

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

1045

Nr. 44

2. November 1935

71. Jahrg.

Durchbildung, Leistungsfähigkeit und Anwendungsmöglichkeit neuzeitlicher Schraubenlüfter für die Grubenbewetterung.

Von Professor Dr. C. H. Fritzsche und Bergassessor F. Giesa, Aachen.

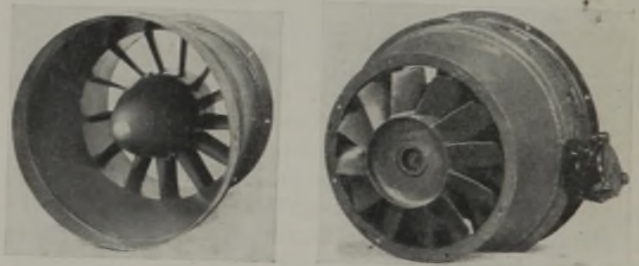
Bei der künstlichen Bewetterung hat sich im Laufe der Entwicklung herausgebildet, daß die Hauptbewetterung von ganzen Grubengebäuden durch Fliehkraftlüfter und die Sonderbewetterung in den meisten Fällen durch Schraubenlüfter erfolgt. Fliehkraftlüfter werden daher bisher allgemein für große und Schraubenlüfter für kleine Wetterleistungen gebaut. Die Schaffung großer und stark belegter Betriebspunkteinheiten im Zuge der in den letzten Jahren erfolgten stärkern Betriebszusammenfassung macht es erforderlich, auch für die Sonderbewetterung Lüfter von größerer Wetterleistung als der bisher üblichen zu bauen. Bei manchen wettertechnisch ungünstig liegenden Bauabteilungen ist sogar der Gedanke zu erwägen, für einen Zweigstrom aus dem ganzen Wetternetz eines Grubengebäudes einen größeren Sonderlüfter aufzustellen. Aus diesem Grunde macht sich immer mehr das Bedürfnis nach Schraubenlüftern von größerer Leistung für die Verwendung untertage geltend. Fliehkraftlüfter eignen sich weniger für die Aufstellung in der Grube, weil sie den Luftstrom in der Richtung senkrecht zum Eintrittsstrom austreten lassen, also keinen axialen Luftdurchgang haben. Da in letzter Zeit einige neuartige größere Schraubenlüfter gebaut und auch im Bau kleinerer Einheiten Änderungen vorgenommen worden sind, soll über deren Durchbildung und Leistungsfähigkeit berichtet und zugleich die naheliegende Frage erörtert werden, ob sich die großen Schraubenlüfter auch für die Hauptbewetterung von ganzen Grubengebäuden eignen und etwa Vorteile gegenüber den Fliehkraftlüftern aufweisen.

Aufbau und Entwicklung der Schraubenlüfter.

Überblick.

Die bisher gebräuchlichen Schraubenlüfter¹ bestehen aus einem mehrflügeligen Laufrad und mitunter auch zusätzlich aus einem mehrflügeligen feststehenden Leitrad oder einer entsprechenden Leitschaufel, die zusammen in einem zylindrischen oder sich stromlinienförmig verjüngenden Gehäuse untergebracht sind. Je nach den baulichen Besonderheiten der Hersteller haben Flügel und Leitschaufeln verschiedene Form und Stellung zueinander². Die Flügel weisen gewöhnlich aus dem Flugzeugbau übernommene Ausbildungen auf, die in den letzten Jahren zur Erzielung günstiger Wirkungsgrade erheblich vervollkommen worden sind. Hauptsächlich hat man sie nach den einfachern Querschnitts- und Grundriß-

formen der Tragflächen durchgebildet; eine Ausnahme machen die sogenannten Schlottergebläse der Siemens-Schuckertwerke, die mit Schrauben- und Leitflügeln von besonderer schneckenförmig gewundener Bauart versehen sind. Da in der Nähe der Achse des Flügelrades den Durchfluß der Luft störende Wirbelungen und Rückströmungen auftreten, ist die Nabe der Flügel so ausgeführt, daß sie von dem freien Strömungsquerschnitt des Gehäuses einen verhältnismäßig großen Anteil einnimmt. Auf diese Weise sind diejenigen Flügelteile wirksam, welche die größten Umfangsgeschwindigkeiten aufweisen. Damit die Luft hinter dem Flügelrad oder den Leitschaufeln möglichst wirbelfrei austritt, ist bei den Lüftern von größerer Leistung der durch den Nabenstumpf gegebene strömungsfreie Raum zugleich stromlinienförmig umkleidet. Bei den kleineren Lüftern hat man diese Vorkehrung bisher vielfach jedoch noch nicht getroffen. Schließlich ist zu bemerken, daß zur Erhöhung des zu überwindenden Druckes neuerdings auch zwei oder mehrere Flügelräder hintereinander auf einer Achse angeordnet werden. Den Aufbau eines neuzeitlichen Schraubenlüfters zeigt Abb. 1. Hinsichtlich der Größe der Schraubenlüfter ist zu erwähnen, daß Flügelraddurchmesser von 1250 mm bisher selten waren; die damit erzielten Leistungen für die Wetterbewegung beliefen sich auf 12–15 PS.



Strömungskegel
und Leitvorrichtung.

Flügelrad-
und Einströmseite.

Abb. 1. Aufbau eines neuzeitlichen Siemens-Betz-Lüfters von 400 mm Flügelrad-Durchmesser.

Die ersten Versuche, Schraubenlüfter von größerer Leistung und für die Bewetterung ganzer Gruben herzustellen, hat man in den Vereinigten Staaten von Nordamerika durchgeführt und dabei Flugzeugschrauben verwendet¹. Bei diesen Lüftern sind zur Überwindung einer genügend hohen Depression mehrere Luftschrauben auf einer Achse angeordnet.

¹ Heise und Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde, Bd. 1, 6. Aufl., S. 605.

² Maercks: Der mechanische Wirkungsgrad neuzeitlicher Schraubenventilatoren und der Einfluß ihrer Flügelformen, Bergbau 42 (1929) S. 1.

¹ Steart: The application of air-screws to mine ventilation, Trans. Instn. Ming. Engr. 68 (1924/25) S. 310; vgl. auch Hußmann, Glückauf 68 (1932) S. 351.

Eine Reihe derartiger nach ihrem Erbauer Steart benannter Lüfter stehen in Betrieb; die günstigsten erzielten mechanischen Wirkungsgrade sollen 65 bis 70 % und die Leistungen bis zu $85 \text{ m}^3/\text{s}$ oder 5000 m^3 je min bei einem Druck von 85 mm WS betragen.

Die von Steart gewählte Bauart, gewöhnliche Luftschrauben auf einer Achse anzuordnen, hat aber einige bedeutsame Mängel, die der Erreichung eines besonders günstigen Wirkungsgrades entgegenstehen. In der Nähe der Achse ist nämlich die Umfangsgeschwindigkeit der betreffenden Flügelteile nur gering. Die infolgedessen entstehenden Luftwirbelungen erzeugen ein sich um die Achse bildendes Gebiet geringen Wirkungsgrades, das einen verhältnismäßig großen Teil der gesamten Durchtrittsfläche einnimmt. Aus diesem Grunde hat man bei den bisher üblichen kleinern Schraubenlüftern, wie schon eingangs erwähnt, nur den äußern Teil der Flügel übernommen und den innern als erweiterte Nabe umkleidet. Um den Wirbelungen zu begegnen, setzt man beim Steart-Lüfter gewöhnlich noch ein kleineres Flügelpaar vor die Hauptschrauben und erzeugt auf diese Weise im innern Teil der Durchtrittsöffnung eine Zusatzgeschwindigkeit. Durch diese Maßnahme wie überhaupt durch die zahlreichen hintereinander angeordneten Flügelschrauben erhält der Lüfter allerdings eine große Länge, die wieder die Verlagerung der Welle erschwert. Die mehrstufige, langgestreckte Bauart bringt es außerdem noch mit sich, daß zwischen den Stufen beim Übergang von einem Flügelrad zum andern Leitschaufeln fehlen, wodurch besonders an den äußersten Enden der Flügel unvorteilhafte Luftübertritte und Wirbelungen stattfinden.

Die dargelegten Nachteile dieser ersten der Hauptbewetterung dienenden Schraubenlüfter hat man bei den bestehenden kleinern Bauformen für Sonderbewetterung bereits weitgehend vermieden. Es lag daher nahe, bei den weitem Versuchen, Schraubenlüfter für die Bewältigung größerer Wettermengen und die Überwindung höherer Drücke zu bauen, von den kleinern, bereits nach aerodynamischen Gesichtspunkten durchgebildeten Lüftern auszugehen. Als überzeugendes Ergebnis dieser Entwicklung ist der kürzlich in den Handel gekommene Aerex-Lüfter zu betrachten, dessen Vorläufer die Bauart Aeroto war¹. Dieser Schraubenlüfter hat verhältnismäßig schnell eine weite Verbreitung gefunden und ist in seinen schweren Bauarten hauptsächlich in Südafrika als Hauptlüfter übertage vertreten. Neben diesen Lüftern hat man noch eine andere Bauart, den nach der Herstellerfirma benannten Westinghouse-Lüfter² ausgebildet, der aber nur an einer Stelle in Nordamerika verwendet wird.

Der Aerex-Lüfter.

Wegen seiner Bedeutung sei zuerst auf die Durchbildung des Aerex-Lüfters eingegangen, der in übertage aufgestellter liegender Ausführung in den Abb. 2 und 3 wiedergegeben ist. Bei der Gestaltung der Flügel des Schraubenrades hat man die neusten Erkenntnisse des Luftschraubenbaus berücksichtigt und besonders Wert darauf gelegt, daß über die ganze

Arbeitsfläche, d. h. den freien Luftdurchtrittsring des Lüfterdurchmessers, ein möglichst stetiger Druck herrscht und auf diese Weise eine überall gleichbleibende Luftgeschwindigkeit im Austrittsquerschnitt erreicht wird. Den Wirbelungen auf der Austrittsseite wirken in gleicher Weise wie die Flügel durchdachte Gleitflächen entgegen. Alle Schraubenflügel befinden sich in einer Ebene, also ist nur ein Flügelrad vorhanden. Lediglich für die Überwindung von Drücken, die unverhältnismäßig groß gegenüber der gleichzeitig und üblicherweise in Gruben zu bewältigenden Wettermenge sind, ist ein mehrstufiger Bau vorgesehen, wie er neuerdings auch bei kleinern Lüftern anderer Bauart, z. B. dem Siemens-Betz-Schraubenlüfter, angewendet wird. Um die Strömungswiderstände möglichst herabzusetzen und die Luft sich nach dem Durchgang durch den Flügelradquerschnitt langsam entspannen zu lassen, hat man alle innerhalb des Gehäuses liegenden Teile stromlinienförmig umkleidet und das Gehäuse selbst ebenfalls stromlinienförmig aufgebaut. Wenn es irgendwie möglich ist, wird bei elektrischem Antrieb sogar der Antriebsmotor inner-

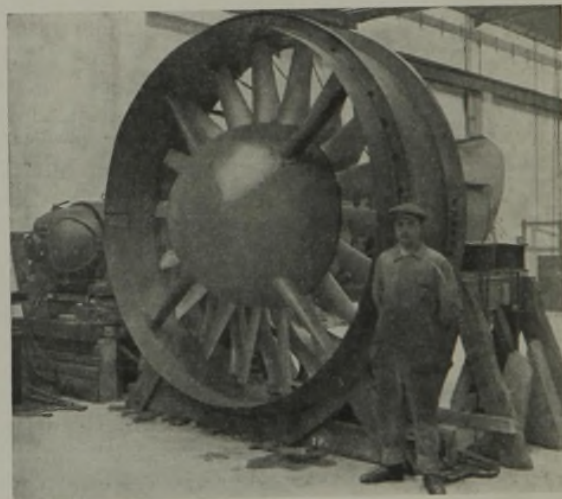


Abb. 2. Aerex-Lüfter für einen Wetterdurchgang von rd. $8000 \text{ m}^3/\text{min}$.

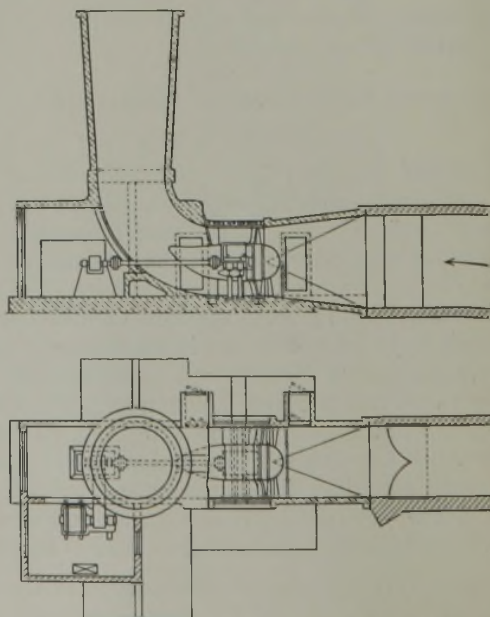


Abb. 3. Schnitte durch den Aerex-Lüfter.

¹ Adamtchik: New economies in mine ventilation, Colliery Engng. 9 (1932) S. 61; McIntyre: New possibilities in mine ventilation with particular reference to screw type fans, J. Chem. Met. Min. Soc. South Africa 1932, Oktober-Heft.

² Richardson: Propeller type mine fan at Moose Shaft, Butte, Montana, Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr. 102 (1932) S. 86.

halb des stromlinienförmig umschlossenen innern Teiles um die Nabe des Flügelrades angeordnet.

Die größten bisher gebauten Aerex-Lüfter haben einen Durchmesser von 2790 mm und leisten mit einem Flügelrad 4800 m³/min bei 120 mm WS und mit zwei Flügelrädern 8000 m³/min bei 286 mm WS Druckunterschied. Der Bau noch leistungsstärkerer Einheiten soll jedoch keine Schwierigkeiten bereiten. Die üblichen größten Umfangsgeschwindigkeiten der Flügelräder liegen bei 150–200 m/s. Es ist zweckmäßig, diese Geschwindigkeitswerte nicht zu überschreiten, damit das Geräusch des laufenden Lüfters nicht zu stark wird. Auch aus diesem Grunde ist bei höhern Depressionen die Anordnung mehrstufiger Lüfter vorgesehen.

Noch einige besondere beim Aufbau des Lüfters berücksichtigte Gesichtspunkte seien erwähnt. Da bei Flügelrädern für die Überwindung hoher Drücke der freie Raum zwischen den Flügeln den Wirkungsgrad maßgebend beeinflusst, überschneiden sich in solchen Fällen die Flügel, damit ein Druckabfall zwischen den Flügelblättern vermieden wird. Hinsichtlich der Verdrehungshöhe der Flügel ist die Beziehung der geometrischen Verdrehung zugrunde gelegt, die $2 \cdot \pi \cdot R \cdot \text{tg } \Theta$ lautet, worin R den Halbmesser vom Flügelradmittelpunkt aus und Θ den Neigungswinkel zwischen der Flügelebene und der Flügelradachse bedeutet. Dieser Neigungswinkel ändert sich ebenso wie die Flügelbreite in bestimmtem Maße vom Flügelansatzpunkt an der Nabe bis zum Ende des Flügels am Gehäuse. Dem Spielraum zwischen den Flügelenden und dem Gehäuse ist hierbei besondere Beachtung geschenkt worden, weil Wirbelungen an diesen Stellen starke Wirkungsgradverluste zur Folge haben.

Der Westinghouse-Lüfter.

Im Vergleich zu dieser neuzeitlichen Schraubenlüfterart, von der große und kleine Bauarten in den Handel gekommen sind, hat der Westinghouse-Lüfter eine von der üblichen abweichende Flügelform. Er verwendet nämlich grundsätzlich nur ein zwei-flügeliges Schaufelrad und stellt somit eine Zwischenbauart gegenüber dem Steart- und Aerex-Lüfter dar. Die beiden Flügel erhalten dadurch eine auffallend große Breite (Abb. 4). Für ihre Gestaltung waren folgende Überlegungen maßgebend. Da die Umdrehung der Flügel in der Luft der Bewegung einer Scheibe in freiem Wasser entspricht und da sich um eine solche Scheibe ein Stromfluß einstellt, wie er sich beim Durchfluß durch eine Stauscheibe bildet,



Abb. 4. Flügelrad des Westinghouse-Lüfters.

da ferner die Einschnürungsfläche eines Stromes bei einem Staurand etwa 62,5% der Staurandöffnungsfläche beträgt, läßt sich beim Flügelrad der günstigste

Wirkungsgrad erreichen, wenn die Flügelfläche den gleichen Anteil an der gesamten Öffnungsfläche hat. Die Geschwindigkeit in der Einschürungsebene beträgt etwa das 1,6fache gegenüber derjenigen im Staurandquerschnitt selbst, und daher muß die Flügelverdrehung so sein, daß der auf den Flügel aufliegende und der sich von ihm lösende Strom entsprechende Geschwindigkeitsverhältnisse aufweisen. Man wählt nur ein Flügelpaar, um die Verluste durch Kantenwiderstände zu vermeiden. Gleitbleche werden sowohl auf der Einström- als auch auf der Ausströmseite angebracht. Außerdem sind bei diesem Lüfter ebenfalls alle Maßnahmen für die stromlinienförmige Durchführung der Luft getroffen. Ein nach diesen Gesichtspunkten gebauter Lüfter leistet 8250 m³/min gegen 248 mm WS Druck und hat einen Flügelrad-durchmesser von 1830 mm.

Deutsche Bauarten.

Auch die in Deutschland gebauten zahlreichen Schraubenlüfterarten haben in den letzten Jahren verschiedene Verbesserungen auf Grund aerodynamischer Gesichtspunkte, wie durch den Einbau von Leitvorrichtungen usw., erfahren. Die größten unter ihnen weisen bei 750 mm Flügelraddurchmesser eine Leistung von 600 m³/min bei einer Depression von 40 mm WS auf. Ein als Hauptlüfter aufgestelltes Schlottergebläse überwindet sogar bei 80 mm WS Depression eine Wettermenge¹ von 2700 m³/min.

Leistungsfähigkeit und Wirkungsgrad der Schraubenlüfter.

Frühere Feststellungen.

Über beachtenswerte Untersuchungen der Wirkungsgrade von Schraubenlüftern der üblichen Bauart und Größe ist zuletzt von Maercks berichtet worden, der als mechanischen Wirkungsgrad bei einem Lüfter mit flachen Flügeln 44% und bei einem Lüfter mit steilen Flügeln 42% festgestellt hat². Diese Werte übertreffen die bis dahin bekannten höchsten Wirkungsgrade um rd. 50%, bleiben aber noch beträchtlich hinter den damaligen besten Wirkungsgraden von Fliehkraftlüftern zurück. Dabei sei bemerkt, daß Schraubenlüfter für Wettermengen von mehr als 3000 m³/min und Depressionen, die wesentlich über 100 mm WS liegen, damals noch nicht gebaut worden waren.

Es ist uns daher wichtig erschienen, zu untersuchen, welche Wirkungsgrade bei den neuern Bauarten von Schraubenlüftern erreicht werden, besonders auch, ob sich die großen Einheiten in dieser Hinsicht wesentlich von den kleinern unterscheiden und wie sich die großen Schraubenlüfter in ihrem Wirkungsgrad zu den neuzeitlichen Fliehkraftlüftern verhalten, mit denen sie in Wettbewerb stehen. Zu diesem Zweck sind von uns Bestimmungen des Wirkungsgrades an drei Aerex-Lüftern und an zwei Schraubenlüftern anderer bisher schon üblicher und neuzeitlicher Bauart vorgenommen worden.

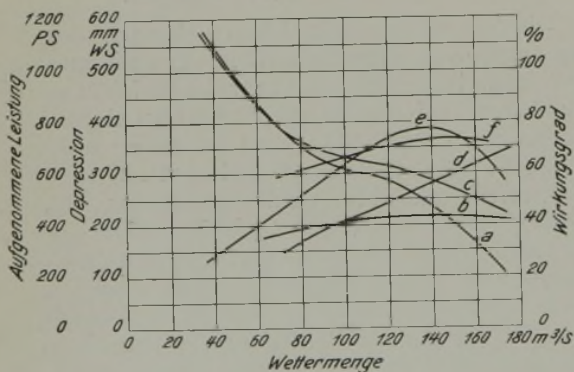
Bevor auf diese Untersuchungen eingegangen wird, sei zur Ergänzung kurz auf das Ergebnis eines von Richardson³ durchgeführten Versuches an dem bereits erwähnten Westinghouse-Lüfter eingegangen.

¹ Heise und Herbst: Lehrbuch der Bergbaukunde, Bd. 1, 6. Aufl., S. 607.

² Maercks, a. a. O. S. 2.

³ Richardson, a. a. O.

Bei dieser Prüfung sind für die mit 1770 U/min laufende und saugend wirkende Lüfteranlage bei verschiedenen Belastungszuständen die Liefermenge und der überwundene Druck sowie die von der Lüfterwelle aufgenommene Leistung bestimmt worden, woraus sich der Wirkungsgradverlauf ermitteln ließ. Zum Vergleich hat Richardson die entsprechenden Werte für einen Fliehkraftlüfter von etwa gleicher Leistung festgestellt, dessen Bauart aber nicht angegeben ist. Das Ergebnis zeigt (Abb. 5), daß der höchste vom Schraubenlüfter erzielte Wirkungsgrad bei etwa 77,5 % liegt, während er beim Fliehkraftlüfter nur rd. 73 % erreicht. Bemerkte sei, daß bei dieser Wirkungsgradbestimmung lediglich der vom Lüfter geleistete Unterdruck als zu überwindende Depression angesetzt worden ist. Da jedoch die Ein- und Austrittsöffnungen der Lüfter keine wesentlichen Unterschiede aufweisen, werden die ermittelten Wirkungsgrade nur unerheblich von den wirklichen abweichen. Der Verlauf der angegebenen Wirkungsgradlinien läßt erkennen, daß der Wirkungsgradbereich des Fliehkraftlüfters hohe Werte (z. B. oberhalb von 60 %) über mehr Zustandsbedingungen aufweist als der Schraubenlüfter von Westinghouse. Der Kraftbedarf sinkt bei diesem Schraubenlüfter bei wachsender Belastung, während beim Fliehkraftlüfter mit wachsender Belastung auch eine größere Kraftaufnahme eintritt. Dieser Verlauf des Kraftbedarfs scheint für Schraubenlüfter kennzeichnend zu sein, denn er ist auch bei kleinen bisher üblichen Schraubenlüftern zu beobachten, wenn auch in weniger ausgeprägter Form als bei dem Westinghouse-Lüfter.



	Westinghouse-Lüfter	Fliehkraft-Lüfter
Depression	a	b
Kraftbedarf	c	d
Wirkungsgrad	e	f

Abb. 5. Kennlinienverlauf des Westinghouse-Schraubenlüfters und eines gleich starken Fliehkraftlüfters.

Ergebnisse eigener Versuche.

Die von uns vorgenommenen Untersuchungen sind Prüfstandleistungsversuche, bei denen an die Lüfter eine Saug- oder Druckleitung angeschlossen wurde und durch Drosselung mit Drahtgittern, Leinenbehang und Stauscheiben verschiedene Betriebszustände hergestellt werden konnten. Während die Prüfung der beiden großen Aerex-Lüfter nur bei Saugwirkung erfolgte, wurden der kleine Aerex-Lüfter und die beiden Schraubenlüfter anderer Bauart sowohl saugend als auch blasend untersucht. Um für jeden der geprüften Lüfter ein möglichst vollständiges Bild über die Arbeitsverhältnisse und die Leistungs-

fähigkeit zu erhalten, haben wir die Beobachtungen, soweit es bei den betreffenden Versuchseinrichtungen durchführbar war, auch bei verschiedener Drehzahl unter gleichzeitiger Änderung der jeweiligen Grubenweite angestellt. Die Versuche selbst sind auf der Grundlage der VDI-Verdichter-Regeln¹ ausgeführt und ausgewertet worden.

Prüfung verschiedener Aerex-Lüfter.

Der bedeutungsvollste, an dem größten der uns zur Verfügung gestellten Lüfter vorgenommene Versuch ist für die vorliegende Betrachtung die Leistungs- und Wirkungsgradaufnahme an einem einflügeligen Aerex-Lüfter gewesen, dessen Flügelrad einen Durchmesser von 2310 mm aufweist. Dieser Lüfter ist in Südafrika übertage aufgestellt worden, wo er zur Hauptgrubenbewetterung dient und zu voller Zufriedenheit arbeiten soll. Die für die Prüfung des saugend arbeitenden Lüfters am Versuchsstand getroffene Versuchsanordnung ist in Abb. 6 wieder gegeben. Sowohl die Messung der statischen Unterdrücke als auch die der dynamischen Drücke zur Ermittlung der Wettergeschwindigkeit erfolgten mit dem Prandtl'schen Staurohr. In beiden Fällen wurden in zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen mehrere Einzelablesungen über den gesamten Rohrdurchmesser vorgenommen. Der Antriebsmotor des Lüfters stand außerhalb der Rohrleitung und übertrug seine Kraft mit Hilfe von Gummiseilbändern. Bei diesem Versuch wie bei allen folgenden wurde der Wirkungsgrad des Antriebsmotors unter den gleichen Belastungs- und Versuchsbedingungen gesondert bestimmt.

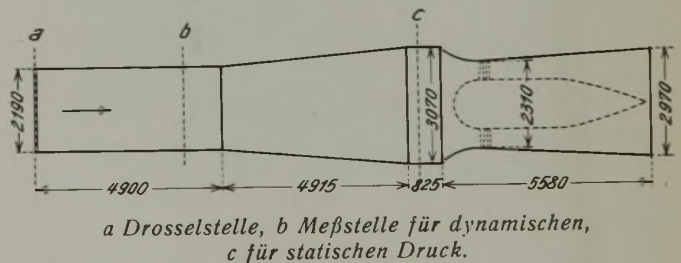


Abb. 6. Versuchsanordnung für die Prüfung des 2310-mm-Aerex-Lüfters.

Die Ergebnisse der Versuche an dem 2310-mm-Lüfter sind in der Zahlentafel 1 zusammengeteilt und, für übereinstimmende Betriebsbedingungen umgerechnet, in Abb. 7 veranschaulicht². Die höchsten Wirkungsgrade des Lüfters liegen etwa bei 76–77 %, erreichen also Werte, die recht beträchtlich sind und denen der bereits erwähnten neuzeitlichen Schraubenlüfter anderer Bauart (Westinghouse) entsprechen. Der günstigste Wirkungsgrad gilt für eine Grubenweite von etwa 3 m² bei einer Wettermenge von 4500 m³ je min und einem Unterdruck von etwa 90 mm WS. Das Kennlinienbild läßt gleichzeitig erkennen, daß der Bereich dieses hohen Wirkungsgrades verhältnismäßig breit ist, daß also auch bei starker Änderung der Grubenweite ein unverändert guter Wirkungsgrad erhalten bleibt. Zwischen 2,5 und 3,5 m² Grubenweite beträgt er stets mehr als 75 %. Selbst wenn die Grubenweite bis auf 2 und 5 m² abweicht, beläuft

¹ Regeln für Abnahme- und Leistungsversuche an Verdichtern, 1934.
² Vgl. Mulsow, Umbau eines Grubenventilators auf Grund der festgestellten Charakteristik, Glückauf 66 (1930) S. 430.

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Versuche an dem Aerex-Lüfter mit 2310 mm Flügelraddurchmesser.

Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Drehzahl	U/min	741	656	650	648	648	650	592	591	590	585	510	510
Spez. Luftgewicht	kg/m ³	1,150	1,1625	1,186	1,162	1,1925	1,144	1,183	1,191	1,1935	1,1665	1,128	1,134
Wettermenge	m ³ /s	94,57	80,85	63,80	53,72	51,59	38,72	73,26	56,46	46,37	39,79	48,42	33,72
Dynamischer Druck													
vor dem Lüfter	mm WS	9,56	7,10	4,48	3,12	2,95	1,59	5,91	3,47	2,38	1,72	2,46	1,20
hinter dem Lüfter	mm WS	10,92	8,10	5,12	3,56	3,39	1,82	6,74	4,03	2,72	1,96	2,81	1,37
nutzbarer Unterschied	mm WS	1,36	1,00	0,64	0,44	0,44	0,23	0,83	0,56	0,34	0,24	0,35	0,17
Statischer Unterdruck	mm WS	45,76	36,62	71,86	84,04	87,15	79,18	30,62	62,48	71,72	70,28	48,25	51,70
Depression des Lüfters	mm WS	47,12	37,62	72,50	84,48	87,59	79,41	31,45	63,04	72,06	70,52	48,60	51,87
Nutzleistung des Lüfters	PS	59,50	40,55	61,70	60,60	60,25	41,00	30,70	47,50	44,55	37,45	31,40	23,33
Aufgenommene Leistung des Motors	PS	97,10	67,50	90,40	90,30	93,40	82,20	53,80	70,50	71,00	65,50	47,30	43,25
Wirkungsgrad des Motors	%	91,35	89,80	91,15	91,15	91,25	90,80	88,20	90,10	90,15	89,60	87,10	86,30
der Kraftübertragung	%	98,50	98,50	98,50	98,50	98,50	98,50	98,50	98,50	98,50	98,50	97,00	97,00
An den Lüfter abgegebene Leistung	PS	87,40	59,70	81,16	81,07	83,95	73,52	46,80	62,60	63,05	57,80	39,95	36,20
Wirkungsgrad des Lüfters	%	68,10	67,90	76,00	74,75	71,80	55,75	65,60	75,90	70,65	64,80	78,60	64,40

sich der Wirkungsgrad noch auf 70%. Daraus geht klar hervor, daß der Lüfter ziemlich unempfindlich dagegen ist, wenn etwa seinem günstigsten Arbeitsbereich der Grubenweitenbereich der zu bewetternden Anlage nicht ganz entspricht. Andererseits läßt sich aus Abb. 7 feststellen, daß man auch bei einer Änderung in der Drehzahl des Lüfters einen guten Wirkungsgrad zu behalten vermag. Eine Herabsetzung der Nenndrehzahl von 750 auf 500/min erlaubt nämlich, bei der günstigen Grubenweite noch einen Wirkungsgrad von 75% zu erzielen. Mit diesem Lüfter ist also der wichtige Vorteil verbunden, daß eine in der Entwicklung begriffene Grube sowohl anfangs als auch später im endgültigen Betriebszustand mit günstigen Wirkungsgradbedingungen des Lüfters rechnen kann. Im vorliegenden Falle wäre bei 75% Wirkungsgrad eine Steigerung der Wettermenge von 50 auf 80 m³/s (von 3000 auf 4800 m³/min) und gleichzeitig eine Änderung der Depression von 40 auf 105 mm WS möglich.

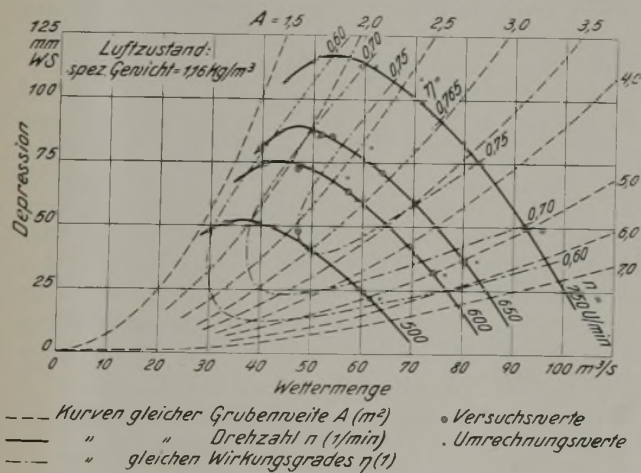


Abb. 7. Kurvenbild des 2310-mm-Aerex-Lüfters.

Eine weitere Untersuchung ist an einem Aerex-Lüfter von mittlerer Größe, und zwar von 1227 mm Flügelraddurchmesser vorgenommen worden. Die höchsten hierbei festgestellten Wirkungsgrade lagen bei etwa 78–79%, waren also denen der größeren Bauart bei Berücksichtigung der Mängel einer solchen Lüfterprüfung etwa gleich. Ferner zeigte sich wiederum eine auffallend große Breite des Bereiches günstiger Wirkungsgrade.

Als dritter wurde ein Aerex-Lüfter von nur 478 mm Flügelraddurchmesser geprüft (Abb. 8). Die Versuchsanordnung für die Untersuchung dieses Luttenlüfters bei saugender Betriebsweise ist in Abb. 9 wiedergegeben. Zur Bestimmung der Wettergeschwindigkeit und damit der Wettermenge diente eine Normdüse 1930, der ein Gleichrichter vorgeschaltet war.

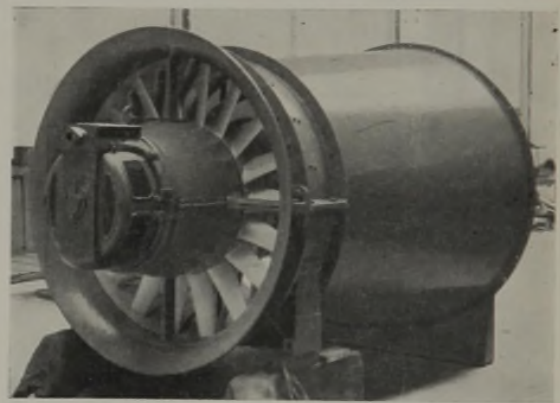
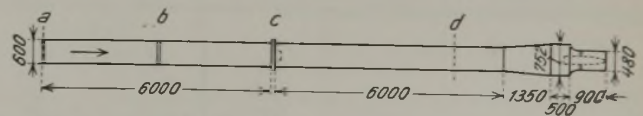


Abb. 8. Ansicht eines Aerex-Lüfters von 478 mm Flügelraddurchmesser.

Die Messung des statischen Unterdruckes erfolgte durch Einzelablesungen in zwei aufeinander senkrecht stehenden Rohrquerschnittsflächen mit Hilfe des Prandtl'schen Staurohres. Da diese Bestimmung nicht unmittelbar vor dem Lüfter möglich war, wurde der Druckverlust in der diffusorartigen Leitung bis zur Meßstelle berechnet¹ und berücksichtigt. Der Antriebsmotor des Lüfters lag mit diesem auf einer Welle und war ihm auf der Einströmseite vorgebaut.

Die Versuchsergebnisse dieser Prüfung sind in der Zahlentafel 2 zusammengestellt und in Abb. 10 nach den bei Abb. 7 befolgten Grundsätzen schaubildlich



a Drosselstelle, b Gleichrichter, c Düse, d Meßstelle für statischen Druck.

Abb. 9. Versuchsanordnung für die Prüfung des 478-mm-Aerex-Lüfters (saugend wirkend).

¹ Völlers: Ausnutzung der kinetischen Austrittsenergie der Luft bei Ventilatoren mittels Diffusoren, Z. VDI 77 (1933) S. 848, Abb. 5 und 6.

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Versuche an dem saugend wirkenden Aerex-Lüfter mit 478 mm Flügelraddurchmesser.

Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Drehzahl	U/min	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Spez. Luftgewicht	kg/m ³	1,202	1,196	1,198	1,203	1,203	1,192	1,190	1,163	1,167	1,168	1,170	1,160	1,158	1,157
Wettermenge	m ³ /s	3,105	3,060	2,880	2,425	1,890	0,842	0,225	1,522	1,510	1,350	1,237	0,970	0,415	0,167
Dynamischer Druck vor dem Lüfter	mm WS	4,24	4,11	3,63	2,59	1,58	0,31	0,02	0,99	0,98	0,78	0,66	0,40	0,07	0,01
hinter dem Lüfter	mm WS	18,05	17,45	15,50	11,05	6,67	1,32	0,09	4,19	4,14	3,32	2,79	1,70	0,31	0,50
nutzbarer Unterschied	mm WS	13,81	13,34	11,87	8,46	5,09	1,01	0,07	3,20	3,16	2,54	2,13	1,30	0,24	0,49
Statischer Unterdruck	mm WS	21,66	26,44	38,86	65,63	89,42	92,36	106,02	5,37	6,73	13,37	16,86	22,85	23,37	26,57
Depression des Lüfters	mm WS	35,47	39,78	50,73	74,09	94,51	93,37	106,09	8,57	9,89	15,91	18,99	24,15	23,61	27,06
Nutzleistung des Lüfters	PS	1,470	1,624	1,950	2,395	2,380	1,050	0,320	0,174	0,199	0,2865	0,3135	0,312	0,131	0,060
Aufgenommene Leistung des Motors	PS	2,765	2,875	3,185	3,740	3,930	3,740	3,605	0,807	0,786	0,864	0,903	0,936	0,907	0,919
Wirkungsgrad des Motors	%	75,50	76,20	78,20	80,40	81,00	80,40	80,00	38,50	36,00	43,00	45,50	47,50	46,00	46,50
An den Lüfter abgegebene Leistung	PS	2,090	2,190	2,490	3,010	3,180	3,010	2,880	0,311	0,283	0,372	0,411	0,445	0,417	0,428
Wirkungsgrad des Lüfters	%	70,30	74,20	78,20	79,60	74,80	34,90	11,10	55,90	70,40	77,00	76,30	70,10	31,30	14,10

wiedergegeben. Die höchsten Wirkungsgrade erreichen auch bei diesem Lüfter 79–80%. Noch stärker als beim größten Aerex-Lüfter erkennt man,

Vergleicht man nunmehr die günstigsten Wirkungsgrade der großen mit dem des kleinen Aerex-Lüfters, so stellt man fest, daß sie praktisch gleichwertig sind, weil sicherlich mit ± 1–1,5% Ungenauigkeit in der Bestimmung gerechnet werden muß. Die aus den Versuchsergebnissen hervorgehende geringe Zunahme bei abnehmender Lüftergröße ist zweifellos auf die Fehlerquellen zurückzuführen, denn im allgemeinen muß die entgegengesetzte Wirkung erwartet werden. Daher darf man annehmen, daß auch Aerex-Lüfter von noch größerer Bauart und Leistungsfähigkeit als die geprüften höchste Wirkungsgrade von 79–80% und darüber aufweisen werden.

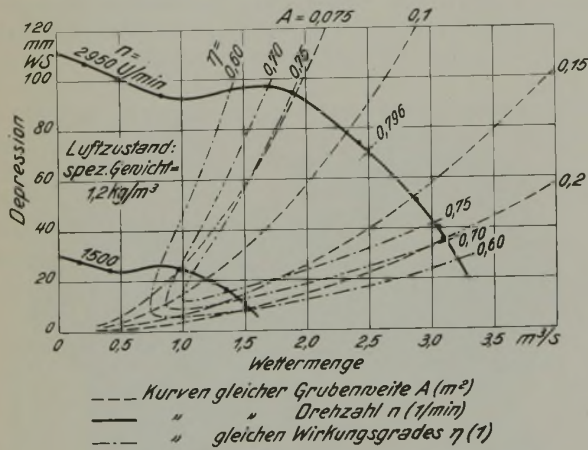


Abb. 10. Kennlinienbild des 478-mm-Aerex-Lüfters.

daß der günstige Wirkungsgradbereich innerhalb einer erheblichen Spanne der Grubenweite sowie der Drehzahl des Lüfters liegt. Gerade bei Luttenleitungen mit ihrem starken Wechsel an gleichwertiger Öffnung bietet diese gleichmäßige Ausnutzung einen nicht zu unterschätzenden Vorteil. Besonders auffallend ist, daß eine übermäßig starke Herabsetzung der Drehzahl die Ausnutzung noch nicht wesentlich abfallen läßt. Bei 75% Wirkungsgrad können unter Einschluß einer Drehzahländerung sogar 1–3 m³/s geliefert und dabei entsprechende Drücke von 15 bis 90 mm WS überwunden werden; die gleichwertige Öffnung erlaubt eine Änderung von 0,076–0,16 m².

Vergleich der Aerex-Lüfter mit Fliehkraftlüftern und Schraubenlüftern anderer Bauart.

Diese Werte seien mit Wirkungsgraden neuerzeitlicher Fliehkraftlüfter verglichen. In der Zahlentafel 3 sind eine Reihe der in den letzten Jahren ermittelten Werte¹ wiedergegeben, aus denen hervorgeht, daß die Wirkungsgrade der Aerex-Lüfter an diejenigen der Fliehkraftlüfter heranreichen und sie sogar teilweise nicht unerheblich übersteigen. Nur in einem der angeführten Beispiele, und zwar bei der größten und leistungsfähigsten Einheit, übertrifft der Wirkungsgrad den bei den kleinern Aerex-Lüftern gefundenen Wert um 3–4%. Es ist aber schon darauf hingewiesen worden, daß für den Aerex-Lüfter mit wachsender Baugröße eine Steigerung des Wirkungsgrades erwartet und daher gesagt werden darf, daß die Wirkungsgrade der neuen Bauarten von Schraubenlüftern an die der neuerzeitlichen Fliehkraftlüfter heranreichen und sie sogar übertreffen.

¹ Die Versuchsergebnisse hat uns der Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen in Essen zur Verfügung gestellt.

Zahlentafel 3. Ergebnisse der Versuche an saugend wirkenden neuerzeitlichen Fliehkraftlüftern.

Antriebsart	Zwillingsdampfmaschine				Elektromotor mit Scherbius-Regelsatz				Tandemdampfmaschine					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
Versuch Nr.														
Drehzahl des Lüfters	U/min	218,0	217,0	246,0	244,0	230,0	226,0	220,0	237,0	104,8	101,7	94,7	79,0	79,5
Grubenweite	m ²	4,09	3,83	3,94	3,81	3,12	2,89	2,83	2,89	5,08	5,10	5,02	4,76	7,25
Depression	mm WS	123,5	123,0	155,0	152,5	340,0	334,0	319,0	368,0	353,0	332,0	288,0	205,0	209,0
Wettermenge	m ³ /min	7180	6710	7750	7440	9102	8332	7976	8775	14 910	14 507	13 280	10 691	16 423
Nutzleistung des Lüfters	PS	197,1	183,4	267,0	252,2	687,7	618,4	565,4	717,6	1169,6	1070,3	849,9	487,0	762,8
An den Lüfter abgegebene Leistung	PS	263,8	256,6	373,5	366,2	1007,9	920,5	856,2	1052,8	1433,0	1300,0	1027,0	591,5	910,0
Wirkungsgrad des Lüfters	%	74,7	71,5	71,5	68,9	68,2	67,2	66,0	68,1	81,5	82,3	82,7	82,3	83,7

Die Untersuchung des kleinen Aerex-Luttenlüfters legte den Gedanken nahe, ihn mit Schraubenlüftern von andern Bauarten zu vergleichen. Zu diesem Zweck wurde zunächst ein Lüfter herangezogen, dem die stromlinienförmige Ausbildung des Gehäuses mit der an Wirkung einem Diffusor gleichenden Umkleidung der Flügelradnabe auf der Stromaustrittsseite fehlte, die neuerdings auch bei den ältern Bauarten vorgesehen wird. Der Lüfter mit einem Flügelrad von 480 mm Durchmesser wurde in die gleiche Versuchsanordnung eingebaut, die für die Prüfung des kleinsten Aerex-Lüfters gedient hatte. Da sich der

Einstromquerschnitt nicht erweiterte, war die Leitung auf der Saugseite des Lüfters ein längeres Stück zylindrisch, so daß der statische Druck unmittelbar vor dem Lüfter aufgenommen werden konnte. Die sonstige Durchführung des Versuches und die Ermittlung der Versuchswerte sind in der gleichen Weise wie früher erfolgt. Zur Erleichterung des Vergleiches war auch dieser Lüfter saugend wirkend angeschlossen.

Das Ergebnis der Untersuchung ist in der Zahlentafel 4 zusammengestellt und in Abb. 11 wiederum in entsprechender Weise durch Kennlinien ver-

Zahlentafel 4. Ergebnisse der Versuche an einem saugend wirkenden Lüfter älterer Bauart mit 480 mm Flügelraddurchmesser.

Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Drehzahl	U/min	2950	2960	2945	2940	2935	2930	2925	2155	2125	2065	2050	2050	2060	1460	1420	1405	1400	1430
Spez. Luftgewicht	kg/m ³	1,175	1,175	1,176	1,176	1,177	1,178	1,178	1,177	1,176	1,176	1,176	1,176	1,175	1,172	1,172	1,172	1,171	1,174
Wettermenge	m ³ /s	0,180	0,660	1,327	1,753	2,765	2,355	2,425	0,213	0,505	0,946	1,227	1,520	1,710	0,357	0,660	0,845	1,040	1,170
Dynamischer Druck vor dem Lüfter	mm WS	0,06	0,75	3,05	5,33	8,12	9,63	10,20	0,08	0,44	1,55	2,01	4,00	5,05	0,22	0,75	1,23	1,86	2,37
hinter dem Lüfter	mm WS	0,08	1,07	4,33	7,60	11,55	13,70	14,55	0,11	0,63	2,20	3,71	5,68	7,18	0,31	1,06	1,75	2,65	3,36
nutzbarer Unterschied	mm WS	0,02	0,32	1,28	2,27	3,43	4,07	4,35	0,03	0,19	0,65	1,10	1,68	2,13	0,09	0,31	0,52	0,79	0,99
Statischer Unterdruck	mm WS	70,88	58,58	44,80	37,90	28,65	23,40	21,40	36,93	29,38	22,20	18,45	14,20	10,85	13,75	10,35	8,60	6,60	5,10
Depression des Lüfters	mm WS	70,90	58,90	46,08	40,17	32,08	27,47	25,75	36,96	29,57	22,85	19,55	15,88	12,98	13,84	10,66	9,12	7,39	6,09
Nutzleistung des Lüfters	PS	0,170	0,518	0,816	0,940	0,927	0,863	0,832	0,105	0,199	0,288	0,320	0,322	0,296	0,066	0,094	0,103	0,102	0,095
Aufgenommene Leistung des Motors	PS	1,890	2,040	2,150	2,240	2,220	2,165	2,110	0,833	0,850	0,869	0,880	0,874	0,868	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Wirkungsgrad des Motors	%	77,10	77,70	78,00	78,30	78,20	78,00	78,00	68,00	68,50	69,50	70,00	70,00	69,50	0,510	0,525	0,540	0,540	0,525
An den Lüfter abgegebene Leistung	PS	1,455	1,585	1,675	1,755	1,735	1,690	1,645	0,582	0,604	0,616	0,611	0,603	0,199	0,205	0,211	0,211	0,211	0,205
Wirkungsgrad des Lüfters	%	11,70	32,70	48,70	53,60	53,40	51,10	50,50	18,50	33,20	47,70	51,80	52,70	49,00	33,10	45,80	48,70	48,50	46,30

anschaulicht. Am meisten fällt auf, daß dieser dem kleinen Aerex-Lüfter etwa leistungsgleiche Lüfter einen erheblich geringern Wirkungsgrad hat, und zwar von nur etwa 54% gegenüber rd. 80%. Bei gleicher Umlaufzahl des Flügels bietet die Änderung der Grubenweite wohl ein ähnliches Bild über den Abfall der Wirkungsgradwerte vom Höchstbetrag, jedoch nur bei entsprechend niedrigeren Werten. Ein weiterer erheblicher Nachteil gegenüber dem Aerex-Lüfter liegt darin, daß bei abnehmender Drehzahl im Vergleich zur Höchstdrehzahl der Wirkungsgrad in der Höhe weniger gleich bleibt. Der im vorstehenden erläuterte Vorteil der größeren Änderungsfähigkeit in der Belastung des Lüfters bei gut bleibendem Wirkungsgrad ist also in diesem Falle nicht vorhanden.

Zur Bewertung dieser Feststellungen muß aber daran erinnert werden, daß der zuletzt untersuchte Lüfter keine der ganz neuzeitlichen Bauarten darstellte und nicht die stromlinienförmige Ausbildung des Lüftergehäuses mit der einem Diffusor in der

Wirkung gleichen Umkleidung der Flügelradnabe aufwies. Daher wurde noch ein dementsprechender weiterer Lüfter einer Prüfung unterzogen, die aller-

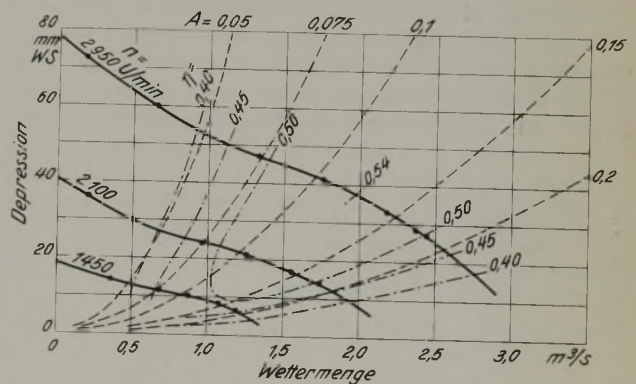


Abb. 11. Kennlinienbild eines 480-mm-Lüfters bisheriger Bauart (saugend wirkend).

Zahlentafel 5. Ergebnisse der Versuche an einem saugend wirkenden Lüfter neuester Bauart von 700 mm Flügelraddurchmesser.

Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6	7
Drehzahl	U/min	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Spez. Luftgewicht	kg/m ³	1,158	1,165	1,168	1,165	1,166	1,165	1,170
Wettermenge	m ³ /s	0,78	1,67	2,78	3,94	4,66	5,28	5,51
Dynamischer Druck vor dem Lüfter	mm WS	0,24	1,10	3,08	6,15	8,62	11,05	12,10
hinter dem Lüfter	mm WS	0,94	4,25	11,87	23,80	33,26	42,64	46,80
nutzbarer Unterschied	mm WS	0,70	3,15	8,79	17,65	24,64	31,59	34,70
Statischer Unterdruck	mm WS	71,13	65,87	84,45	113,11	101,14	78,63	67,54
Depression des Lüfters	mm WS	71,83	69,02	93,24	130,76	125,78	110,22	102,24
Nutzleistung des Lüfters	PS	0,75	1,54	3,46	6,87	7,83	7,76	7,51
Aufgenommene Leistung des Motors	PS	8,16	6,66	8,89	11,97	12,89	13,03	13,06
Wirkungsgrad des Motors	%	83,50	81,00	84,50	86,40	86,50	86,50	86,50
An den Lüfter abgegebene Leistung	PS	6,81	5,40	7,51	10,33	11,14	11,27	11,29
Wirkungsgrad des Lüfters	%	11,00	28,50	46,10	66,50	70,20	68,80	66,50

dings nur bei einer Umlaufzahl durchgeführt werden konnte. Es handelte sich um einen Luttenlüfter mit etwa 700 mm Flügelraddurchmesser, der sowohl vor als auch hinter dem Flügelrad Leitschaufeln und auf der Stromaustrittsseite eine stromlinienförmige Umkleidung der Flügelnahe hatte.

Die Versuche an diesem Lüfter wurden an der gleichen Prüflinung wie die am kleinsten Aerex-Lüfter und am Luttenlüfter mit 480 mm Flügelraddurchmesser vorgenommen. Die Versuchsanordnung entsprach etwa der in Abb. 9 dargestellten. Ausführung und Auswertung des Versuches erfolgten in der üblichen Weise.

Die bei diesem ebenfalls saugend angeschlossenen Lüfter erzielten Ergebnisse sind in der Zahlentafel 5 zusammengestellt und in Abb. 12 wiederum als Kennlinien aufgezeichnet, wobei aber nur die Werte bei 2950 U/min zu erhalten waren. Deshalb zeigt Abb. 12 neben dem Verlauf der Drucküberwindung gesondert das Verhalten des Wirkungsgrades und den Bedarf des Lüfters an Leistungsaufnahme. Die zu der für 2950 U/min geltenden Kurve der Depressionsüberwindung gehörigen Werte für die gleichwertige Grubenöffnung sind auf der Abszisse vermerkt und kennzeichnen für diesen Fall die Zustände bei verschiedenen Wettermengen. Die höchsten Wirkungsgradwerte sind bis auf rd. 70% angewachsen, was gegenüber 54% bei der ältern Bauausführung einen erheblichen Fortschritt bedeutet. Dieser Bestwert bleibt jedoch noch erheblich hinter denen des Aerex-Lüfters zurück, und zwar um etwa 10%. Demnach übertrifft die neu entwickelte Bauart des Aerex-Lüfters die bisher bekannten erheblich in der Ausnutzung des aufgewendeten Kraftbedarfes. Das gleiche Ergebnis wird man daher auch für den Vergleich erwarten können, wenn nach dieser Bauart Lüfter mit großer Leistungsfähigkeit gebaut werden.

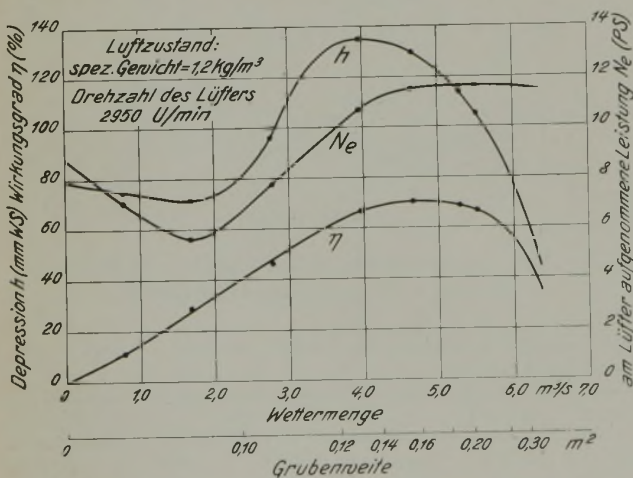


Abb. 12. Kennlinienbild eines 700-mm-Lüfters neuester Bauart (saugend wirkend).

Bei den untersuchten kleinern Lüftern bot sich zugleich die Möglichkeit einer Prüfung ihres Verhaltens, wenn sie als Luttenlüfter blasend wirkend angeschlossen wurden. Eine unter den gleichen Bedingungen durchgeführte Untersuchung ergab, daß die Leistungs- und Wirkungsgradwerte bei blasender Anordnung etwa gleichen Aufbau und gleiche Höhe aufwiesen wie bei saugender Anordnung. Während jedoch beim Aerex-Lüfter die Übereinstimmung auf-

fallend groß war, lieferten die andern Lüfter etwas geringere Werte. So betrug für den Schraubenlüfter ohne Leitvorrichtung der bei der größten Drehzahl erzielte höchste Wirkungsgrad nur etwa 52% gegenüber 54% bei saugender Arbeit. Die entsprechenden Werte beliefen sich bei dem Lüfter mit Leitvorrichtung auf etwa 65% bei blasender und rd. 70% bei saugender Anordnung. Diese Unterschiede sind vermutlich darauf zurückzuführen, daß bei den Lüftern bisher bekannter Bauart bei blasender Anordnung auf der Ansaugseite kein Ansaugtrichter, sondern lediglich die freie Lüfterfläche vorhanden ist.

Die Luttenlüfter der Bauarten Aerex und Aeroto sind selbstverständlich auch in den Ländern untersucht worden, die sie bauen und bereits benutzen. So werden im englischen Schrifttum¹ Wirkungsgrade der größeren Lüfter von 83–85% mitgeteilt. Von einem für besondere Zwecke gebauten Aerex-Lüfter geben Bidlot, Danze und Martelée² einen höchsten Wirkungsgrad von nur 63,5% an. Dieser verhältnismäßig niedrige Wert ist offenbar darauf zurückzuführen, daß der Lüfter eine Sonderausführung darstellt und nur eine Wettermenge von etwa 1,2 m³/s gegen den außergewöhnlich hohen Druck von 138 mm WS zu fördern hat. Bei der Prüfung eines Schraubenluttenlüfters der Bauart Aeroto, des Vorläufers des Aerex-Lüfters, haben Bryan, Miller und Smellie³ günstigste Wirkungsgrade um 71% festgestellt. Mit einem gleich starken Fliehkraftluttenlüfter sind jedoch von ihnen bemerkenswerterweise unter gleichen Versuchsbedingungen nur höchste Wirkungsgrade von etwa 60% erzielt worden, woraus eine nicht unerhebliche Überlegenheit des Schraubenlüfters hervorgeht.

Bedeutung der Anwendung von Schraubenlüftern.

Als Ergebnis der Untersuchungen ist somit zu verzeichnen, daß die für die Bewetterung ganzer Grubengebäude in Frage kommenden neuzeitlichen Schraubenlüfter von großer Leistungsfähigkeit Wirkungsgrade aufweisen, die in gleicher Höhe wie die Werte liegen, die mit den in den letzten Jahren in Betrieb genommenen Fliehkraftlüftern erreicht worden sind. Ein Vergleich der kleinern Bauausführung dieser Schraubenlüfter ergibt jedoch, daß sie den bisher üblichen Bauarten von Schraubenlüftern überlegen sind und teilweise recht beträchtlich günstigere Wirkungsgrade aufweisen. Eine Gegenüberstellung von großen Einheiten der verschiedenen Bauarten von Schraubenlüftern war nicht möglich, weil Angaben über die ältern Bauarten nicht vorliegen und solche Lüfter auch nicht für eine Prüfung zur Verfügung gestanden haben.

Die aus diesen Feststellungen zu ziehenden Folgerungen sollen nun daraufhin untersucht werden, wie weit die Schraubenlüfter für die Grubenbewetterung Bedeutung haben. Hierbei ist einmal wesentlich, ob der Einsatz von Schraubenlüftern für die Hauptgrubenbewetterung einen Vorteil bedeutet. Ferner ist der Wert von Schraubenlüftern für Sonderbewetterung

¹ Mine ventilation by Aerex fans, Colliery Engng. 12 (1935) S. 165; vgl. auch McIntyre, a. a. O.

² Bidlot, Danze und Martelée: La ventilation secondaire dans les mines, étude expérimentale d'un ventilateur électrique, Rev. univ. Mines 78 (1935) S. 134.

³ Bryan, Miller und Smellie: Tests on centrifugal and air screw fans, Colliery Engng. 12 (1935) S. 16.

zu beurteilen, und zwar nicht nur für Lüttenleitungen, sondern auch für die Bewältigung ganzer Teilströme des Grubengebäudes.

Hinsichtlich der Aufstellung von neuzeitlichen Hauptschraubenlüftern, wie den Aerex-Lüftern, über tage ist vorerst festzustellen, daß die Kraftaufnahme für gleiche Leistung bei Schrauben- und neuartigen Fliehkraftlüftern etwa übereinstimmt. Bei einem Ersatz überalterter Fliehkraftlüfter kann in dieser Hinsicht kein ins Auge fallender Vorteil der einen oder der andern Bauart erzielt werden, jedoch weist der Schraubenlüfter eine Reihe anderer Vorzüge auf. So ist nach Angabe der Hersteller von Aerex-Lüftern zu erwarten, daß die Anlagekosten für die gesamte Erstellung einer Lüftereinrichtung über tage um ein beträchtliches Maß, und zwar um etwa 25–30 % geringer sind. Ferner ist dem Schraubenlüfter ein erheblich besseres Anpassungsvermögen bei verhältnismäßig gleichbleibendem günstigem Wirkungsgrad für den Fall eigen, daß sich die Grubenweite und die Wettermenge mit der Entwicklung des Grubengebäudes ändern. Diese Überlegenheit verstärkt sich noch dadurch, daß sich ein den neuen Verhältnissen angepaßtes Flügelrad wesentlich einfacher und weniger kostspielig als bei einem Fliehkraftlüfter einbauen läßt. Außerdem kann der Schraubenlüfter im Falle eines Grubenunglücks auch im entgegengesetzten Drehsinn laufen, ohne daß besondere Vorkehrungen getroffen zu werden brauchen. Allerdings ist mit einer solchen Umkehrung ein Abfall des Wirkungsgrades und auch der Liefermenge verbunden, was aber nicht besonders ins Gewicht fallen dürfte. Auf Grund der so hervortretenden Vorteile erscheint es zweckmäßig, bei Ersatz eines überalterten Lüfters den Einbau eines Schraubenlüfters für die Hauptbewetterung zu erwägen. Nachteilige Wirkungen dürften im allgemeinen nicht in Frage kommen, zumal da sich auch die Geräuschfrage bei Schraubenlüftern dadurch lösen läßt, daß man eine störend hohe Flügelradgeschwindigkeit durch die Verwendung von zwei Flügelrädern vermeidet.

Ob die angeführten Vorteile so weit reichen, daß sogar an einen Ersatz von Lüfteranlagen, die nicht ausgesprochen überholungsbedürftig sind, gedacht werden kann, hängt von dem Zustand einer solchen Anlage ab. In derartigen Fällen wird ausschlaggebend sein, ob die erzielbaren Vorteile einen Ausgleich gegenüber dem jetzt etwa vorhandenen großen Kraftbedarf infolge des schlechten Wirkungsgrades bedeuten. In der Regel werden nämlich bestehende Lüfteranlagen, die bei verhältnismäßig befriedigendem Wirkungsgrad ein fertig entwickeltes Grubengebäude bewettern, keiner besondern Anpassungsfähigkeit bedürfen, und für die gegebenenfalls gebotene Umkehr des Wetterstromes werden entweder bereits Maßnahmen getroffen sein oder als unnötig betrachtet.

Für die Sonderbewetterung ganzer Grubenfeldteile bieten die Schraubenlüfter einige schwerwiegende Vorteile, die von den Fliehkraftlüftern nicht ausgeglichen werden können. Als wesentlichster sei der schon eingangs erwähnte hervorgehoben, daß die Stromführung durch den Lüfter geradlinig ist. Ein Schraubenlüfter läßt sich innerhalb des ganzen Streckenquerschnitts, dem die den geringsten Widerstand bietende runde Form zu geben sein würde, einbauen, und die Wetter treten in ungestörtem Stromfluß

wieder aus. Der Einbau und die Überwachung eines Schraubenlüfters gestalten sich infolge der geradlinigen Wetterstreckenführung sehr einfach, wie man aus Abb. 13 erkennt. Die Kosten für diese Arbeiten werden sicherlich nicht an diejenigen heranreichen, die bei der Verwendung von Fliehkraftlüftern entstehen. Die für die Hauptbewetterung genannten Vorzüge bleiben auch hier bestehen. Demnach dürften die neuzeitlichen Schraubenlüfter geeignet sein, die Wetterverhältnisse einzelner Grubenfeldteile hinsichtlich der Sicherheit und der Arbeitsbedingungen zu verbessern. Ihre Verwendung wird sich besonders dort empfehlen, wo eine Änderung der Hauptlüfteranlagen über tage Schwierigkeiten bereitet oder sich nicht ohne besonders kostspielige Verstärkung eine genügende Verbesserung der Verhältnisse schaffen läßt.

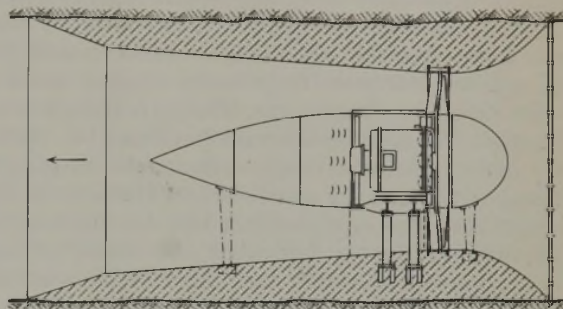


Abb. 13. Einbau eines Schraubenlüfters in einer Strecke.

Die weniger umfassende Sonderbewetterung mit Lütten bevorzugt bereits die Schraubenlüfter. Die neuartigen Bauausführungen weisen Wirkungsgrade auf, die denen guter und bleibend eingebauter Maschinenanlagen gleichkommen. Durch die Verwendung von stromlinienförmig durchgebildeten Gehäusen und von diffusorartigen Auskleidungen der Stromaustrittsseite sind die Lüfter allerdings schwerer als die bisher gebrauchten einfachen Schraubenlüfter geworden. Die Kraftersparnis erlaubt aber, zu erwägen, ob man nicht die geringe Zunahme des Gewichtes der Lüfter in Kauf nehmen soll, zumal weil der Einbau der Lüttenlüfter nur in größern Zeitabständen erfolgt und auch die Strecken neuerdings mit größern Querschnitten als früher aufgeföhren werden, so daß in der Regel genügend Raum für Einbau und Überwachung vorhanden sein dürfte.

Zusammenfassung.

Der Bau von Schraubenlüftern hat in den letzten Jahren eine Entwicklung zu verzeichnen, die besondere Beachtung verdient. Heute werden nicht nur Schraubenlüfter von Ausmessungen und Leistungen gebaut, wie sie die Hauptbewetterung ganzer Grubengebäude verlangt, sondern auch die Wirkungsgrade großer und kleiner Schraubenlüfter sind in beachtenswerter Weise gesteigert worden. Eine Reihe von uns an neusten Bauarten vorgenommener Prüfstandsversuche hat Wirkungsgrade von 78–80 % und außerdem eine weitgehende Unabhängigkeit des besten Wirkungsgradbereiches von Änderungen in der Grubenweite sowie der Drehzahl ergeben. Die Schraubenlüfter verdienen, in stärkerem Maße als bisher außer für die Sonderbewetterung auch für die Bewältigung von Teilströmen besonders hohen Widerstandes sowie als Hauptlüfter in Betracht gezogen zu werden.

Beiträge zur Frage der Gebirgsschläge.

Von Markscheider Dr. W. Köplitz †.

(Schluß.)

Deutung der Ursachen von Gebirgsschlägen.

Die bisherigen Untersuchungen über die Ursache der Gebirgsschläge lassen keinen Zweifel daran zu, daß sie als reine Folgen des Gebirgsdruckes infolge der Abbauwirkung aufzufassen sind. Ihr Sitz oder Herd ist das Gesamthangende, die auslösende Kraft ist die Schwerkraft.

Nach Lindemann¹ wird durch die Entstehung von Hohlräumen das Gleichgewicht der im Gebirge auftretenden Kräfte gestört. Eine Änderung in der Verteilung der Kräfte ist die Folge. Die Last der nachsinkenden Schichten ruht, abgesehen vom Versatz, auf dem Kohlenstoß. Je größere Flächen unter dem Hangenden abgekohlt sind, desto stärker wird der Druck auf den Kohlenstoß. Er kann so groß werden, daß die Kohle im Innern der Pfeiler plastisch wird und der Kohlenstoß zerberstend hereinbricht. Lindemann nimmt sowohl Zug- als auch Biegungsspannungen an. Er sagt wörtlich²: »Während sich die Schichten über den ausgekohlten Räumen nach unten biegen, tritt bei festen Schichten über dem Kohlenstoß eine gewisse Aufwölbung ein, ähnlich wie sich ein an dem einen Ende belastetes Brett, das an dem andern Ende aufliegt, über der Auflagerungsfläche in der Nähe des Drehpunktes hochhebt. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß sich eine solche Aufwölbung der Schichten über dem Kohlenstoß besonders bei Restpfeilern geltend macht, bei denen sich ringsherum das Hangende senkt. Wenn die bei diesen Aufwölbungen auftretenden Biegungsspannungen, die mit zunehmendem Druck wachsen, größer werden als die mit dem Druck abnehmende Widerstandsfähigkeit des Kohlenpfeilers, so kann es vorkommen, daß das aufgewölbte Hangende plötzlich in die Linie der rings um den Pfeiler herum eingetretenen allgemeinen Durchbiegung des Hangenden einspringt, wobei das Hangende auf den Kohlenpfeiler einen nach dem Innern des Kohlenpfeilers an Heftigkeit zunehmenden Schlag ausübt.«

Spackeler³ geht von der von ihm so benannten Senkungswelle aus und zieht als grundlegenden Vorgang die Wirkungsweise eines elastisch einseitig eingespannten Balkens heran, der im eingespannten Teil ein Drehmoment erzeugt, durch das im Flöz abwechselnd und abklingend Druck und Entlastung hervorgerufen werden. Er erklärt den Gebirgsschlag wie folgt⁴: »Bei starrem Hangenden bleiben Hohlräume zwischen Firste und Versatz, so daß das Hangende bei erheblicher Flächenausdehnung frei tragen muß. Es liegt danach mit dem ganzen Gewicht auf dem umgebenden Kohlenstoß. Dieser Druck wirkt aber tief in den Kohlenstoß hinein, so daß eine günstige Druckverteilung auf die Kohle erfolgt. Die schwache Durchbiegung des Sandsteins führt nun zu Zerrspannungen, die sich auf sehr weite Entfernung fortpflanzen. Nach der Festigkeitslehre liegen die gefährlichen Querschnitte eines eingespannten Balkens an den Einspannstellen. Sie rücken in die Einspannlager hinein,

wenn deren Unterlage nicht völlig starr ist wie bei Kohle. Das Reißen der Schichten tritt daher nicht über dem Abbauhohlraum, sondern hinter dem Kohlenstoß ein.«

Von dem französischen Ingenieur Jarlier sind zwei Aufsätze über die Entstehung von Gebirgsschlägen veröffentlicht worden, über die Spackeler¹ berichtet hat und deren Schlußfolgerungen er beistimmt. Ähnlich wie Lindemann geht auch Jarlier von einer Aufwölbung (Dom) über dem anstehenden Kohlenstoß aus, während sich über kleinen Kohlenfesten oder Versatz das Hangende einsenkt. Wird die Biegungsfestigkeit der hangenden sehr festen und dickbankigen Schichten überschritten, so tritt an der am meisten gespannten Stelle mitten über dem Dom plötzlich der Bruch ein. Infolgedessen muß die vorher gebogene Sandsteinplatte in die gestreckte Lage zurückschnellen. Dieser Vorgang übt eine gewaltige Schlagwirkung aus. Aber auch an den Abbaustößen im frischen Felde nimmt Jarlier Dombildung nach Art der Weberschen Welle an und führt auf den verzögerten Ausgleich der Wellen im Niedergehen des Hangenden die kleinern Erschütterungen beim Abbau zurück.

Während man bis vor kurzem durch solche theoretischen Überlegungen auf Grund der in langer Betriebserfahrung gewonnenen Erkenntnisse über die Gebirgsschläge deren Ursache zu klären gesucht hat, ist man neuerdings zu genauer Messung der Gebirgsbewegungen übergegangen. Das Meßverfahren ist von H. Hoffmann² erdacht und von Weißner³ weiter entwickelt worden. Die neusten Untersuchungen von Fritzsche und Giesa⁴ haben die Ergebnisse bestätigt. Die sich daraus ergebende Auffassung über die Ursache der Gebirgsschläge beim Abbau sei im folgenden dargelegt. Für das hier in Frage kommende Gebiet sei aber vorher noch betont, daß die Auffassung der Wellenbildung oder Domaufwölbung im Flözhangenden nicht haltbar ist. Dem steht auch schon die Überlegung entgegen, daß das Gewicht der weiter bis zutage auflagernden Gebirgsmassen dies

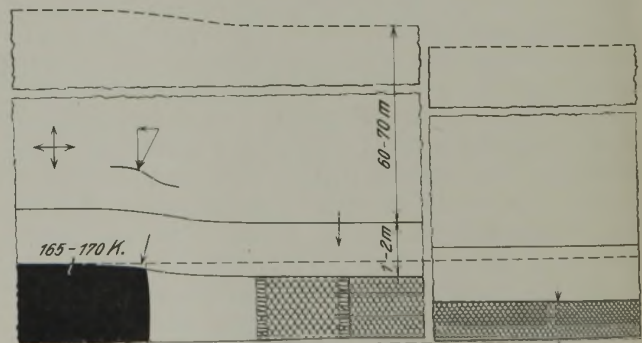


Abb. 9. Senkungsschema für das Flöz Sonnenschein.

¹ Spackeler: Gebirgsschläge und Gasausbrüche untertage, Glückauf 68 (1932) S. 632.

² Hoffmann: Der Ausgleich der Gebirgsspannungen in einem streichenden Strebau, nachgewiesen durch markscheiderische und statische Messungen, Dissertation, Aachen 1931.

³ Weißner: Gebirgsbewegungen beim Abbau flach gelagerter Steinkohlenflöze, Glückauf 68 (1932) S. 945.

⁴ Fritzsche und Giesa: Beobachtungen über Beanspruchungen des Ausbaus in Abbaustrecken, Glückauf 71 (1935) S. 125.

¹ Lindemann: Gebirgsschläge im rheinisch-westfälischen Steinbergbau, Glückauf 62 (1926) S. 293.

² Lindemann, a. a. O. S. 334.

³ Spackeler: Die sogenannte Druckwelle, Glückauf 64 (1928) S. 873.

⁴ Spackeler, a. a. O. S. 914.

nicht zulassen würde¹. Aus den abbaudynamischen Untersuchungen ergibt sich vielmehr an Hand des Senkungsschemas in Abb. 9 für das Flöz Sonnenschein folgender Hergang.

Zunächst herrscht im ungestörten Gebirgskörper ein ausgeglichener, wenn auch nicht allseitiger Spannungszustand². Durch Schaffung eines Hohlraumes oder durch Abbau tritt eine Gleichgewichtsstörung ein. Es werden Spannungsunterschiede erzeugt, die nach Ausgleich drängen. Heute unterliegt es keinem Zweifel, daß die Gesteinsmassen durch den Gebirgsdruck in ihrem Gefüge verformt werden und eine mehr oder weniger plastische, gleitende Beschaffenheit erhalten. Bei der hohen Druckfestigkeit und dem hohen Elastizitätsmodul des Sonnenscheinhangenden (die Sandsteine sind nicht alle gleich, wie die neusten genauen Untersuchungen von Fleischer³ in Oberschlesien dargetan haben) bleibt die Bewegung im Nachsinken oder die Schichtendurchbiegung gering. Nimmt man einen sehr günstigen, tatsächlich erreichten Satz von rd. 40% der Zusammendrückbarkeit des Versatzes an, dann muß bei einer Flözmächtigkeit von 1,65 m eine Durchbiegung von 0,66 m erfolgen. Dieses Maß von 40% wird, wie ich weiter unten nachweise, erst in einem Zeitraum von 4 Jahren bis zu 90% und endgültig in dem hier in Betracht kommenden Gebiet nach 8–9 Jahren erreicht. Hieraus ist zu ersehen, welche Spannungstauung im Gebirge eintreten muß. Der allgemein auf der Kohle nach dem unverritzten Gebirge hin lastende Gebirgsdruck erhöht sich durch den Druck, der um das Gewicht der über dem Abbauraum hängenden, noch nicht zum Tragen gekommenen Gebirgsmassen größer ist als der Druck in ungestörten Gebirge. Zu dem normalen Gebirgsdruck tritt starker seitlicher Zusatzdruck, so daß eine Resultierende entsteht, die H. Hoffmann mit Belastungsdruck bezeichnet⁴.

Die Ausdeutung der Kraftauswirkung des durch das infolge des Abbaus niedergehende Gebirge erzeugten Belastungsdruckes, dessen Komponenten Schwerkraft und Seitendruck sind, ist von entscheidender Bedeutung. Eine wesentliche Erkenntnis der abbaudynamischen Untersuchung besagt, daß beim Abbau weit vor dem Kohlenstoß bereits eine Firstensenkung einsetzt, der im Flözliegenden eine allgemeine Sohlenhebung gegenübersteht. Dadurch entwickelt sich weit in den Kohlenstoß hinein ein Pressungsgebiet, somit nach den festen Gebirgsschichten hin eine Zone der Druckerhöhung. In der Nähe des Abbaustoßes beginnt ein Zerrungsgebiet, dem dann nach dem Versatzfelde hin, entsprechend der festgestellten Sohlenenkung nach vorhergegangener Sohlenhebung, eine Pressungszone folgt. Wesentlich ist bei diesen Vorgängen die Erkenntnis der Schichtengleitung. Die Gebirgsschlaggefahr ist desto drohender, je größer das Pressungsgebiet vor dem Kohlenstoß wird, einerseits hervorgerufen durch zu geringe Firsten- und Sohlengleitungen, andererseits jedoch durch das außerordentliche Anwachsen des Seitendruckes, der größte Spannungstauung im Gefolge hat. Mit dieser Erkenntnis der durch Schichtengleitung oder Pressung

weit in den Kohlenstoß hinein erzeugten Druckerhöhung entfallen alle im Schrifttum gegebenen Erklärungen, welche die Ursache der Gebirgsschläge in einem Reißen der Schichten mehr oder weniger weit über dem Kohlenstoß, also in einer Zerrwirkung erblicken wollen. Tatsächlich sind in dem hier behandelten Gebiet solche Ribbildungen auch nicht nachgewiesen worden.

Es besteht kein Zweifel, daß der Pressungsdruck auf den Kohlenstoß größer als derjenige nach dem Versatz hin ist. Dies bestätigt die stärkere Schichtengleitung in der Sohle, denn in den beobachteten Fällen hat der Gebirgsschlag die Stempel auf der Sohle nach dem Versatz hin geschoben. Durch den mehr und mehr anwachsenden Pressungsdruck auf den Kohlenstoß wird das Flöz zusammengepreßt und im Gefüge verändert, quasiplastisch nach Seidl. Der Druck pflanzt sich auf das Liegende als Auflager fort, das dadurch eine Hebung erfährt. Wie das Hangende weist auch das Liegende eine sandige bis sandig-schiefrige Beschaffenheit auf. Das Flöz sitzt gleichsam in einer Zange und wird unter der Last des sich unvorstellbar stark stauenden Gebirgsdruckes bis zur Grenze der Druckfestigkeit, die unter dem einseitigen seitlichen Druck im Gebirge eine erhebliche Erhöhung erfährt, und der Elastizität beansprucht. Entweder löst sich nun die Spannung in der Form des Gebirgsschlages von selbst aus, oder das geringste Anschneiden von Menschenhand sei es bei der Durchörterung, sei es in der Kohle durch Kerben, Schrämen oder Schießen, ruft die gleiche Wirkung hervor. Höchste potentielle Energie wird urplötzlich in kinetische Energie umgewandelt.

Man kann sich der Knickungs-Drucktheorie von Seidl¹ annähern, der in dem Abbauhohlraum als »Drucklücke« überhaupt die Ursache für die Auslösung aller verborgenen Spannungen erblickt. Die hangenden und liegenden Schichten werden unter und über dem durch den Abbauhohlraum gebildeten Bereich so abgegrenzt wie ein Druckkörper gegen die Druckbacken. Der Druckkörper ist das niedergehende Gebirge, die Druckbacken sind einerseits der unverritzte Schichtenverband über dem Flöz und andererseits unter Annahme eines auf Entfernung tragfähig gewordenen Versatzes das zur Ruhe gekommene Gebirge. Dem allseitigen Gebirgsdruck (senkrecht zur Schichtung) steht der tangential Knickungsdruck (Seitenkräfte parallel zur Schichtung) gegenüber. Ergänzend sei festgestellt, daß der Druckkörper über dem Abbauhohlraum nicht kurz auf dem Abbaustoß lastet, sondern sowohl auf dem Kohlenstoß als auch nach dem Versatz hin weit aufgelagert ist, und daß ferner infolge der Gleitung der Gebirgsschichten zusätzliche dynamische Kräfte in Richtung des unverritzten Gebirges ausgelöst werden. Infolge der Starrheit der Schichten nehmen die tangentialen Drücke eine ganz außerordentliche Größe an.

In scharfsinnigen Ausführungen auf Grund umfangreicher Untersuchungen hat Weber² den Gedanken entwickelt, daß sich infolge der Faltung der Erdschichten und besonders durch Senkung oder Blähung infolge des Abbaus zwischen den Schichtflächen, einmal in den Gesteinschichten selbst, dann

¹ Vgl. Seidl nach dem Bericht von Weißner, Glückauf 67 (1931) S. 932.

² Kühn: Spannungszustand und Bruchgefahr im ungestörten Gebirge, Glückauf 67 (1931) S. 1033.

³ Fleischer, a. a. O. S. 35.

⁴ Hoffmann, a. a. O. S. 85.

¹ Glückauf 67 (1931) S. 931.

² Weber: Der Gebirgsdruck als Ursache für das Auftreten von Schlagwettern, Bläsern, Gasausbrüchen und Gebirgsschlägen, Glückauf 52 (1916) S. 1025; 53 (1917) S. 1 und 110.

auch zwischen Flöz und Hangendem Hohlräume bilden, die ursprünglich als Vakua zu betrachten sind. Die infolge des Gebirgsdruckes eintretende Zerreißung des Flözes bewirkt den Spannungsausgleich, der mit plötzlichen, zerstörenden Erschütterungen verbunden ist. Den großen Gebirgsschlag auf der Zeche Recklinghausen 1 aus dem Jahre 1899 sucht Weber auf diese Weise zu erklären¹. Er nimmt an, daß sich gewaltige Vakuumräume im Hangenden, und zwar höchstwahrscheinlich durch Abtrennung der äußerst festen und zähen, 3 m mächtigen Sandschieferlage von der weiter folgenden 60 m mächtigen und vermutlich nur wenig durchgebogenen Sandsteinbank gebildet hatten. An einem eigens dafür hergestellten Hochbrechen ist aber nach einem Gebirgsschlag auf der Zeche Recklinghausen 1 nachgewiesen worden, daß Webersche Hohlräume hier keine Rolle gespielt haben. Die über dem Flöz liegenden Gesteinmittel waren bis zum festen Sandstein bei 9,5 m wohl von feinen Rissen durchzogen, jedoch wurden keine Spaltfugen in der Schichtung festgestellt.

Eine besondere Prüfung hat sich mit der Einwirkung von Restfeilern in den hangenden Flözen beschäftigt. Das nächstliegende Flöz Dickebank ist allgemein 15–20 Jahre früher abgebaut worden, so daß nach dieser Zeitspanne die Einwirkungsmöglichkeit dieses Flözes als erledigt anzusehen und der Zustand im Gebirge als ausgeglichen zu betrachten war. Wenn jedoch infolge einer noch nicht abgeschlossenen Zusammendrückung der Schichtenfolge zusätzliche Kräfte hätten wirksam werden können, so wäre an Gebirgsschlagstellen das Auftreten eines Stanzdruckes möglich gewesen, wobei aber zu bedenken ist, daß zwischen den Flözen Schichten von 60–70 m Mächtigkeit liegen.

Inwieweit noch tektonisch gerichtete Kräfte aus dem alten Auffaltungsvorgang mitgespielt haben, läßt sich nicht bestimmen. Zweifellos herrscht in der Erdrinde keine unbedingte Ruhe. Bewegungen sind markscheiderisch von Niemczyk² in Oberschlesien und von Weißner³ im Ruhrgebiet nachgewiesen worden. Jedenfalls darf man sagen, daß die tektonischen Einwirkungen, wenn sie überhaupt bei Gebirgsschlägen im Abbau eine Rolle spielen, nur von geringer Bedeutung sein können. Anders verhält es sich natürlich mit Gebirgsschlagstellen an tektonischen Linien.

Auf Grund der erörterten Feststellungen läßt sich der Begriff »Gebirgsschlag« in folgender Weise kennzeichnen. Gebirgsdruck und Gebirgsbewegung oder Schwerkraft und seitliche Gebirgsgleitung wollen den entstandenen Hohlraum wieder schließen. Können sich diese Kräfte in weichen Schichten, deren Elastizitätsmodul mit zunehmendem Druck abnimmt, auswirken oder abgleiten, so liegt mehr oder weniger normaler Gebirgsdruck vor, der je nach dem Ausweichvermögen des Hangenden oder Liegenden entsprechend in Erscheinung tritt. Bei harten Gebirgsmitteln wächst der Gebirgsdruck örtlich immer stärker, bis er sich selbst explosionsartig entlädt oder bis Menschenhand ihm durch irgendeine Einwirkung das Ventil öffnet.

¹ Weber, a. a. O. S. 111.

² Niemczyk: Die tektonische Absenkung des Beuthener Erz- und Steinkohlenbeckens und ihre Bedeutung für die Beurteilung von Bergschäden, Glückauf 59 (1923) S. 929.

³ Weißner: Der Nachweis jüngster tektonischer Bodenbewegungen in Rheinland und Westfalen, Dissertation, Köln 1929.

Auf eine eigenartige Erscheinung möge noch hingewiesen werden. In der Kohle hat man graue bis silberglänzende, teils regellose, teils sich unter einem Winkel von annähernd 90° kreuzende, vom Hangenden zum Liegenden verlaufende Streifen von 1–3 cm Stärke gefunden. Die Bergleute bezeichnen sie wegen ihres offensichtlichen Zusammenhangs mit den Gebirgsschlägen als »Knallstreifen«. Die Kohle dieser Streifen ist im Stoß fest, zerfällt aber bei der Entnahme zum Teil sehr leicht und feinkörnig. Dr.-Ing. E. Hoffmann in Bochum, mit dem gemeinsam diese Untersuchungen vorgenommen worden sind, hat bei der mikroskopischen Untersuchung die aus Abb. 10 ersichtliche Gefügeänderung festgestellt. Die Kohle wird von einer Unzahl feiner, offenbar gerichteter Risse durchzogen, wodurch das Mylonitgefüge entstanden ist. Hoffmann, der später über die weitem Untersuchungen berichten wird, glaubt, daß die Gefügeumwandlung mit der durch zusätzlichen Druck hervorgerufenen Gasbildung in Zusammenhang steht. Diese Beobachtungen führen zu der Frage, inwieweit der Gasdruck eine Rolle spielt. Man hat bei den beschriebenen Gebirgsschlägen teils nicht feststellen können, ob Gas beteiligt gewesen ist, teils sind jedoch zweifellos erhebliche Gasmengen frei geworden. Im Schrifttum besteht Übereinstimmung darüber, daß durch eine starke Zertrümmerung der Kohle und die infolgedessen entstehende große Entgasungsfläche beträchtliche Grubengasmengen frei werden.

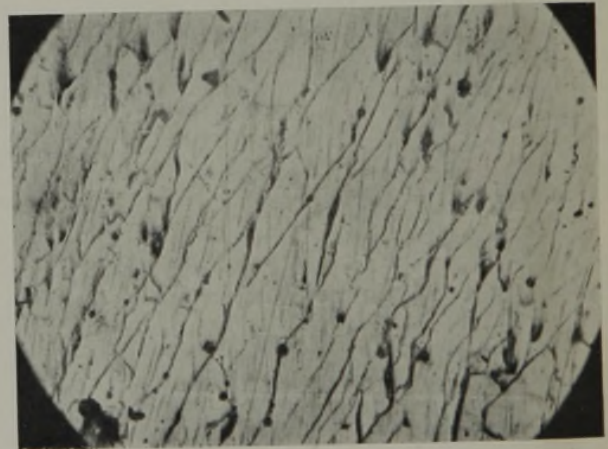


Abb. 10. Gefügeänderung in der Kohle des Flözes Sonnenschein. $v = 150$.

Neuere, nicht veröffentlichte Untersuchungen von Steinbrinck und Niederbäumer haben einwandfrei dargetan, daß Gebirgsdruck und Gebirgsbewegung entscheidend für die Flözausgasung sind. Die Stärke des auf der Kohle lastenden Druckes ist maßgeblich für den Grad ihrer Zermalmung, und davon abhängig ist die Stärke der Entgasung. Wichtig sind weiter die relativen Bewegungen des Flözes mit seinen Hangend- und Liegendschichten. Bei übermäßigem Druck kann nicht nur eine starke Zertrümmerung, sondern auch eine Gefügeänderung der Kohle durch innere Zerreißung bis zur Entstehung eines Netzwerkes von feinsten Rissen eintreten, in denen sich Gase in größeren Mengen ansammeln. Die Knallstreifen scheinen solche Zonen ganz besondern Druckes zu sein.

Bei dem weit in den Kohlenstoß hinein reichenden Gebirgsdruck können somit erhebliche Gasmengen

frei werden, die sich in den Schlechten, Drucklagen und Zertrümmerungszonen aufspeichern und bei stetig bis zum Gebirgsschlag wachsendem Gebirgsdruck große Kohlenmengen in den Abbauraum zu werfen vermögen. Als Begleiterscheinung dieses Vorgangs läßt sich das Auftreten der Schlotten erklären, die häufig die ganze Flözmächtigkeit durchsetzen. Hinsichtlich des mit dem Gebirgsschlag verbundenen heftigen Luftstoßes teile ich die Ansicht Lindemanns¹, daß er eine Folge der plötzlichen Luftverdrängung ist.

Zur unmittelbaren Verfolgung der Senkungen über dem Flöz Sonnenschein wird seit dem Jahre 1922 auf der Zeche Recklinghausen 1 eine Festlinie oberhalb der Flözbaue durch Feinnivellement regelmäßig beobachtet, die nur vom Abbau im Flöz Sonnenschein beeinflußt wird. Infolge des ganz besonders sorgfältig eingebrachten Versatzes ist eine Gesamtsenkung von nur etwa 40% der Flözmächtigkeit festgestellt worden. Im Durchschnitt verläuft der Senkungsvorgang so, daß bei 1,65 m Durchschnittsmächtigkeit des Flözes von 0,66 m Gesamtsenkung rd. 65% = 0,43 m in den ersten beiden Jahren, weitere 20 bis 25% = 0,13–0,17 m im dritten und vierten Jahr und die restlichen 10–15% = 0,07–0,11 m in weitem vier bis fünf Jahren erreicht werden.

Abbaudynamische Untersuchungen.

Über die meines Wissens ersten, und zwar in England vorgenommenen Druckmessungen ist von Spackeler nach englischer Quelle berichtet worden². Man hat dort mit Dynamometerstempeln und selbstschreibenden Geräten zur Feststellung der Verringerung der Flözmächtigkeit gearbeitet und Längenmessungen zur Ermittlung der Längenveränderungen bei Pressung und Zerrung sowie Nivellements-Beobachtungen von Punkten vorgenommen. Hierbei sind vor dem Kohlenstoß, also in der anstehenden Kohle nach dem festen Gebirge hin, Firstensenkungen und ebenso Hebungen der Sohle ermittelt worden. Bei einem Flöz mit einem 7 m mächtigen Sandsteinhangenden hat man eine 90 m weit vorauslaufende Senkung der Firste beobachtet.

Im Ruhrbezirk sind von H. Hoffmann³ nach eigenen Gedanken abbaudynamische Untersuchungen auf der Zeche Prosper im Flöz Gustav in der obern Fettkohlengruppe, also in weichen Gebirgsschichten, durchgeführt worden. Um einen Einblick in die Gebirgsbewegung im Bereich des Flözes Sonnenschein zu gewinnen, hat er auf der Zeche Recklinghausen 1 im Auftrage des Bergbau-Vereins in Essen von August 1931 bis April 1932 Beobachtungen angestellt und als Ergebnis in beiden Flözen im wesentlichen ziemlich gleiche Gleichartigkeit der Gebirgsbewegungen ermittelt.

Die Messungen fanden in einem Rückbaustreb statt, in dem auf Veranlassung der Bergbehörde streichende Blindörter mitgenommen wurden. Die Ausgangsstelle war ein etwa 200 m langer Querschlag im Liegenden des Flözes Sonnenschein, außerhalb jeglicher Abbauwirkung. Allgemein handelte es sich um die Erfassung der räumlichen Bewegung einer großen Anzahl von zugeordneten Firsten- und Sohlen-

punkten. Dazu waren polygonometrische und Nivellements-Messungen von höchster Genauigkeit und in dichter Zeitfolge erforderlich. So wurden erst die senkrechten und dann die seitlichen Bewegungen beobachtet.

Bei den Bewegungen in der Senkrechten beginnt, wie kurz zusammengefaßt sei, 50–60–80 m in der unverritzten Kohle bereits eine Firstensenkung. Am Kohlenstoß tritt eine Mächtigkeitsverringering von 3% ein, die jedoch weniger eine Folge der Flözpressung als des seitlichen Ausweichens ist, und bei 40–60–80 m macht sich nach dem Versatz hin erst eine Firstensenkung von 10–15% geltend. Die Sohlenhebung beginnt 30–40 m vom Kohlenstoß an gerechnet und erreicht 20–60 m nach dem Versatz hin ein Maß von 4%–7 cm der Flözmächtigkeit. Danach biegt sich die Sohle wieder nach unten. Somit herrscht eine breite Druckzone vor, deren einer Auflagerdruck auf der Kohle erheblich größer sein muß als der andere, der seine Auflage nach dem Versatz hin erst allmählich findet. Der festgestellten Firstensenkung und Sohlenhebung von 15–20% nach dem Versatz hin steht, wie oben bereits bemerkt, eine Zusammenrückbarkeit guten Versatzes von 40% gegenüber. Eine wenigstens 20% der Flözmächtigkeit entsprechende Senkung, also von rd. 34 cm, ist vom Hangenden zum Liegenden noch nicht eingetreten.

Im Streb selbst wurden Abstandsänderungen zwischen Sohlen- und Firstenpunkten gemessen, wobei sich herausstellte, daß Einwirkungen des oberhalb liegenden Alten Mannes bereits eine Mächtigkeitsverringering von rd. 20–30 cm im obern Strebteil hervorgerufen hatten.

Bei den vorgenommenen Druckmessungen wurden insgesamt 8 Druckmesser im Türstockausbau eingebaut, und zwar 6 vor Ort 2 und 2 im Streb, davon der eine im üblichen dicht eingebrachten Versatz und der andere in der 1 m starken Versatzmauer. Die Druckmesser zeigten 58 m vor der Abbaufont im Ort 2 am Unterstoß 83–102 t, dagegen am Oberstoß nur 6 t Druck an. Am bemerkenswertesten ist jedoch, daß von den beiden Druckmessern im Streb der in der Versatzmauer stehende 106 t Druck verzeichnete, während der im Versatz befindliche monatelang bis zum Abschluß der Beobachtungen nur 9 t Druck aufnahm. Daraus lassen sich wertvolle Schlüsse auf die Wirkung von Versatz und Versatzmauern ziehen, von denen angeführt sei, daß Gebirgsschläge durch Vollversatz nur dann bekämpft werden könnten, wenn es gelänge, den Zusammendrückbarkeitsfaktor auf 15–20% zu halten. Dies ist praktisch nicht möglich, zumal bei steigender Flözmächtigkeit. Spackeler hat das gleiche selbst bei Spülversatz ausdrücklich festgestellt und auf den englischen Rippenversatz hingewiesen.

Hinsichtlich der seitlichen Gebirgsbewegungen unterscheidet Hoffmann relative und absolute. Die relativen Bewegungen von Sohle und Firste betragen 5–12 cm, ihre Richtung fiel fast mit dem Flözeinfallen zusammen. Gegenüber der ziemlich geradlinigen Relativbewegung ergaben die absoluten Messungen eine Gleitung des Gebirges in Kurven. Die Schichtengleitung erfolgte vor dem Kohlenstoß nach der anstehenden Kohle hin (Vorgleiten des statischen Druckes, Pressung nach dem unverritzten Gebirge hin), in Abbaustoßnähe in nur noch unerheblichem Betrage, jedoch weiter in Richtung auf die

¹ Lindemann, a. a. O. S. 335.

² Spackeler: Englische Untersuchungen über Gebirgsbewegungen als Abbaufolge, Glückauf 67 (1931) S. 1093.

³ Hoffmann, a. a. O.

anstehende Kohle hin (Beginn der Umkehr, rückläufige Bewegung zum Versatzfeld hin) und hinter dem Abbaustöß in allgemeiner Richtung auf die Hauptsenkung des Hangenden im verhaunten Felde.

Wie bereits einleitend bemerkt wurde, ereigneten sich viele Gebirgsschläge im obern Strebteil in der Nähe von alten Aufhauen. Bei der Untersuchung der Spannungsverhältnisse (Abb. 11) sind 5 Spannungszonen festgestellt worden, und zwar: 1. Allgemeiner Gebirgsdruck, 2. Druck auf Ort 1 aus alter Auffahrung, 3. Druck auf Ort 2 aus alter Auffahrung, 4. Druck auf den Bremsberg aus alter Auffahrung und 5. Abbaudruck des Strebs. Auf Ort 1 drücken 4 Spannungen, in der Mitte des Strebs 3 und auf Ort 2 wieder 4. Während im untern Teil des Strebs die Spannungen noch getragen werden, ist dies infolge der weitem Schwächung des Kohlenpfeilers nach oben hin nicht mehr möglich, so daß der Gebirgsschlag ausgelöst wird.

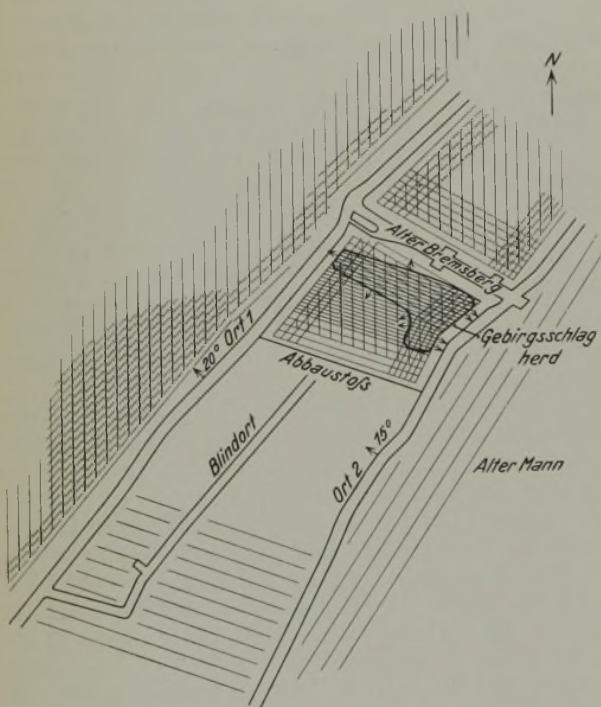


Abb. 11. Verteilung des statischen Druckes zur Zeit der größten Gebirgsschlaggefahr.

Wenn auch Gebirgsschläge nicht ganz zu vermeiden sein werden, so muß die Abbauführung doch grundsätzlich so gehalten sein, daß keine schädliche Spannungsanhäufung erfolgt, sondern die Mög-

lichkeiten einer günstigen Entspannung bedacht werden. Scheidet planmäßiger Bruchbau mit künstlicher Entspannung aus, wie in Oberschlesien, so dürften folgende Gesichtspunkte maßgebend sein:

1. Restlos reiner Abbau ist erforderlich, damit Restpfeiler oder Kohleninseln vermieden werden. Zu diesem Zweck wird am besten nur nach einer Richtung, einflügelig, abgebaut. Streckenschutz durch Stehenlassen von Kohle ist zu verwerfen; die Strecken sind also durch Versatz zu sichern.
2. Der Abbau soll gleichmäßig und langsam voranschreiten, möglichst in langer Front unter Vermeidung einspringender Ecken. Das Gebirge setzt sich dann gleichmäßiger und findet weite Entspannung durch großflächige Schichtengleitung.
3. Vollversatz genügt nicht. Ausreichend stark bemessene Bergemauern sind zu ziehen, deren Stückberge aus dem Hangenden der streichend nachgeführten Blindörter gewonnen werden. Eine unterstützende Wirkung üben Holzkasten aus. Die Blindörter beeinflussen zudem die seitlichen Gebirgsbewegungen günstig.
4. Je nach den Betriebsverhältnissen ist zu entscheiden, ob schwebender oder streichender Strebbaubau mit breitem Blick gewählt wird. In beiden Fällen erscheint es zweckmäßig, den tiefer gelegenen Streb vorzusetzen, damit sich der Alte Mann unten befindet und die sich im Einfallen auslösenden Gebirgsbewegungen nicht gehemmt werden.

Zusammenfassung.

Die in den Bergrevieren Herne und Recklinghausen vielfach im Flöz Sonnenschein auf dem Gelsenkirchener Hauptsattel aufgetretenen Gebirgsschläge werden nach Darstellung der Lagerungs- und Abbauverhältnisse an einigen kennzeichnenden Beispielen in ihrer örtlichen Wirkung erläutert. Nach Anführung der zu ihrer Verhütung in zeitlicher Folge von der Bergbehörde angeordneten Maßnahmen werden den ältern im Schrifttum gegebenen Erklärungen für die Ursache der Gebirgsschläge die auf Grund von markscheiderischen Messungen gewonnenen neuern Erkenntnisse gegenübergestellt. Die daraus gezogenen Schlußfolgerungen beziehen sich ausdrücklich auf das hier behandelte Gebiet. Die abbaudynamischen Untersuchungen und ihre Ergebnisse werden erörtert und die zweckmäßigen Maßnahmen zur möglichsten Verhütung der Gebirgsschläge durch eine geeignete Abbauführung kurz dargestellt.

U M S C H A U.

Überwachung und Vorausbestimmung des Sprengstoffverbrauches.

Im Erzbergbau und bei Gesteinarbeiten ist der Gesteinspreis je t Förderung in hohem Maße von den Sprengstoff- und Bohrkosten abhängig, die man daher möglichst niedrig zu halten sucht. Damit ist jedoch noch nicht gesagt, daß die einseitige Senkung einer dieser Kostenquellen wirklich auch eine Abnahme der Gesamtgestehungskosten zur Folge hat, da auch die entgegengesetzte Wirkung hervorgerufen werden kann. Maßgebend ist stets die Summe der Sprengstoffkosten x und der Bohrkosten y (in \mathcal{M}/t). Es leuchtet ein, daß aus der

Fülle der Beziehungen, die zwischen den beiden genannten Veränderlichen, der spezifischen Sprengstoffmenge d (g/t) und der mittlern Bohrlochlänge l (m/t), möglich sind, eine herausgegriffen werden kann, für welche die Summe $x+y$ einen Mindestwert darstellt. Die zugehörigen Werte für d und l bezeichnen, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, die günstigsten Abbaubedingungen. Selbstverständlich gelten sie nur unter ganz bestimmten Verhältnissen, d. h. sie ändern sich für verschiedene Gesteine oder Erze sowie für verschiedene Gruben, Lagerungsverhältnisse und Abbaufahren; sie wechseln auch, je nachdem es sich um Abbau- oder Vorrichtungsbetriebe handelt. Gleichwohl bieten die Ermittlung dieser günstigsten

Bedingungen aus bestimmten Erfahrungswerten und eine fortlaufende, genaue Überwachung der Selbstkosten zweifellos Ersparnismöglichkeiten. Noch wertvoller wäre ein Verfahren, das ohne umfangreiche Versuche eine Vorausberechnung der Gesteinskosten für neu in Betrieb zu nehmende oder wieder zu eröffnende Gruben oder Betriebszweige gestattet.

Audibert hat in früheren Veröffentlichungen¹ über Versuche berichtet, die zur Feststellung der wirtschaftlich günstigsten Abbaubedingungen in sardinischen Erzgruben durchgeführt worden sind. Dabei ergab sich, daß z. B. im Firstenbau die besten Ergebnisse erzielt wurden, wenn 1. die Bohrlöcher die den Gebirgsverhältnissen entsprechende größte Länge hatten und 2. die auf 1 t Förderung bezogenen Sprengstoff- und Bohrkosten annähernd gleich groß waren, unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß die verbrauchte Sprengstoffmenge die unbedingt erforderliche Mindestmenge darstellte. Durch Anwendung dieser Regeln gelang es, die Sprengstoff- und Bohrkosten je t Erz um rd. 50% zu senken. Die Versuche wurden zunächst im Firstenbau vorgenommen, wobei stets zwei freie Stöße vorhanden und die Bohrlöcher so angesetzt waren, daß sie einem freien Stoß nahezu parallel liefen. Anschließend untersuchte man Bohrlöcher, die aus dem Vollen arbeiteten, d. h. schräg oder senkrecht zu dem einen vorhandenen Stoß verliefen. Dabei wurde unterschieden zwischen solchen, bei denen der Winkel zwischen Bohrloch und Stoß $< 45^\circ$ war, und solchen mit einem Winkel von $45-90^\circ$.

Will man die Sprengwirkung solcher Bohrlöcher von verschiedener Neigung vergleichen, so muß man sich zunächst vergegenwärtigen, daß sich die Menge V des bei einem Sprengschuß anfallenden Gesteins oder Erzes aus 3 Teilmengen zusammensetzt, nämlich aus $V_1 =$ dem Volumen des theoretisch durch die Sprengladung herausgeschossenen Konus, $V_2 =$ der durch den Gasdruck abgerissenen Gesteinsmenge und $V_3 =$ der gelockerten, später mit Abbaumhammer oder Brechstange zu lösenden Menge.

Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, ergibt ein Vergleich der senkrechten und der schrägen Bohrlöcher (Abb. 1 und 2), daß bei gleicher Anzahl und Anordnung der Sprengpatronen 1. die schrägen Löcher eine größere Tiefe erfordern, 2. die senkrechten Löcher eine bessere Zerkleinerung des Gutes herbeiführen, 3. bei den schrägen Löchern jedoch die bessere Sprengstoffausnutzung erfolgt.

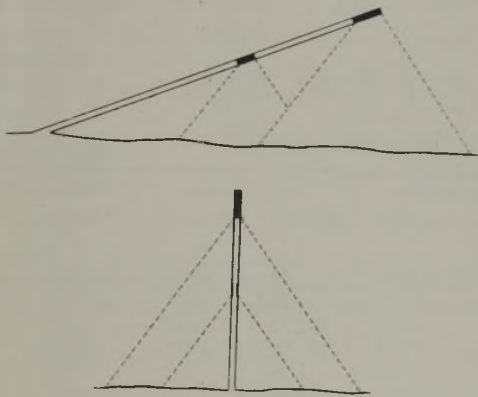


Abb. 1 und 2. Vergleich der Sprengwirkung schräger und senkrechter Bohrlöcher.

Da aus diesem Grunde im Betriebe den schrägen Löchern mit geringem Neigungswinkel der Vorzug gegeben wird, haben sich die genaueren Untersuchungen² auf sie beschränkt. Nach Beobachtung von mehreren tausend Sprengschüssen ist die Oberfläche S des herausgeschossenen Pyramidenstumpfes (oder besser die Summe der

durch den Schuß freigelegten Stoßflächen) dem Gewicht Q des angewandten Sprengstoffes verhältnismäßig. Bei einem bestimmten Sprengstoff und einer bestimmten Anordnung der Ladung gilt für jedes Gestein ein Faktor K , der dieses Gestein unbedingt kennzeichnet. Im Falle der unter weniger als 45° geneigten Bohrlöcher lautet die Beziehung $Q = K_p \cdot S$. Ist der Faktor K_p bekannt, so gestattet er eine Bestimmung der wirtschaftlich günstigsten Abbaubedingungen. K_p ließ sich jedoch zunächst nur durch langwierige Versuche vor Ort selbst ermitteln, und dies setzte voraus, daß die laufenden bergmännischen Arbeiten nicht gestört wurden. Wo dies nicht zu vermeiden war, erwies sich ein einfaches Verfahren zur Errechnung des Faktors K_p als vorteilhaft.

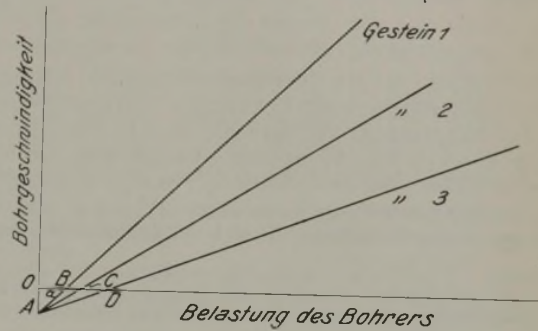


Abb. 3. Abhängigkeit der Bohrgeschwindigkeit von der Belastung des Bohrers.

In diesem Zusammenhang sind die im Jahre 1934 auf sardinischen Gruben durchgeführten Versuche bemerkenswert. Man stellte mit Standard-Bohrhämern (BBR 13 Ingersoll), die wechselnd belastet wurden, in verschiedenen Gesteinen senkrechte Bohrlöcher her und maß die zum Abbohren der Längeneinheit benötigten Zeiten. Dabei ergab sich, daß der Bohrfortschritt lediglich eine Frage der Belastung war. Trägt man die gefundenen Werte schaubildlich auf, und zwar die Belastung des Bohrers als Abszisse und die Bohrgeschwindigkeit als Ordinate (Abb. 3), so entsteht ein Geradenbündel, dessen Schnittpunkt A auf dem negativen Abschnitt der Geschwindigkeitsachse liegt. Die Strecken OB, OC und OD sind verhältnismäßig den verschiedenen Bruch- und Scherfestigkeiten, bei denen der tatsächliche Bohrvorgang beginnt. Im Gegensatz dazu entsprechen die Neigungswinkel α der »Bohrwilligkeit« der

Gesteine. In der Gleichung $OA = \frac{OB}{\cotg \alpha}$ ist $\cotg \alpha$ gleichbedeutend mit dem Widerstand, den das Gestein der Bohrarbeit entgegensetzt. Die Tatsache, daß OA unverändert bleibt, besagt, daß ein ganz bestimmtes Verhältnis zwischen der Bruch- oder Scherfestigkeit des Gesteins und seiner Bohrwiderstandszahl $\cotg \alpha$ besteht. Zieht man nun in Betracht, daß es sich um nichts anderes als die Bruchfestigkeit des Gesteins handelt, die durch den Beiwert K_p ausgedrückt wird, so liegt es nahe, nach einer Beziehung zwischen K_p und $\cotg \alpha$ zu suchen. Der Widerstand, den das Gestein dem Bohrer entgegensetzt, ist verhältnismäßig

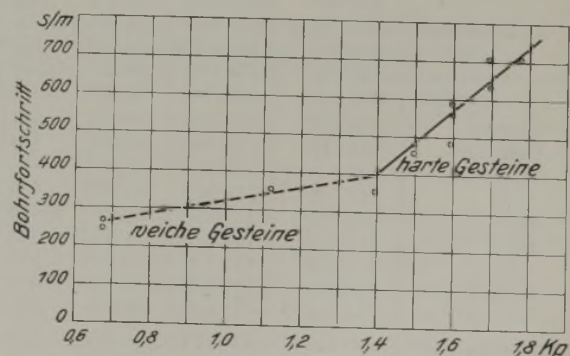


Abb. 4. Beziehungen zwischen dem Bohrfortschritt und dem Beiwert K_p .

¹ Audibert: La détermination des meilleures conditions d'abatage dans les mines métalliques, Rev. Ind. minér. 13 (1933) S. 29; 14 (1934) S. 501.

² Audibert: Prévisions des caractéristiques d'abatage dans les mines métalliques, Rev. Ind. minér. 15 (1935) S. 228.

der Zeit T, die zum Abbohren der Längeneinheit benötigt wird. In Abb. 4 sind auf der Abszisse die durch Versuche bestimmten Beiwerte K_p verschiedener Gesteine, auf der Ordinate die zugehörigen Bohrzeiten aufgetragen. Das Schaubild bestätigt das Vorhandensein von Verhältnissgleichheit innerhalb enger Fehlergrenzen. Bemerkenswert ist die Abweichung der Geraden für weichere und härtere Gesteine, die bei einer Bohrzeit von etwa 360 min eintritt.

Zur Ermittlung des Beiwertes K_p für ein bestimmtes Gestein braucht man also nur einige Versuchslöcher zu bohren und nach Erhalt eines Durchschnittswertes für T das zugehörige K_p aus dem Schaubild abzulesen. An Hand von eigens aufgestellten Zahlentafeln hat man dann ein Mittel, bereits vor dem Beginn der Gewinnung die theoretische Sprengwirkung, d. h. die Menge V_1 auszurechnen.

Um jedoch zu den betriebswirtschaftlich wichtigen Zahlen l = Bohrlänge in m/t Erz und d = Sprengstoffmenge in g/t Erz zu gelangen, muß man die praktische Sprengwirkung $V = V_1 + V_2 + V_3$ kennen. Es gilt also, ein Verfahren zu finden, das die Ermittlung von $V_2 + V_3$ gestattet. Ohne Zweifel besteht auch zwischen $(V_2 + V_3)$ und der Oberfläche S eine Beziehung, die sich in folgender Gleichung ausdrückt: $\frac{V_2 + V_3}{S} = k_p$, wobei k_p wiederum bei gleicher

Sprengstoffmenge und -anordnung eine für ein bestimmtes Gestein kennzeichnende Angabe ist. Trägt man also in einem Schaubild Erfahrungswerte von $(V_2 + V_3)$ gegen Betriebswerte von S auf, so ergibt sich eine mittlere Linie, deren Neigungswinkel den Beiwert k_p ausdrückt nach der Beziehung $k_p = \tan \beta$. Bei den erwähnten Versuchen ergab sich für k_p ein Durchschnittswert von rd. 0,50. Selbstverständlich kann der Ausdruck $(V_2 + V_3)$ nur näherungsweise ermittelt werden; je mehr Erfahrungswerte vorliegen, desto enger werden die Fehlergrenzen sein. In den von Audibert angegebenen Beispielen betrug die Abweichung der errechneten von der wirklichen Tonnenzahl $\pm 5\%$.

Die bisher beschriebenen Versuche bezogen sich lediglich auf den Abbau. Ausgehend von den dabei gewonnenen Erfahrungswerten hat man die Möglichkeiten einer Anwendung dieser Verfahren auf Vorrichtungsstrecken geprüft. Der spezifische Sprengstoffverbrauch d in m/t beim Streckenvortrieb ist aus nachstehenden Gründen ein Viel-

faches des Verbrauches im Abbau: 1. Im Streckenvortrieb wird die Hälfte der im Sprengstoff aufgespeicherten Energie zum Einbruchschießen benutzt (Faktor $a_1 = 2$). 2. Im Abbau betrug der größte Abstand der Bohrlöcher vom freien Stoß 1 m; der in Betracht kommende Streckenquerschnitt war 2 m \times 2 m. Denkt man sich alle Bohrlöcher des Streckenvortriebes auf einer Seitenebene der Strecke liegend, so ist die Mächtigkeit der herauszuschießenden Bank 2 m (Faktor $a_2 = 2$). 3. Ein freier Stoß ist nicht vorhanden; die Sprengladung muß aus dem Vollen wirken (Faktor $a_3 = 1,8 - 2,1$ je nach der Härte des Gesteins). 4. Das Längenverhältnis der Löcher ist in Rechnung zu stellen, wobei die Länge der Streckenlöcher l sei (Faktor $a_4 = l$).

Der in Vorrichtungsbetrieben zu erwartende spezifische Sprengstoffverbrauch d_v errechnet sich demnach aus dem Sprengstoffverbrauch im Abbau d_a zu $d_v = d_a \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 = d_a \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2,1 \cdot l$. Als Beispiel seien folgende Werte angeführt:

	Erzkörper	Kalkstein	Kieselschiefer
Mittlere Bohrlochlänge l . . . m	1,30	1,50	2,20
Dynamitverbrauch			
d_a g/t	85	78	81
d_v , berechnet . . . g/t	663	702	1069
d_v , wirklich g/t	700	773	1150

Die berechneten Werte stimmten also annähernd mit den spätern Betriebsergebnissen überein. Somit läßt sich bei betriebenen Gruben feststellen, ob der tatsächliche Sprengstoffverbrauch dem erreichbaren Mindestwert entspricht. Andererseits kann man für neue oder wieder in Betrieb zu nehmende Gruben oder Feldesteile die je t Erz zu erwartenden Sprengstoff- und Bohrkosten mit genügender Genauigkeit vorausberechnen, wenn man die beiden Beiwerte K_p und k_p bestimmt, und zwar K_p durch Messen der Bohrzeit je m Bohrlochlänge und Anwendung des K_p -T-Diagramms und k_p auf Grund von Erfahrungswerten, die im Abbau von einigen 100 t des in Betracht kommenden Gesteins gewonnen worden sind.

Dipl.-Ing. H. Fritzsche, Assistent am Institut für Bergbaukunde der Technischen Hochschule Aachen.

WIRTSCHAFTLICHES.

Deutschlands Außenhandel¹ in Kohle im September 1935².

Monatsdurchschnitt bzw. Monat	Steinkohle		Koks		Preßsteinkohle		Braunkohle		Preßbraunkohle	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1913	878 335	2 881 126	49 388	534 285	2204	191 884	582 223	5029	10 080	71 761
1929	658 578	2 230 757	36 463	887 773	1846	65 377	232 347	2424	12 148	161 661
1930	577 787	2 031 943	35 402	664 241	2708	74 772	184 711	1661	7 624	142 120
1931	481 039	1 926 915	54 916	528 448	4971	74 951	149 693	2414	7 030	162 710
1932	350 301	1 526 037	60 591	432 394	6556	75 596	121 537	727	5 760	126 773
1933	346 298	1 536 962	59 827	448 468	6589	67 985	131 805	230	6 486	108 302
1934	405 152	1 828 090	64 695	513 868	9131	60 303	148 073	116	7 289	102 841
1935: Januar	450 920	1 878 502	70 109	627 072	8812	60 406	146 304	45	7 848	105 150
Februar	384 477	1 776 190	66 900	533 660	2682	63 488	130 236	45	6 158	86 222
März	364 736	2 123 205	56 991	470 718	6829	49 309	158 617	50	5 551	60 824
April	343 496	2 018 546	47 988	448 356	3111	105 814	154 326	240	4 925	101 692
Mai	378 449	2 139 946	55 612	485 804	4952	73 135	147 188	98	7 307	151 469
Juni	310 422	2 127 170	72 872	496 935	6191	57 779	132 374	559	6 497	103 842
Juli	354 656	2 181 133	82 999	526 331	6945	50 466	138 716	119	7 751	92 756
August	316 958	2 161 056	70 176	582 953	8842	69 235	137 205	393	5 156	93 788
September	333 705	2 278 018	51 955	651 657	8075	59 853	143 673	145	5 373	116 606
Januar-September	360 432	2 075 974	63 958	535 943	7049	65 498	143 182	188	6 285	101 372

¹ Solange das Saargebiet der deutschen Zollhoheit entzogen war (bis zum 17. Februar 1935), galt es für die deutsche Handelsstatistik als außerhalb des deutschen Wirtschaftsgebiets liegend. — ² Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

	September		Januar-September	
	1934 t	1935 t	1934 t	1935 t
Einfuhr				
Steinkohle insges. . .	357 517	333 705	3 698 706	3 243 884
davon aus:				
<i>Großbritannien</i> . . .	162 933	251 904	1 973 177	2 219 259
<i>Saargebiet</i>	92 316	—	806 025	—
<i>Niederlande</i>	56 004	50 642	518 604	519 818
Koks insges.	55 253	51 955	599 250	575 622
davon aus:				
<i>Großbritannien</i> . . .	5 278	15 598	99 798	145 803
<i>Niederlande</i>	33 708	28 428	354 299	334 589
Preßsteinkohle insges.	7 060	8 075	79 607	63 439
Braunkohle insges. . .	160 312	143 673	1 305 456	1 288 639
davon aus:				
<i>Tschechoslowakei</i> . .	160 312	143 211	1 305 106	1 287 847
Preßbraunkohle insges.	5 898	5 373	61 969	56 566
davon aus:				
<i>Tschechoslowakei</i> . .	5 898	5 323	61 969	56 514
Ausfuhr				
Steinkohle insges. . .	1 891 973	2 278 018	15 884 101	18 683 766
davon nach:				
<i>Niederlande</i>	464 325	446 510	4 102 207	3 792 698
<i>Frankreich</i>	260 707	380 815	2 729 019	3 632 645
<i>Belgien</i>	291 200	364 777	2 519 969	2 398 631
<i>Italien</i>	453 342	613 037	3 429 145	4 976 392
<i>Tschechoslowakei</i> . .	83 746	95 102	639 108	722 481
<i>Irischer Freistaat</i> . .	29 534	—	337 024	62 006
<i>Österreich</i>	11 249	54 076	135 299	249 474
<i>Schweiz</i>	33 528	76 052	354 123	603 990
<i>Brasilien</i>	26 152	40 267	243 063	398 073
<i>skandinav. Länder</i> . .	36 870	53 555	370 481	457 098
Koks insges.	593 233	651 657	4 436 478	4 823 486
davon nach:				
<i>Luxemburg</i>	142 655	135 016	1 263 742	1 310 438
<i>Frankreich</i>	103 723	106 459	1 064 916	1 031 244
<i>skandinav. Länder</i> . .	134 169	162 589	733 514	820 447
<i>Schweiz</i>	35 064	29 307	424 672	476 529
<i>Italien</i>	46 331	90 747	269 759	340 053
<i>Tschechoslowakei</i> . .	13 979	15 684	118 586	114 528
<i>Niederlande</i>	34 769	28 150	196 977	170 583
Preßsteinkohle insges.	95 103	59 853	568 198	589 485
davon nach:				
<i>Niederlande</i>	59 921	20 816	261 390	247 223
<i>Frankreich</i>	3 627	2 972	52 021	33 125
<i>Schweiz</i>	3 809	4 657	33 741	41 864
Braunkohle insges. . .	178	145	969	1 694
Preßbraunkohle insges.	119 511	116 606	918 045	912 349
davon nach:				
<i>Frankreich</i>	28 377	32 971	267 384	294 065
<i>Schweiz</i>	33 223	27 505	233 321	216 801
<i>Niederlande</i>	10 095	7 935	111 960	104 402
<i>skandinav. Länder</i> . .	6 780	8 595	54 702	68 080

Kohlengewinnung Österreichs im Juli 1935¹.

Bezirk	Juli	
	1934 t	1935 t
Braunkohle		
Steiermark	141 147	145 561
Ober-Österreich	41 300	54 560
Nieder-Österreich	13 251	14 193
Kärnten	10 764	12 242
Burgenland	5 705	5 049
Tirol und Vorarlberg	2 995	2 866
zus. Österreich	215 162	234 471
Steinkohle		
Nieder-Österreich	17 679	23 195
zus. Österreich	17 679	23 195

¹ Montan. Rdsch. 1935, Nr. 18.

Gewinnung und Belegschaft des holländischen Steinkohlenbergbaus im Juli 1935¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Zahl der Förder-tage	Kohlen-förderung ²		Koks-erzeugung t	Preß-kohlen-herstellung t	Gesamt-beleg-schaft ³
		insges. t	förder-tätiglich t			
1930	25,30	1 017 590	40 168	156 969	78 828	37 553
1931	25,10	1 075 116	42 826	163 474	100 760	38 188
1932	23,39	1 063 037	45 455	155 315	97 577	36 631
1933	22,95	1 047 830	45 660	159 328	91 879	34 357
1934	22,67	1 028 302	45 363	172 001	90 595	31 477
1935: Jan.	21,80	1 023 750	46 961	201 361	91 661	30 062
Febr.	20,50	938 418	45 776	185 647	85 469	29 938
März	20,70	931 057	44 979	185 953	83 529	29 667
April	21,10	984 318	46 650	175 584	106 720	29 566
Mai	21,80	1 011 414	46 395	175 025	103 968	29 506
Juni	20,47	918 653	44 878	170 728	99 744	29 445
Juli	22,70	1 058 031	46 609	176 968	75 113	29 355
Jan.-Juli	21,30	980 806	46 047	181 609	92 315	29 648

¹ Nach Angaben des holländischen Bergbau-Vereins in Heerlen. — ² Einschl. Kohlenschlamm. — ³ Jahresdurchschnitt bzw. Stand vom 1. eines jeden Monats.

Kohlenversorgung der Schweiz im August 1935¹.

Herkunftsländer	August	
	1934 t	1935 t
Steinkohle:		
Deutschland	51 392	90 558
Frankreich	60 916	25 647
Belgien	11 492	4 431
Holland	14 917	13 809
Großbritannien	35 193	28 973
Polen	11 318	7 287
Rußland	2 459	2 272
Andere Länder	31	—
zus.	187 718	172 977
Braunkohle	29	20
Koks:		
Deutschland	85 600	73 206
Frankreich	9 478	10 316
Belgien	572	60
Holland	9 591	12 495
Großbritannien	5 337	2 382
Polen	49	16
Italien	16	13
Ver. Staaten	205	1 132
zus.	110 848	99 620
Preßkohle:		
Deutschland	40 119	34 836
Frankreich	4 452	4 657
Belgien	1 370	776
Holland	3 720	3 424
Andere Länder	1 194	—
zus.	50 855	43 693

¹ Außenhandelsstatistik der Schweiz 1935, Nr. 8.

Gewinnung von Kali und mineralischen Ölen in Frankreich im 1. Halbjahr 1935¹.

	1. Halbjahr			
	1932 t	1933 t	1934 t	1935 t
Kali				
Rohsalz 12—16 %	62 438	70 872	70 925	27 014
Düngesalz 18—22 %	231 624	247 830	290 810	231 504
" 30—40 %	38 426	32 088	44 109	77 719
Chlorkalium mehr als 50 %	180 880	149 966	174 280	175 128
zus. Kalisalze	513 368	500 756	580 124	511 365
Gehalt an Reinkali (K ₂ O)	170 439	151 692	186 163	175 813
Mineralische Öle	42 504	44 632	38 649	36 970

¹ Rev. Ind. minér.

Gewinnung und Belegschaft des polnischen Steinkohlenbergbaus im Juli 1935¹.

	Juli	
	1934	1935
Steinkohlenförderung		
insges. t	2 268 989	2 350 864
arbeitstäglich t	87 269	87 069
<i>davon</i>		
<i>Polnisch-Oberschlesien</i> t	1 695 525	1 772 219
Kokserzeugung		
insges. t	107 148	115 815
täglich t	3 456	3 736
Prekohlenherstellung		
insges. t	12 262	14 727
arbeitstäglich t	472	545
Kohlenbestande² t	1 693 961	1 542 573
Bergmännische Belegschaft in Polnisch-Oberschlesien²	45 009	42 941

¹ Oberschl. Wirtsch. 1935, Nr. 9. — ² Ende des Monats.

Brennstoffeinfuhr osterreichs nach Herkunftslandern im Juli 1935¹.

Herkunftsland	Juli	
	1934 t	1935 t
Steinkohle		
Tschechoslowakei	87 287	65 798
Polen	71 494	72 561
<i>davon Poln.-Oberschlesien</i>	<i>61 501</i>	<i>59 813</i>
Deutschland	18 485	25 608
<i>davon Ruhrbezirk</i>	<i>4 930</i>	<i>19 243</i>
<i>Saargebiet</i>	<i>8 663</i>	<i>1 485</i>
Ungarn	1 767	3 531
ubrige Lander	8 777	
zus.	187 810	167 498
Koks		
Tschechoslowakei	10 730	12 979
Deutschland	11 065	9 901
<i>davon Ruhrbezirk</i>	<i>7 000</i>	<i>8 269</i>
<i>Saargebiet</i>	<i>520</i>	
Poln.-Oberschlesien	3 091	3 577
ubrige Lander	738	585
zus.	25 624	27 042
Braunkohle		
Ungarn	7 740	9 545
Tschechoslowakei	3 129	3 540
ubrige Lander	348	466
zus.	11 217	13 551

¹ Montan. Rdsch. 1935, Nr. 18.

Erz- und Huttengewinnung Spaniens im Jahre 1934¹.

Erzeugnis	1934 ³			
	1931 ² t	1932 ² t	1933 ² t	1934 ³ t
Eisenerz	3 190 203	1 760 471	1 815 484	2 008 627
Kupfererz	3 111 699	754 978	696 514	1 612 460
Bleierz	151 456	138 129	114 528	65 068
Zinkerz	111 909	91 562	94 537	74 890
Manganerz	17 916	2 591	2 834	2 408
Roheisen	472 665	296 481	329 703	344 167
Rohstahl	645 366	532 403	506 653	506 746
Ferromanganeisen	4 986	3 231	6 774	8 054
Kupfer	47 242	33 100	35 301	11 903
Blei	109 630	105 369	88 354	82 452
Zink	10 094	9 505	8 548	8 179
Silber	96	105	91	33

¹ Rev. minera metallurg. Madr. — ² Berichtigte Zahlen. — ³ Vorläufige Ergebnisse.

Bergarbeiterlohne im Ruhrbezirk. Wegen der Erklärung der einzelnen Begriffe siehe die ausführlichen Erläuterungen in Nr. 5/1935, S. 117 ff.

Zahlentafel 1. Leistungslohn und Barverdienst je verfahrenre Schicht.

	Kohlen- und Gesteinhauer ¹		Gesamtbelegschaft ohne einschl. Nebenbetriebe			
	Leistungslohn	Barverdienst	Leistungslohn	Barverdienst	Leistungslohn	Barverdienst
	‰	‰	‰	‰	‰	‰
1930	9,94	10,30	8,72	9,06	8,64	9,00
1931	9,04	9,39	8,00	8,33	7,93	8,28
1932	7,65	7,97	6,79	7,09	6,74	7,05
1933	7,69	8,01	6,80	7,10	6,75	7,07
1934	7,76	8,09	6,84	7,15	6,78	7,11
1935:						
Jan.	7,79	8,13	6,89	7,20	6,83	7,15
Febr.	7,80	8,14	6,90	7,21	6,84	7,16
März	7,79	8,13	6,89	7,21	6,83	7,16
April	7,79	8,14	6,87	7,19	6,81	7,15
Mai	7,78	8,15	6,85	7,18	6,79	7,14
Juni	7,78	8,13	6,85	7,18	6,79	7,14
Juli	7,79	8,13	6,85	7,17	6,79	7,12
Aug.	7,79	8,14	6,85	7,16	6,79	7,12

Zahlentafel 2. Wert des Gesamteinkommens je Schicht.

	Kohlen- und Gesteinhauer ¹		Gesamtbelegschaft ohne einschl. Nebenbetriebe			
	auf 1 ver- gutete	auf 1 ver- fahrenre	auf 1 ver- gutete	auf 1 ver- fahrenre	auf 1 ver- gutete	auf 1 ver- fahrenre
	‰	‰	‰	‰	‰	‰
1930	10,48	10,94	9,21	9,57	9,15	9,50
1931	9,58	9,96	8,49	8,79	8,44	8,74
1932	8,05	8,37	7,16	7,42	7,12	7,37
1933	8,06	8,46	7,15	7,46	7,12	7,42
1934	8,18	8,52	7,23	7,50	7,19	7,45
1935:						
Jan.	8,30	8,43	7,34	7,45	7,29	7,39
Febr.	8,30	8,41	7,34	7,43	7,29	7,38
März	8,27	8,43	7,33	7,47	7,28	7,42
April	8,25	8,70	7,30	7,62	7,26	7,56
Mai	8,24	9,17	7,27	7,99	7,23	7,92
Juni	8,22	8,76	7,26	7,70	7,22	7,65
Juli	8,22	8,76	7,24	7,70	7,19	7,65
Aug.	8,24	8,77	7,25	7,73	7,20	7,68

¹ Einschl. Lehrhauer, die tariflich einen um 5% niedrigeren Lohn verdienen (gesamte Gruppe 1a der Lohnstatistik).

Über-, Neben- und Feierschichten im Ruhrbezirk auf einen angelegten Arbeiter.

Zeit ¹	Verfahrenre Schichten		Feierschichten					
	insges.	davon Über- u. Neben- schichten	insges.	infolge				
				Absatz- mangels	Krankheit davon Un- fälle	entschadig- ten Urlaubs	Feierns (entsch. u. un- entsch.)	
1930	20,98	0,53	4,55	2,41	1,10	0,34	0,78	0,23
1931	20,37	0,53	5,16	3,10	1,12	0,35	0,71	0,17
1932	19,73	0,53	5,80	3,96	0,99	0,34	0,69	0,13
1933	19,90	0,59	5,69	3,70	1,04	0,34	0,77	0,15
1934	21,55	0,71	4,16	2,14	1,02	0,35	0,79	0,18
1935:								
Jan.	22,45	0,76	3,31	1,59	1,18	0,37	0,31	0,17
Febr.	22,07	0,72	3,65	1,99	1,18	0,39	0,26	0,17
März	21,27	0,73	4,46	2,63	1,21	0,38	0,41	0,19
April	21,57	0,80	4,23	2,04	1,11	0,34	0,88	0,16
Mai	21,67	0,80	4,13	1,78	1,00	0,32	1,16	0,17
Juni	21,91	0,94	4,03	1,38	1,13	0,35	1,29	0,20
Juli	20,57	0,68	5,11	2,44	1,14	0,35	1,30	0,19
Aug.	20,46	0,68	5,22	2,49	1,14	0,36	1,35	0,21

¹ Monatsdurchschnitt bzw. Monat, berechnet auf 25 Arbeitstage.

Zusammensetzung der Belegschaft¹ im Ruhrbezirk nach Arbeitergruppen (Gesamtbelegschaft = 100).

Monats-durchschnitt	Untertage					Übertage					Davon Arbeiter in Nebenbetrieben
	Kohlen- und Gesteins-hauer	Gedinge-schlepper	Reparatur-hauer	sonstige Arbeiter	zus.	Fach-arbeiter	sonstige Arbeiter	Jugend-liche unter 16 Jahren	weibliche Arbeiter	zus.	
1930 . . .	46,84	4,70	10,11	15,64	77,29	6,96	14,27	1,43	0,05	22,71	5,81
1931 . . .	46,92	3,45	9,78	15,37	75,52	7,95	15,12	1,36	0,05	24,48	6,14
1932 . . .	46,96	2,82	9,21	15,37	74,36	8,68	15,47	1,44	0,05	25,64	6,42
1933 . . .	46,98	3,12	8,80	15,05	73,95	8,78	15,44	1,78	0,05	26,05	6,56
1934 . . .	47,24	3,14	8,55	14,55	73,48	8,69	15,62	2,16	0,05	26,52	6,82
1935: Jan.	48,00	2,91	8,56	14,18	73,65	8,61	15,66	2,03	0,05	26,35	6,85
Febr.	48,08	2,91	8,55	14,12	73,66	8,62	15,72	1,95	0,05	26,34	6,84
März	48,11	2,92	8,62	13,97	73,62	8,58	15,84	1,91	0,05	26,38	6,88
April	48,22	2,84	8,49	13,94	73,49	8,57	15,63	2,26	0,05	26,51	6,88
Mai	47,95	2,84	8,45	14,01	73,25	8,52	15,43	2,75	0,05	26,75	6,90
Juni	47,88	2,79	8,42	14,05	73,14	8,58	15,44	2,79	0,05	26,86	6,96
Juli	47,83	2,73	8,47	14,07	73,10	8,60	15,47	2,78	0,05	26,90	6,96
Aug.	47,79	2,69	8,58	14,03	73,09	8,64	15,51	2,71	0,05	26,91	6,96

¹ Angelegte (im Arbeitsverhältnis stehende) Arbeiter.

Feiernde Arbeiter im Ruhrbergbau.

	Von 100 feiernden Arbeitern haben gefehlt wegen						
	Krank-heit	entschä-digten Urlaubs	Feierns ¹	Arbeits-streitig-keiten	Absatz-mangels	Wagen-mangels	betriebl. Gründe
1930 . . .	24,24	17,26	4,96	—	52,91	—	0,63
1931 . . .	21,58	13,80	3,30	0,69	60,15	—	0,48
1932 . . .	17,06	11,85	2,35	0,01	68,26	—	0,47
1933 . . .	18,31	13,53	2,66	—	64,93	0,07	0,50
1934 . . .	24,48	18,96	4,34	0,02	51,42	—	0,78
1935: Jan.	35,62	9,27	5,12	—	48,30	—	1,69
Febr.	32,21	7,19	4,62	—	54,70	—	1,28
März	27,12	9,18	4,23	—	59,08	—	0,39
April	26,19	20,91	3,75	—	48,13	—	1,02
Mai	24,18	28,19	4,17	—	43,02	—	0,44
Juni	28,09	31,90	4,85	—	34,31	—	0,85
Juli	22,30	25,45	3,71	—	47,80	—	0,74
Aug.	21,83	25,96	3,99	—	47,65	—	0,57

¹ Entschuldigt und unentschuldigt.

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse¹.

Der Markt für Teererzeugnisse schloß in der Berichtswoche befriedigend ab. Pech war etwas lebhafter gefragt. Die Preise zogen trotz der umfangreichen Lagerbestände von 32/6–33 auf 34 s an. Preiserhöhungen konnten sich gleichfalls durchsetzen für Reintoluol, und zwar von 2/2 auf 2/3–2/4 s sowie für rohe Karbolsäure von 2–2/1 auf 2/1–2/2 s. Kreosot war fest bei verhältnismäßig kleinem Geschäft, Solventnaphtha etwas besser gefragt, dagegen blieben Schwernaphtha und Motorenbenzol unverändert.

Nebenerzeugnis	In der Woche endigend am	
	18. Okt.	25. Okt.
Benzol (Standardpreis) . 1 Gall.	s	1/3
Reinbenzol 1 "		1/7
Reintoluol 1 "	2/2	2/3–2/4
Karbolsäure, roh 60% . 1 "	2/-2/1	2/1–2/2
„ krist. 40% . 1 lb.		6 ³ / ₄ –7
Solventnaphtha I, ger. . 1 Gall.	1/5–1/5 ¹ / ₂	
Rohnaphtha 1 "		11–1/-
Kreosot 1 "		15
Pech 1 l.t	32/6–33/-	34/-
Rohteer 1 "		30/-
Schwefelsaures Ammo-niak, 20,6% Stickstoff 1 „		6 £ 17 s 6 d

¹ Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 25. Oktober 1935 endigenden Woche¹.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Das Geschäft auf dem englischen Kohlenmarkt wurde in der Berichtswoche wesentlich beeinflusst durch das stürmische Wetter, das zu mannigfaltigen Verzögerungen in den Schiffsverfrachtungen führte. Zeitweise fiel es unter diesen Umständen schwer, geeigneten Laderaum zu bekommen. Von diesen Mißbelligkeiten abgesehen, erwiesen sich jedoch die Absatzverhältnisse in Northumberland als durchaus zufriedenstellend, auch Durham nahm an dem Geschäft mehr oder weniger regen Anteil. Kesselkohle ging weiterhin äußerst flott ab, so daß es einem Teil der Northumberland-Zechen nur unter Schwierigkeiten gelang, den vertraglichen Lieferungen gerecht zu werden. Selbst für das nächste Jahr liegen schon zahlreiche Lieferungs-aufträge vor. Sehr flott ist vor allem das Geschäft in Nußkohle nach den südlichen Bezirken des Landes. Nicht ganz so günstig war das Geschäft für Durham-Kesselkohle, wengleich auch hierfür die Nachfrage unverkennbar zugenommen hat und die Preise sich festigten. Demgegenüber blieb der Markt in Gaskohle sehr ruhig, die Vorräte überstiegen bei weitem die Höhe der Nachfrage. Wohl hat sich die Inlandnachfrage nicht unwesentlich gebessert, und auch die Gaswerke Skandinaviens treten mehr und mehr als Käufer auf dem Markt hervor, doch kann dadurch der Ausfall des italienischen Geschäfts nicht völlig wettgemacht werden. Zu Anfang der Woche lag eine Nachfrage der Gaswerke von Malmö vor, wobei es sich um 28000 t Koks-kohle und 10500 t Gaskohle handelt. Die Verschiffungen sollen bis Dezember nächsten Jahres erfolgen. Für Koks-kohle war im übrigen die fortlaufend gute Nachfrage der Koksofenwerke Durhams ausschlaggebend. Die Besserung des Kohlenmarktes in Durham beruht nicht zuletzt auf größeren Abrufen an Bunker-kohle, die sowohl im Sichtgeschäft als auch in sofortiger Lieferung recht gut gefragt war. Abgeschlossen wurde zur Hauptsache nach den Mittelmeerhäfen und den östlichen Kohlenstationen. Koks ging bei fester Haltung in sämtlichen Sorten flott ab. Hervorzuheben ist vor allem das Geschäft in Hochofenkoks. Die Preisnotierungen blieben für alle Kohlen- und Koks-sorten der Vorwoche gegenüber unverändert, lediglich Northumberland-Haus-brandkohle für den heimischen Gebrauch, die bei den Ausfuhrpreisen keine Berücksichtigung findet, hat um 2 s 6 d im Preise angezogen.

2. Frachtenmarkt. Infolge des schlechten Seewetters hielten sich die Abschlüsse auf dem Kohlenchartermarkt während der Berichtswoche in engen Grenzen. Die Fracht-raten konnten sich durchweg gut behaupten und bieten

¹ Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

bei gleichbleibender Nachfrage Aussichten auf ein weiteres Anziehen. Infolge anderweitiger Beschäftigung war geeigneter Frachtraum im üblichen Kohlenhandelsverkehr ziemlich knapp. Bezeichnend für die gute Geschäftslage ist, daß am Tyne zurzeit nur noch 40 Schiffe aufliegen und damit der günstigste Beschäftigungsstand des Jahres erreicht ist. Sehr lebhaft gestaltete sich weiterhin die Nachfrage nach den englischen Kohlenstationen, doch liegen die Frachtsätze sehr hoch. Eine ähnlich gute Nachfrage herrscht im Handel mit dem Baltikum und der englischen

Küste. Der Verlust des italienischen Geschäfts hat im Grunde genommen den Kohlenbergbau und vor allem die Durham-Zechen weit mehr getroffen als die Schifffahrt, da diese zumeist anderwärts ausgleichende Beschäftigung fand. Angelegt wurden für Cardiff-Genua 10 s 6 d, -Le Havre 6 s, -Alexandrien 10 s und für Tyne-Hamburg 4 s 9 d. Bemerkenswert ist, daß von Cardiff nach Alexandrien in den ersten 4 Wochen des Oktobers 109300 t zur Verschiffung kamen gegenüber 27500 t im September.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlenförderung 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 auf dem Wasserwege				Wasser- stand des Rheins bei Kaub (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	
Okt. 20.	Sonntag	63 931	—	3 371	—	—	—	—	—	1,88
21.	343 142	63 931	12 813	22 502	—	42 260	40 595	14 514	97 369	1,81
22.	338 916	66 712	12 346	22 903	—	39 913	39 649	16 624	96 186	1,73
23.	351 692	64 829	11 397	22 853	—	39 911	42 277	16 042	98 230	1,70
24.	338 298	64 066	11 876	23 690	—	41 014	56 539	15 246	112 799	1,75
25.	348 752	64 773	12 821	24 331	—	44 766	39 762	17 192	101 720	1,84
26.	335 238	63 724	10 080	24 761	—	40 883	50 455	11 260	102 598	1,84
zus.	2 056 038	451 966	71 333	144 411	—	248 747	269 277	90 878	608 902	
arbeitstäg.	342 673	64 567	11 889	24 069	—	41 458	44 880	15 146	101 484	

¹ Vorläufige Zahlen. — ² Kipper- und Kranverladungen.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen.

bekanntgemacht im Patentblatt vom 17. Oktober 1935.

81e. 1351455. Siemens & Halske AG., Berlin-Siemensstadt. Elektrischer Schütthöhenanzeiger für Behälter. 11. 9. 31.

81e. 1351577. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Verbindung für Stahlbänder in Förderanlagen. 2. 8. 34.

81e. 1351603. Maschinenfabrik und Eisengießerei A. Beien G. m. b. H., Herne. Mitnehmer für Kratzerförderer. 10. 8. 35.

Patent-Anmeldungen.

die vom 17. Oktober 1935 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 21. M. 121412. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., Magdeburg. Scheibenwalzenrost. 18. 10. 32.

1a, 21. M. 122584. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., Magdeburg. Walzenabstreichvorrichtung. Zus. z. Pat. 603341. 20. 1. 33.

1a, 26/20. G. 83967. Alois Gattner, Schweidnitz (Schlesien). Auf Schwingfedern abgestützte Sieb- oder Förderrutsche. 3. 11. 32.

5b, 35/10. M. 124712. Robert Meyer, Mülheim (Ruhr). Kolbenabdruckvorrichtung zur Hereingewinnung von Mineralien, besonders Kohle. 15. 8. 33.

5c, 9/10. W. 94005. Dipl.-Ing. Karl Walter, Beuthen (O.-S.). Nachgiebige Verbindung der aus Profileisen bestehenden Rahmenteile eines Grubenausbaus. 31. 3. 34.

10a, 13. R. 86395. Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke AG., Völklingen (Saar). Retorte oder Kammer aus Metallen oder Legierungen zum Verkoken von Steinkohlen u. dgl. 10. 11. 32.

10a, 15. P. 67192. Prager Eisen-Industrie-Gesellschaft, Prag. Verfahren und Vorrichtung zum Verkoken von Kohle. 8. 3. 33. Tschechoslowakei 12. 11. 32.

10a, 19/01. V. 29370. Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke AG., Gleiwitz, und Dipl.-Ing. Wilhelm Stumpe, Bobrek-

Karf. Vorrichtung zur Innenabsaugung und Gaserzeugung in Kokserzeugungsöfen. 1. 4. 33.

35a, 9/12. H. 126395. Hauhinco, Maschinenfabrik G. Hausherr, E. Hinselmann & Co. G. m. b. H., Essen. Einrichtung zum Aufschieben von Förderwagen auf den Förderkorb. Zus. z. Pat. 557037. 15. 4. 31.

Deutsche Patente.

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

1a (28). 619976, vom 28. 6. 31. Erteilung bekanntgemacht am 19. 9. 35. Ernst Künzel in Köln-Sülz. *Luftsetzmaschine, bei der die Luftpulse durch Auf- und Abbewegen der Setzfläche erzeugt werden.*

Die oberhalb eines an ein Gebläse angeschlossenen, in Abteile geteilten Behälters angeordnete geeignete Setzfläche der Maschine ist um eine Achse schwenkbar, die in unmittelbarer Nähe der Linie der Setzmaschine ortsfest angebracht ist, an der sich die gebildeten Schichten zum Austrag trennen. Dadurch, daß die Setzfläche um die Achse auf- und abwärts geschwenkt wird, werden die von unten her durch die Öffnungen der Setzfläche tretenden Luftströme so geregelt, daß ihr Druck nach dem Austragende der Fläche hin abnimmt. Die Schwenkachse der Setzfläche kann auf einem in senkrechter Richtung schwenkbaren Rahmen befestigt sein, und die bei der Aufwärtsbewegung der Setzfläche entstehende Saugwirkung kann durch Klappenventile ausgeglichen werden.

5b (4120). 619915, vom 10. 1. 32. Erteilung bekanntgemacht am 19. 9. 35. Mitteldeutsche Stahlwerke AG. in Riesa. *Anlage zum Aufschließen von Tagebauen.*

Die Anlage hat senkrecht zur Längsstrosse arbeitende Bagger und eine mit diesen in stetiger Förderverbindung stehende Abraumförderbrücke. Die Fahrwerke der Bagger und der Förderbrücke fahren während des Aufschlusses des Tagebaus auf der Rasensole. Die an der Querstrosse und die neben der Längsböschung liegenden Fahrbahnen

für die Förderbrücke verlaufen dabei senkrecht zur Grabenlängsrichtung, und die Brücke liegt schräg zur Baggerstrosse. Die Förderbrücke kann fernrohrartig ausziehbar sein.

5b (4140). 620240, vom 31. 12. 33. Erteilung bekanntgemacht am 26. 9. 35. Braunkohlen- und Brikett-Industrie AG. — Bubiag — Werksdirektion Mückenberg in Mückenberg, Kreis Liebenwerda. *Abraumgewinnung.*

Bei Tagebauen mit einer Deckgebirgsschicht, die schwere Abbaugeräte, z. B. Abraumförderbrücken, nicht zu tragen vermag, jedoch mit einer Schicht von tragfähigem Boden überdeckt ist, wird die nichttragfähige Schicht freigelegt und teilweise bis unterhalb der Höhenlage der Fahrbahn für die Abbaugeräte abgebaut. Das dabei gewonnene Gut wird abgefördert. Als dann wird auf die Strosse, die in der aus nicht tragfähigem Boden bestehenden Schicht hergestellt ist, der tragfähige Boden der obersten Schicht des Deckgebirges aufgebracht und gegenüber der abgebauten Deckgebirgsschicht angebösch.

5c (8). 620241, vom 9. 2. 33. Erteilung bekanntgemacht am 26. 9. 35. Gutehoffnungshütte Oberhausen AG. in Oberhausen (Rhd.). *Ausbauring aus Baustahl.*

Der aus Segmenten zusammengesetzte Ring hat ein Mantelblech mit umlaufenden Flanschwindeln, einen vollwandigen Mittelsteg und innere Gurtwinkel. Die Segmente des Ringes sind an den Stoßstellen des Mittelsteges durch segmentförmige Blechlaschen verbunden. Diese beanspruchen im Zusammenwirken mit den Laschen der Gurtwinkel die zu ihrer Befestigung an dem Steg dienenden Mittel (Schrauben oder Niete) nur auf Abscheren, wenn durch Ungleichmäßigkeiten im Gebirgsdruck biegende Kräfte auf die Schachtverkleidung einwirken.

5c (920). 620168, vom 7. 1. 34. Erteilung bekanntgemacht am 26. 9. 35. Vereinigte Stahlwerke AG. in Düsseldorf. *Schuh für nachgiebigen Grubenausbau.*

Der an den Enden von gebogenen Ausbauteilen (-segmenten) befestigte Schuh, der sich auf zwischen den Ausbauteilen angeordnete Quetschhölzer aufsetzt, hat ein U-förmiges Profil. Die Schenkel (Flanschen) des Schuhs sind nach der Mittellinie des Profils zu gewölbt und verjüngen sich nach dem freien Ende zu. Die Wölbung der Schenkel ruht auf dem Quetschholz auf. Der Steg des Schuhs kann ebenfalls nach dessen Innenraum hin gewölbt sein.

35a (2202). 620098, vom 16. 12. 32. Erteilung bekanntgemacht am 26. 9. 35. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Sicherheitseinrichtung an Fördermaschinen mit Fahrtregler und nachgiebigem Zwischenstück.*

Für das nachgiebige Zwischenglied der Einrichtung, das eine Abweichung der Istgeschwindigkeit von der Sollgeschwindigkeit der Fördermaschine gestattet, ist eine Vorrichtung zum Begrenzen der Nachgiebigkeit vorgesehen, die in Abhängigkeit von Betriebsgrößen gesteuert wird.

35c (305). 618816, vom 7. 7. 33. Erteilung bekanntgemacht am 29. 8. 35. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse, besonders für Fördermaschinen.*

Der Fahrbremskolben der Bremse trägt schwingbar einen zweiarmigen Hebel, auf dessen einem Arm die Bremsbacke befestigt ist und dessen anderer Arm an einer Stange ein Fallgewicht trägt. Unterhalb des Fallgewichtes ist die Stange gelenkig mit dem einen Arm eines um eine ortsfeste Achse schwingbaren zweiarmigen Hebels verbunden, dessen anderer Arm mit der Kolbenstange des Lüftkolbens der Bremse in gelenkiger Verbindung steht. Die Zylinder des Fahrbremskolbens und des Lüftkolbens der Bremse können achsgleich oder nebeneinander angeordnet sein.

BÜCHERSCHAU.

(Die hier genannten Bücher können durch die Verlag Glückauf G. m. b. H., Essen, bezogen werden.)

Richtlinien für die Verwendung von Lagerwerkstoffen im Bergbau. Im Auftrage des Fachnormenausschusses für Bergbau, Essen, verfaßt von Dipl.-Ing. Dr. E. Schlobach und Dr.-Ing. F. Bussen. 28 S. mit 8 Abb. Berlin 1935, Beuth-Verlag G. m. b. H. Preis geh. 0,50 *M.*

Nach § 12 der Anordnung 26 der Überwachungsstelle für unedle Metalle dürfen Lagerschalen und Lagerschalenfutter mit einem Zinngehalt von mehr als 12% nicht mehr hergestellt werden. Ausnahmen bedürfen einer besonderen Genehmigung. Dem Bergbau wird diese nur für lebenswichtige Maschinen erteilt, und zwar vorläufig für die Zeit bis zum 31. Dezember 1935.

Die Umstellung auf andere Werkstoffe ist somit dringend erforderlich. Von verschiedenen Bergwerksgesellschaften sind zinnarme Lagermetalle schon seit Jahren mit bestem Erfolg angewendet worden. Zur Vermeidung von Fehlschlägen müssen aber die Eigenarten des Austauschwerkstoffes unbedingt berücksichtigt werden. Alle mit der Umstellung zusammenhängenden Fragen sind unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse des Bergbaus in der Schrift zusammengestellt.

Taschenbuch für den Maschinenbau. Von Professor H. Dubbel, Ingenieur, Berlin. Bearb. von Professor Dr.-Ing. H. Baer, Breslau, u. a. In 2 Bdn. 6., völlig umgearb. Aufl. 1. Bd. 818 S. 2. Bd. 902 S. mit Abb. Berlin 1935, Julius Springer. Preis geb. 22,50 *M.*

In der neuen Auflage des bekannten Taschenbuches ist die Einteilung in 2 Bände beibehalten worden, von denen der erste die Grundwissenschaften, Mathematik, Mechanik, die Brennstoffe und ihre technische Verwendung, Werkstoffkunde und Maschinenteile, der zweite die eigentlichen maschinenbaulichen Teile, Dampferzeugungsanlagen, Kraft- und Arbeitsmaschinen mit Kolbenbewegung, Schwungräder, Massenausgleich und Regler, Kondensation, umlaufende Kraft- und Arbeitsmaschinen, Abwärmeverwertung, Rohrleitungen, Kraftwagen, Hebe- und Fördermittel,

Werkzeugmaschinen und Elektrotechnik umfaßt. Eine Reihe neuer Mitarbeiter sind zu nennen: Dipl.-Ing. Bouché (Wälzlager, Zahnräder, Kolbenkompressoren und Kolbenpumpen), Dr. Happach (Nomographie), Professor Gottwein und Dr.-Ing. Reichel (Werkzeugmaschinen), Professor Rosin, Dr.-Ing. Fehling und Dr.-Ing. Kayser (Brennstoffe und ihre technische Verwendung) sowie Professor Thum und Dr.-Ing. Holdt (Werkstoffkunde). Diese Abschnitte haben eine völlig neue Gestaltung, alle ändern eine gründliche Überarbeitung auf den neusten Stand erfahren. Außerdem ist ein Abschnitt über Kraftwagen von Dr.-Ing. Wettstädt aufgenommen worden.

Den Grundsatz, die mathematisch-physikalischen Grundlagen des Maschinenbaus ausführlich zu bringen, während in den baulichen Abschnitten ein allgemein unterrichtender Überblick gegeben wird, der es auch dem fachfremden Ingenieur ermöglicht, sich rasch in einzelne Aufgaben des Sondergebietes einzuarbeiten, hat die neue Auflage beibehalten. Die Erreichung des gesteckten Zieles ist den Verfassern, wie festgestellt sei, durchaus gelungen. Die sorgfältige drucktechnische Ausstattung sowie die zahlreichen, trotz der Taschenbuchform genügend großen und leicht lesbaren Zeichnungen erhöhen den Wert des Buches, das sich in dem neuen Gewande zu seinen alten Freunden zahlreiche neue erwerben wird.

W. Schultes.

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

Agroskin, A. A.: Wärmetechnische Überwachung der Kokerzeugung. (In russischer Sprache.) 2. Aufl. 228 S. mit 154 Abb. Charkow, Staatlicher wissenschaftlich-technischer Verlag der Ukraine. Preis geh. 2 Rbl. 75 Kop.

ASW-Mitteilungen. Sonderheft »Bergbau« der Werkszeitschrift der AG. Sächsische Werke, Dresden. 36 S. mit Abb. und Bildnissen.

Die Preußische Bergakademie Clausthal. Eine Beschreibung ihrer Lehrinrichtungen und Institute. 2. Aufl. 112 S. mit Abb.

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.

Columbium and tantalum. Von Balke. Ind. Engng. Chem. 27 (1935) S. 1166/69. Behandlung der Erze und Gewinnung der Metalle aus ihnen. Eigenschaften von Tantal und Columbium. Verwendungsmöglichkeiten für Tantal. Tantalkarbid.

Die Diluvialstratigraphie der mittlern Saar sowie allgemeine Bemerkungen zur Schotteranalyse. Von Rücklin. Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 2 91 (1935) S. 1/98*. Schichtenlage. Terrassenpunkte. Geröllbestand der Terrassen. Die alten Saarläufe. Die Saarterrassen im Merziger Becken. Betrachtungen zur Schotteranalyse.

Geologische Beobachtungen im Siebengebirge. Von Berg. Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf. 91 (1935) S. 99/134*. Mitteilung neuer Beobachtungen über die im Siebengebirge vorkommenden Eruptivgesteine.

Les sources thermales d'Aix-les-Bains. Von Schneider. Ann. Mines France 8 (1935) H. 7, S. 5/64*. Geologischer Aufbau der Umgebung. Ältere und neue Messungen der Ergiebigkeit der Quellen. Beziehungen zwischen den beiden Quellen. Chemische Bestandteile im Quellwasser. Schutz der Alaunquelle. (Forts. f.)

Pollen und Sporen als Leitfossilien der Braunkohlenflöze. Von Potonié. Braunkohle 34 (1935) S. 681/85*. Gegenüberstellung der Mikrofossilien-Gesellschaften eoziäner, mioziäner und plioziäner Braunkohlen. Stratigraphische Bedeutung. Schrifttum.

Notes sur les anciens travaux miniers des Vosges. Von Thirion. Mines Carrières 14 (1935) H. 156, S. 5/6*. Geologische Karte der herzynischen Vogesen mit den wichtigsten Erzvorkommen. Der Bergbau im 16. bis 18. Jahrhundert.

Heutige Meeresablagerungen als Grundlagen der Beurteilung der Ölmuttergesteinsfragen. Von Krejci-Graf. (Forts.) Kali 29 (1935) S. 205/07*. Umbildung der organischen Substanz im Niggli-Beckeschen Tetraeder. (Schluß f.)

Bergwesen.

Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute. Glückauf 71 (1935) S. 1012/13. Bericht über die auf der Tagung in Godesberg gehaltenen bergmännischen Vorträge.

Några riktlinjer för besparingsåtgärder vid gruvdrift. Von Fredenberg. Jernkont. Ann. 119 (1935) H. 8 1/2, S. 84/155*. Richtlinien für Ersparungsmaßnahmen im Grubenbetrieb. Kostennachweisungen. Untersuchungs- und vorbereitende Arbeiten. Abbau und Zeitstudien, Förderung, Aufbereitung, Kraft- und Maschinenwirtschaft. Erfahrungs- und Meinungsaustausch.

The Cam and Motor gold mines. Von Burnett. Min. Mag. 53 (1935) S. 201/13*. Bericht über die in dem genannten Goldbergwerk Süd-Rhodesiens heute gebräuchlichen Abbaufahren. Aufbereitungsanlagen für die Golderze.

Mining at an Ontario gold property. Von Megill. Min. Mag. 53 (1935) S. 245/50*. Schachtabteufen, Abbau- und Ausbaufahren, Wasserhaltung usw.

Beschleunigter Streckenvortrieb in den Anden von Peru. Von Lewien. Glückauf 71 (1935) S. 1011/12. Anordnung der Vortriebsarbeiten. Erfahrungen und Leistungen.

Die Bestimmung der wirtschaftlichsten Kammerlänge im Kalibergbau in Abhängigkeit von der Schrapperleistung. Von Vogeno. (Forts.) Kali 29 (1935) S. 203/05*. Wirtschaftliche Folgerungen. Kostengestaltung bei abgestufter Vortriebsgeschwindigkeit. (Schluß f.)

Nach Lotabweichung und Richtung orientierte tiefe Schrägbohrungen auf amerikanischen Erdölfeldern. Von Stein. Ölu. Kohle 11 (1935) S. 77/80*. Beschreibung einiger bemerkenswerter Schrägbohrungen.

Förbilligad diamantborrning genom ny maskin. Von Rothelius. Tekn. T. 65 (1935) Bergsvetens-

kap, S. 73/79*. Beschreibung einer neuen Diamantbohrmaschine. Handhabung und Wartung im Betrieb. Die Bohrkronen und ihre Kosten. Betriebserfahrungen.

Salt, pioneer chemical industry of the Kanawha Valley. Von Crawford. Ind. Engng. Chem. 27 (1935) S. 1109/13*. Beginn der Salzgewinnung. Die erste Bohrung zur Förderung von Sole. Verbesserungen im Bohrbetrieb. Vorkommen von Naturgas und Petroleum in den Bohrungen. (Forts. f.)

Neue explosions sichere Absperrungen für Bauabteilungen. Von Palisa. Bergbau 48 (1935) S. 313/16*. Beschreibung verschiedener Ausführungen von Sperren für druckfreie und druckhafte Strecken.

Die maschinenmäßige Zwischenförderung in Steinkohlengruben. Von Glinz. (Schluß.) Glückauf 71 (1935) S. 1005/11*. Einfluß der Betriebsführung auf die Wirtschaftlichkeit der Zwischenförderung. Zusammenhänge zwischen der Planung des Großbaubetriebspunktes und der Wirtschaftlichkeit der Zwischenförderung.

Underground haulage at Moorfield Colliery. Von Chapman. Iron Coal Trad. Rev. 131 (1935) S. 585/87*. Beschreibung einer bemerkenswerten Streckenförderanlage am endlosen Unterseil. Einzelheiten des Antriebes.

Abhängigkeit der Ausgasung von petrographischer Gefügezusammensetzung und Inkohlungsgrad bei Ruhrkohlen. Von Hoffmann. Glückauf 71 (1935) S. 997/1005*. Untersuchungsverfahren. Nachweis der Abhängigkeit der Ausgasung von der Inkohlung und der petrographischen Gefügezusammensetzung. Methanentwicklung in den verschiedenen Kohlenarten. Rolle des Fusits.

Der Verlauf der Silikose bei den Gesteinhauern des Ruhrgebiets nebst Mitteilung über die bisherigen Beobachtungen an Gesteinhauern mit Arbeitswechsel hinsichtlich der Weiterentwicklung der Silikose. Von Reichmann und Schürmann. Zbl. Gewerbehyg. 22 (1935) S. 121/32. Statistische Erhebungen. Untersuchungsergebnisse im Laufe der Nachuntersuchungen. Prüfung schwerer Silikosefälle.

Die ältesten Dokumente deutschen Markscheidewesens. Von Kirnbauer. Montan. Rdsch. 27 (1935) H. 20, S. 1/6*. Beschreibung der ältesten österreichischen Grubenkarte, die den Goldbergbau Grakofel bei Steinfeld in Kärnten wiedergibt.

Magnetometric surveying. Von Happé. Min. Mag. 53 (1935) S. 217/19*. Besprechung eines graphischen Verfahrens zur Auswertung magnetischer Messungen.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Sonderfragen kleiner Dampfkraftwerke. Von Aschner. Wärme 58 (1935) S. 671/76*. Elektrizitätswirtschaftliche Grundlagen. Maschinenhaus- und Kesselhausausrüstung.

Der Velox-Dampferzeuger und seine Anwendung in Hüttenwerksbetrieben. Von Noack. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1086/91*. Kennzeichen und Zweck der Bauart. Verdampferelemente und Überhitzerrohre. Verdichter der Ladegruppe. Angaben über Wirkungsgrade und Raumbedarf.

Die Verhütung der Rauch- und Flugstaubbildung durch zweckmäßige Gestaltung der Feuerführung und der Feuerungsanlage mit besonderer Berücksichtigung der Zechenbetriebe. Von Presser. Bergbau 48 (1935) S. 309/13*. Ursachen der Flugstaubbildung. Erörterung der Verhältnisse bei verschiedenen Feuerungen und Brennstoffen. Überblick über die zurzeit zu Gebote stehenden Mittel für die Bekämpfung von Rauch- und Rußbelästigungen.

Berechnung des I-H_u-t-Diagramms der Brennstoffe aus neuen statistischen Gleichungen. Von Boie. (Schluß.) Wärme 58 (1935) S. 678/82*. Dissoziation der Rauchgase. Berechnung des Diagramms für Rauchgase und für Brennstoffe.

Colliery power plant. Von Ingham. Colliery Guard. 151 (1935) S. 671/72*. Besprechung häufiger vorkommender Fehler bei der Herstellung und Verwendung von Bolzen an Dampf-, Gas- und Olmaschinen. Abhilfemaßnahmen.

Siebversuche mit getrockneter Braunkohle auf einem Siebrost und auf einem Schwingsieb. Von Kühn. Braunkohle 34 (1935) S. 665 und 685*. Kör-

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Kartezwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 \mathcal{A} für das Vierteljahr zu beziehen.

² Diese Zeitschrift führt künftig den Obertitel »Decheniana«.

nungscharakteristiken. Ergebnisse der Versuche mit den verschiedenen Siebarten.

Lubrication of anti-friction bearings. Von Clower. Iron Age 136 (1935) H. 14, S. 14/17, 86 und 88*. Beispiele für das zweckmäßige Schmieren von Kugel- und Rollenlagern zur Verminderung der Reibung. Anforderungen an gute Schmiermittel. Faktoren, welche die Schmierung beeinflussen.

Elektrotechnik.

Der Schweißumspanner. Von Küchler. Elektrotechn. Z. 56 (1935) S. 1149/51*. Erörterung der baulichen Gestaltung. Untersuchung des Leerlauf-, Kurzschluß- und Belastungsfalles.

Stromrichter für Hochstromanlagen. Von Baudisch und Leukert. Elektrotechn. Z. 56 (1935) S. 1141/43*. Betriebsbedingungen in Hochstromanlagen. Wirtschaftlichkeit von Großstromrichteranlagen. Grundschaltung und Gittersteuerung. (Schluß f.)

Hüttenwesen.

Sjunkboxen och dess betydelse vid ett stål-göts tillverkning. Von Wohlfahrt. Jernkont. Ann. 119 (1935) H. 8^{1/2}, S. 24/83*. Bericht über die Ergebnisse eingehender neuer Untersuchungen der Lunkerbildung in Stahlgußblöcken. Schrifttum. Aussprache.

Notes on copper refinery furnace firing and refractories. Von Robson. Bull. Inst. Min. Met. 1935, H. 373, S. 1/8*. Vorteile der Beheizung der Öfen mit Staubkohle. Brenner für Kohlenstaub. Abhitzeverwertung. Vorzüge des neuen Ofenbaus.

Chemische Technologie.

Electrical conductivity of coke. Von Davis und Auvil. Ind. Engng. Chem. 27 (1935) S. 1196/200*. Prüfvorrichtung. Faktoren, welche den elektrischen Widerstand von gebrochenem Koks beeinflussen. Besprechung der Prüfergebnisse.

Gum deposits in gas distribution systems. Von Jordan, Ward und Fulweiler. (Schluß.) Ind. Engng. Chem. 27 (1935) S. 1180/90*. Absorption von reinem Stickoxyd durch Eisensulfid. Betriebsmäßiges Verfahren zur Stickstoffoxyd-Entfernung. Wiederbelebung des verwendeten Eisensulfids. Die angebliche Unempfindlichkeit gewisser Anlagen gegen die Abscheidung von Harz.

Chemie und Physik.

Variables in coal sampling. Von Morrow und Proctor. (Schluß.) Colliery Guard. 151 (1935) S. 665/66. Einheitsverfahren zum Probenehmen von Kohlen. Genauigkeit bei Großproben und kleinen Proben.

Wirtschaft und Statistik.

Hamburg als Zentrum der deutschen Mineralölwirtschaft. Von Friedrich. (Forts.) Petroleum 31 (1935) H. 40, S. 11/18*. Das hamburgische Versorgungsnetz. Rückwirkungen der Mineralölwirtschaft auf das übrige Wirtschaftsleben. Einflüsse der Autarkiebestrebungen auf die Stellung Hamburgs als Ölstadt. (Schluß f.)

Der Übergang von der Steinkohle zur Braunkohle in der mitteldeutschen Elektrizitätswirtschaft während des Weltkrieges. Von Haubner. (Schluß.) Braunkohle 34 (1935) S. 671/74*. Stickstoffwerke auf Braunkohlengrundlage. Umstellung der Elektrizitätswirtschaft auf Braunkohle. Schrifttum.

British fuel policy. Von Cadman. Colliery Guard. 151 (1935) S. 663/64. Iron Coal Trad. Rev. 131 (1935) S. 594. Abnehmender Kohlenverbrauch und steigender Ölverbrauch. Regierungsmaßnahmen zur Regelung seit 1920. (Schluß f.)

British coal mining in 1934. (Schluß.) Colliery Guard. 151 (1935) S. 667/69. Neue Beleuchtungsvorschriften für den Steinkohlenbergbau. Schlagwetteranzeiger für Bergleute. Forschungsarbeiten. Rettungsgeräte. Ausbildung Jugendlicher. Prüfungsvorschriften für Grubenbeamte.

Verkehrs- und Verladewesen.

Die elektrischen Triebfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn. Von Ganzemüller. Z. VDI 79 (1935) S. 1233/37*. Überblick über die Entwicklung der elek-

trischen Lokomotiven. Beschreibung der drei wichtigsten Bauarten der Reichsbahn. Die neuen Oberleitungstriebwagen für Vollbahnen.

P E R S Ö N L I C H E S .

Der bisher im Reichswirtschaftsministerium auftragsweise beschäftigte Bergassessor Dr.-Ing. Walter Günther ist dem Bergrevier Dortmund 2 überwiesen worden.

Beurlaubt worden sind:

der Bergassessor Rensing vom 1. November an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Beschäftigung bei der Reichsanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung in Berlin,

der Bergassessor Fox vom 20. Oktober an auf ein weiteres Jahr zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Preußischen Bergwerks- und Hütten-AG., Kaliwerk Staßfurt,

der Bergassessor Dr. Schensky vom 1. Oktober an auf weitere drei Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Gewerkschaft Messel in Grube Messel bei Darmstadt,

der Bergassessor Brüggemann vom 15. Oktober an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Wintershall AG., Erdölwerke Nienhagen,

der Bergassessor Dr.-Ing. Fries vom 16. November an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit als Bergbausachverständiger beim Landesfinanzamt Schlesien in Breslau,

der Bergassessor Goebel vom 1. November an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Bergwerksgesellschaft Hibernia AG., Zeche Shamrock 1/2 in Herne,

der Bergassessor Micke vom 1. November an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Preußischen Bergwerks- und Hütten-AG., Berginspektion Rüdersdorf, Zweigniederlassung in Rüdersdorf bei Berlin.

Dem Bergassessor Hartmann beim Bergrevier Aachen ist zwecks Übernahme einer Stellung bei der Gewerkschaft Carolus Magnus in Palenberg die nachgesuchte Entlassung aus dem Staatsdienst erteilt worden.

Der Bergwerksdirektor Bergrat a. D. Dr.-Ing. von Marées in Hamm, bisher Bergbaudezernent und Prokurist in der Hauptverwaltung der Deutschen Continental-Gesellschaft in Dessau, ist am 1. Oktober aus deren Diensten geschieden, jedoch im Grubenvorstand der Gewerkschaft Westfalen und im Aufsichtsrat der Niederrheinischen Braunkohlen-Werke AG. verblieben¹.

Der Regierungsbergrat Mauersberger vom Bergamt Leipzig ist in die Ministerial-Abteilung für das Bergwesen des Sächsischen Wirtschaftsministeriums versetzt worden.

Ernannt worden sind:

der Bergdirektor Dipl.-Ing. Focke in NeustädteI zum Vorstand und Betriebsleiter der neu gebildeten Gewerkschaft Schneeberger Bergbau,

der Bergverwalter Dr.-Ing. Bornitz von Oberhohndorf bei Zwickau zum Vorstand und Betriebsleiter der neu gebildeten Gewerkschaft Halsbrücker Bergbau in Halsbrücke.

Angestellt worden sind:

der Dipl.-Ing. Nickel als Betriebsdirektionsassistent und Vertreter des Betriebsdirektors bei den Witznitzer Kohlenwerken,

der Maschinenoberingenieur Krisch als Betriebsbeamter bei der Braunkohlenwerk Borna AG. in Lobstädt, der Bergingenieur Heine als Betriebsleiter bei dem Anthrazitwerk »Glückauf« Hillert, Stock & Co. in Schönfeld (Erzgeb.),

der Dipl.-Ing. Gerlach als Aufseher der Brikettfabrik bei dem Braunkohlenwerk Kraft 2 in Deutzen,

¹ Richtigstellung der Mitteilung auf S. 896 der Zeitschrift.

der Dipl.-Ing. Frotscher aus Plauen als Betriebsassistent und Stellvertreter des Betriebsleiters bei der Gewerkschaft Halsbrücker Bergbau in Halsbrücke.

Ausgeschieden sind:

der Bergdirektor Dipl.-Ing. Schwartz beim Erzbirgischen Steinkohlen-Aktienverein in Zwickau, der Dipl.-Ing. Schmitt, stellvertretender Betriebsleiter der Brikettfabrik beim Braunkohlenwerk Kraft 2 in Deutzen.

Gestorben:

am 22. Oktober in Köln der Generaldirektor a. D. Bergassessor Dr.-Ing. eh. Stanislaus Klemme im Alter von 78 Jahren,

am 27. Oktober in Dortmund der beim Oberbergamt in Dortmund beschäftigte Bergrat Hans Bergmann im Alter von 33 Jahren.

Gustav Wegge †.

Am 16. Oktober 1935 verschied auf Haus Buschfeld bei Liblar der Nestor des rheinischen Braunkohlenbergbaus, Generaldirektor Dr.-Ing. eh. Gustav Wegge. Ein an Arbeit und an Erfolgen reiches Leben hat damit seinen Abschluß gefunden.

Der Entschlafene, ein Sohn der Roten Erde, wurde am 11. Mai 1866 in Lütgendortmund geboren, studierte nach dem Besuch der Gymnasien zu Dortmund und Waldenburg an den Bergakademien Berlin und Clausthal Bergwissenschaften und legte im Jahre 1890 die Prüfung als Diplom-Bergingenieur ab. Er war zunächst im Steinkohlenbergbau tätig und übernahm dann am 1. April 1893 die Leitung der Gewerkschaft Roddergrube in Brühl. Nach der 1908 erfolgten Umwandlung dieser Keimzelle des heutigen Braunkohlenkonzerns Roddergrube in eine Aktiengesellschaft wurde er in deren Vorstand berufen. Am 1. Januar 1919 übernahm er als Generaldirektor den Vorsitz im Vorstände; am 4. April 1934 legte er ihn nieder und trat in den Aufsichtsrat über.

Gustav Wegge gehört zu den Männern, die mit vorausschauendem Blick und mit schöpferischer Gestaltungskraft den rheinischen Braunkohlenbergbau sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher und organisatorischer Hinsicht in die richtigen Bahnen geleitet haben. Seiner außergewöhnlichen Schaffenskraft ist es zu verdanken, daß die von ihm geleiteten Werke, was technische Ausstattung und Leistungsfähigkeit angeht, mit an erster Stelle im deutschen Braunkohlenbergbau stehen. Er hat zuerst ein neues Verfahren in der Kohलगewinnung auf der Roddergrube ausgebildet, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kohlenbaggerfront um einen in der Nähe des Fußes der schiefen Ebene gelegenen festen Drehpunkt geschwenkt wird. Dieses Verfahren ist für den Kohlenabbau im ganzen rheinischen Braunkohlenbezirk richtunggebend gewesen. Sein Unternehmungsgeist war ferner die Triebfeder zur Einführung der elektrischen Großraumförderung, die zuerst auf der Grube Berrenrath und in Verbindung mit Schrägaufzügen auf der Grube Vereinigte Ville zur Ausführung gelangt ist. Auch die technische Lösung anderer Aufgaben des Großtagebaubetriebes, wie z. B. die Nutzbarmachung der Abraumförderbrücke für die rheinischen Verhältnisse in Gestalt des Brückenkelbagger, ist seiner Anregung zu verdanken. Alle diese betrieblichen Neuerungen haben eine erhebliche Leistungssteigerung, Vereinfachung und Übersichtlichkeit in der Kohlenförderung zur Folge gehabt.

Der Name Gustav Wegges wird aber nicht nur als der eines hervorragenden Ingenieurs und Wegbahners der Braunkohlentechnik weiterleben, sondern auch als der eines weitblickenden Kaufmanns und umsichtigen Verwalters des ihm anvertrauten Unternehmens. Darüber hinaus hat er die allgemeine wirtschaftliche und organisatorische Entwicklung des rheinischen Braunkohlenbergbaus maßgebend beeinflusst. So zählte er zu den Gründern des im Jahre

1893 ins Leben gerufenen Vereins für die Interessen der Rheinischen Braunkohlen-Industrie E. V. in Köln, in dem er 25 Jahre den stellvertretenden Vorsitz und seit 1933 den Vorsitz innehatte. Im Beirat des Braunkohlen-Briket-Verkaufs-Vereins Köln, dem er vom Jahre 1904 an angehörte, sowie in dem aus dieser Gesellschaft hervorgegangenen Rheinischen Braunkohlen-Syndikat stellte er seit dem März 1914 als stellvertretender Vorsitzender und vom September 1933 an als Vorsitzender des Aufsichtsrats seine reichen Erfahrungen für die Förderung der allgemeinen Belange des rheinischen Braunkohlenbergbaus zur Verfügung.

Seit 1920 gehörte Wegge auch dem Vorstand des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks in Essen an, mit dem die Roddergrube AG. seit jener Zeit in Interessengemeinschaft verbunden ist. Ferner war er im Aufsichtsrat einer Reihe namhafter Braunkohlengesellschaften. Als Mitglied des Hauptausschusses des Technisch-wirtschaftlichen Sachverständigenausschusses für Kohlenbergbau beim Reichskohlenrat arbeitete er mit an den allgemeinen wirtschaftlichen Aufgaben des deutschen Bergbaus. Für die Lösung der sozialen Aufgaben des Gesamtbezirks hat er sich jahrelang in den Vorständen der Knappschafts-Berufsgenossenschaft und der Knappschaft eingesetzt.

An sich selbst legte Wegge den strengsten Maßstab, aber er verlangte auch als Gefolgschaftsführer von seinen Beamten und Arbeitern den vollen Einsatz ihrer Person für das Wohl des Betriebes. Als vornehmste Aufgabe des Führers betrachtete er es, für die ihm anvertraute Gefolgschaft zu sorgen, und so war er stets bestrebt, die sozialen Einrichtungen weiter auszubauen.

Seine Leistungen auf dem Gebiete der Braunkohlentechnik und der Wirtschaftsführung wurden im Jahre 1922 von der Bergakademie Clausthal durch die Verleihung der Würde des Doktor-Ingenieurs geehrt. Am 1. April 1934 konnte Wegge die 50. Wiederkehr des Tages feiern, an dem er auf der Zeche Zollern seine erste Bergmannsschicht verfahren hatte. In Anerkennung der hervorragenden Verdienste, die er sich in mehr als 40jähriger Arbeit um die Entwicklung des rheinischen Braunkohlenbergbaus erworben hat, ist er nach seinem Ausscheiden aus den Ämtern, die er in den verschiedenen Verbänden des Bergbaus bekleidete, am 31. Juli 1935 von der Bezirksgruppe Rheinland der Fachgruppe Braunkohlenbergbau zu ihrem Ehrenmitglied ernannt worden.

Während des Weltkrieges stand Wegge als Hauptmann der Landwehr im Felde. Sein ältester Sohn starb den Tod für das Vaterland.

Die Grundzüge des Wesens Gustav Wegges waren Schlichtheit und starker Arbeitswille, gepaart mit Klugheit und steter Hilfsbereitschaft für seine Mitmenschen. So wird die Erinnerung an diese ausgeprägte Persönlichkeit in vieler Herzen lebendig bleiben.

Oellerich.

