr zu beziehen.

Beschreibung von Brems- und Prüfgeräten. Kartei für die Bohrerüberwachung.

Selbstdichtende und wieder verwendbare Spülversatzdämme aus Formklötzen. Von Redeker. Glückauf. Bd. 69. 15. 4. 33. S. 343/5*. Bisheriges Verfahren bei der Herstellung von Abschlußdämmen im oberschlesischen Bergbau. Aufstellung von Klotzdämmen. Einspülen. Wiedergewinnung der Dämme. Kostenvergleich.

Neuere Untersuchungen an Gurtförderbändern. Von Härtig. Braunkohle. Bd. 32. 8. 4. 33. S. 214/9*. Dauerprüfmaschine für Gurtförderbänder. Dehnungskurven. Messung der Bandsteifigkeit.

Staub und Beleuchtung in Braunkohlenbrikettfabriken. Von Kohlschein. (Schluß.) Braunkohle. Bd. 32. 31. 3. 33. S. 198/202*. Beschreibung weiterer Bauarten von Leuchten. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Versuche zur Verfeuerung aschenreicher Braunkohle. Von Rosin, Rammler und Doerffel. Braunkohle. Bd. 32. 8. 4. 33. S. 209/14*. Kennziffern der Kohle und Asche. Feuerungsleistung. Dampfleistung. Kohlen säuregehalt und Abgasverlust. Rückstandsverluste. Aschenbilanz. Wirtschaftlichkeitsfragen.

Brauchbarkeit von Staubkohle für die Hauptgasfeuerung. Von Pannek. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 14. 1933. H. 4. S. 95/6. Wirkungsweise der Halbgasfeuerung. Prüfung der Eignung von Kohlen mit Hilfe der Blähprobe.

The generation of steam from blast-furnace gas. Von Webber. J. Iron Steel Inst. Bd. 126. 1932. Teil 2. S. 11/73*. Nachteile und Vorzüge von Hochofengas. Maßnahmen bei schwankendem Dampfbedarf. Vorerhitzung von Luft und Gas. Wirtschaftliche Ergebnisse der Verbrennung von Hochofengas unter Kesseln. Verbesserung bestehender Kesselanlagen. Aussprache.

Hüttenwesen.

Spectroscopic estimation of nickel, manganese and chromium in steels. Von Twyman und Harvey. J. Iron Steel Inst. Bd. 126. 1932. Teil 2. S. 397/412*. Vereinfachtes spektrographisches Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Nickel, Mangan und Chrom im Stahl. Aussprache.

Chemische Technologie.

Gasanalysenfehler und ihre Einflüsse. Von Neidhardt. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 14. 1933. H. 4. S. 85/91*. Fehlergebiete und Fehlergrößen. Fehler der Entnahme, der Aufbewahrung und des Analysenverfahrens. Einfluß von Analysenfehlern. Gleichungen der Verbrennungslehre. Anwendung des Untersuchungsverfahrens.

Beiträge zur Kenntnis der Inhaltstoffe des Braunkohlengasbenzins. Von Bromme. Braunkohlenarch. 1933. H. 39. S. 1/44. Theoretische Betrachtungen. Die basischen, sauren und neutralen Bestandteile. Aufarbeitung des Gasbenzins.

Chemie und Physik.

The effect of hydrogen sulphide on the corrosion of iron by salt solutions. Von Britton, Hoar und Evans. J. Iron Steel Inst. Bd. 126. 1932. Teil 2. S. 365/77*. Der Einfluß geringer Mengen von Schwefelwasserstoff auf die Korrosion von Eisen durch Salzlösungen. Aussprache.

Messen des Wärmeübergangs auf feste und flüssige Körper. Von Haase. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 14. 1933. H. 4. S. 92/4. Messung der Wärmeverteilung in Feuerräumen mit der Kugelsonde. Platten- und Schwimmsonde zum Messen des Wärmeübergangs an feste Körper und Schwimmsonde für Metallschmelzen.

Wirtschaft und Statistik.

Statistique des industries extractives et métallurgiques et des appareils à vapeur en Belgique pour l'année 1931. Ann. Belg. Bd. 33. 1932. H. 3. S. 1047/256*. Kohlenbergbau. Allgemeine Verhältnisse, Förderung, Maschinen untertage, Grubenlampen. Erzbergbau. Steinbruchindustrie. Statistische Angaben über das Hüttenwesen. Unfälle in den behandelten Industriezweigen.

Verkehrs- und Verladewesen.

Betriebskosten und Selbstkosten der Zechenbahnen. Von Schott. Glückauf. Bd. 69. 15. 4. 33. S. 338/43. Gliederung der Zechenbahnkosten. Kosten der Betriebsleistungseinheiten. (Schluß f.)

Verschiedenes.

Die Entwicklung der Forschung in den Jahren 1931 und 1932. Von Koenemann. Z.V.d.I. Bd. 77. 1. 4. 33. S. 329/35. Forschungen in den Grundwissenschaften. Werkstoff. Schwingungstechnik. Strömungslehre. Maschinenelemente. Wärme und Dampf. Elektrotechnik. Schweißtechnik. Verkehr. Nahrungsmitteltechnik usw.

P E R S Ö N L I C H E S.

Bei der Geologischen Landesanstalt in Berlin sind ernannt worden:

der Bezirksgeologe und Professor Dr. Barsch zum Landesgeologen und Professor,
der außerplanmäßige Geologe Dr. Kühne zum Bezirksgeologen.

Der Abteilungsleiter und Professor Dr. Krause ist auf Grund des Altersgrenzengesetzes in den Ruhestand getreten.

Beurlaubt worden sind:

der Bergassessor Bähr vom 1. Mai an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Firma C. Deilmann, Bergbau und Tiefbau G. m. b. H. in Dortmund-Kurl,

der Bergassessor Koerfer vom 1. April an auf sechs Monate zur Übernahme einer Tätigkeit auf der Grube Carl der Rheinischen Aktiengesellschaft für Braunkohlenbergbau und Brikettfabrikation in Köln,

der Bergassessor Sabaß vom 1. April an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Geschäftsführung des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins E. V., des Arbeitgeberverbandes der Oberschlesischen Montanindustrie E. V. und des Oberschlesischen Steinkohlensyndikats G. m. b. H., sämtlich in Gleiwitz (O.-S.),

der Bergassessor Trippe vom 1. April an auf weitere drei Monate zur Fortsetzung seiner Beschäftigung auf der Zeche Gneisenau der Harpener Bergbau-A. G. in Dortmund,
der Bergassessor Kahleyß vom 10. April an auf sechs Monate zur Übernahme einer Beschäftigung bei den Michel-Werken in Halle (Saale), Abt. Braunkohlenbergwerk Michel/Vesta in Groß-Kayna bei Merseburg,

der Bergassessor Niederbäumer vom 4. April an auf weitere drei Monate zur Fortsetzung seiner Beschäftigung bei der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum,

der Bergassessor Tanzeglock vom 15. April an auf sechs Monate zur Übernahme einer Beschäftigung bei der Bergwerksgesellschaft Dahlbusch in Gelsenkirchen-Rotthausen.

Preußische Bergwerks- und Hütten-A. G.

Versetzt worden sind:

der Bergrat a. D. Dorsemagen, bisher Direktor bei der Staatlichen Bernstein-Manufaktur G. m. b. H. in Königsberg (Preußen), zur Saline und Bad Dürrenberg,
der Bergassessor Grunow, bisher bei der Saline und Bad Dürrenberg, an die Saline in Schönebeck (Elbe).

Der Rechtsanwalt Dr. Verres, bisher Prokurist und Justitiar bei der Generaldirektion in Berlin, ist aus den Diensten der Gesellschaft ausgeschieden zur Übernahme der Stellung als Direktor und Stellvertreter des Generaldirektors in der Generaldirektion der Gräfllich Schaffgotschsche Werke G. m. b. H. in Gleiwitz.

Der Rechtsanwalt Dr. Stachelhaus aus Mannheim ist als Justitiar bei der Generaldirektion in Berlin eingetreten.