GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

zeitweilig zugleich

DER BERGBAU

Zeitschrift des Vereins Deutscher Bergleute im NSBDT. und folgender Verbände:

Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen • Technischer Überwachungs-Verein Essen • Bezirksgruppen Steinkohlenbergbau Ruhr, Aachen, Saar, Oberschlesien, Niederschlesien, Mitteldeutschland und Niedersachsen der Wirtschaftsgruppe Bergbau • Bezirksgruppe Siegen der Wirtschaftsgruppe Bergbau • Schriftwalter: Bergassessor C. POMMER, für den wirtschaftlichen Teil Dr. H. MEIS, Essen; Schriftwaltung für Schlesien: Professor Dr.-Ing. O. SPACKELER, Breslau, für Südosteuropa Dr. I. K. TURYN, Wien

Heft 49/50 | Essen, 11. Dezember 1943 | 79. Jahrgang

Seite

MICHAELIS, Paul: Sammlung und Aufbereitung gebrauchter Schmier- und Isolieröle 549

BURGHOLZ, Rudolf: Zur Frage der Verwendung von Lichttelephoniegeräten im Bergbau 555

TRÜMPELMANN, Erich: Neue Wege bei der Kohlenaufbereitung in Schwerflüssigkeiten. (Schluß.) . . 559

UMSCHAU: Die Erhaltung der Arbeitsdisziplin . . . 566

WIRTSCHAFTLICHES: Die Eisenerzförderung der Ver. Staaten von Amerika im Jahre 1942 — Die Schwefelgewinnung der Welt 1942 — Die Lebensdauer der britischen Kohlenvorkommen — Die Eröffnung der Petschora-Bahn — Italienische Kriegsgefangene im britischen Bergbau — Ein neuer Kommissar für die britische Kohlenförderung . . . 566

Patentbericht, Bücherschau 567

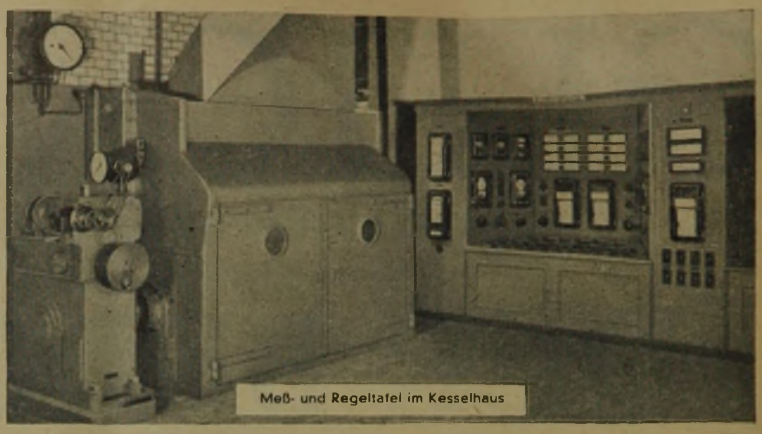
Persönliches 568

VDB.-Nachrichten 568

SIEMENS
MESSTECHNIK

Wärmetechnische
Meß- und Regelgeräte

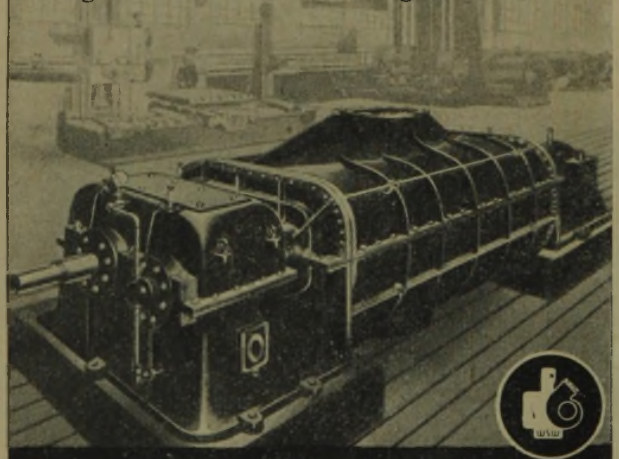
Kesselregler
Wärmewarten


Meß- und Regeltafel im Kesselhaus

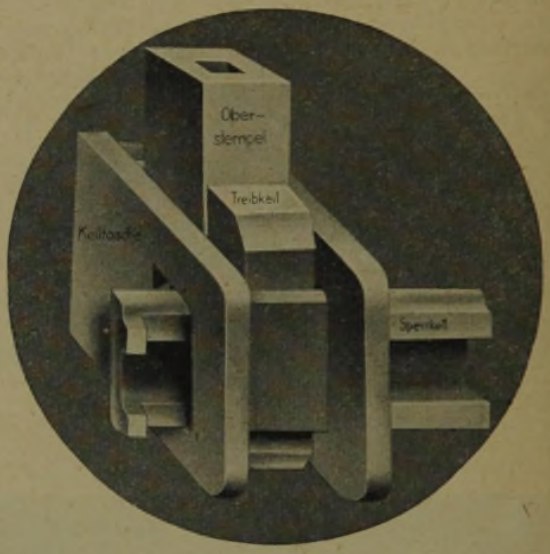
SIEMENS & HALSKE AG

Cal 7.02 5

WSW
DREHKOLBENGEBLÄSE
UND GASSAUGER
auf modernsten Werkzeugmaschinen entstanden,
verkörpern Fortschritt · Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit



GEBR. WINKELSTRÄTER, MASCHINENFABRIK
WUPPERTAL TELEFON-SAMMEL-NR. 56011



Stahlstempel
Bauart Buschmann
Wir liefern kurzfristig unsere 10 000fach bewährten Stahlstempel
Geringes Eigengewicht - Materialeinsparung - Hohe Nutzlasten
Firma Alfred Buschmann
Bergwerksbedarf-Apparatebau
Verkaufsbüro Essen: Semperstraße 2, Ruf 3 28 15.
Vertretungen: Oberschlesien: Obering. A. Schweinitz, Beuthen, Wilhelmstr. 7.
Saargebiet: Eug. Jungblut, Saarbrücken 2, Hermannstädterweg 1.

Raubwinden
für den Bruchbau und zum Ausbau von Strecken

GD
GEWERKSCHAFT DÜSTERLOH
BOCHUM

GLÜCKAUF
Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift
zeitweilig zugleich
DER BERGBAU

Heft 49/50 Essen, 11. Dezember 1943 79. Jahrgang

Sammlung und Aufbereitung gebrauchter Schmier- und Isolieröle.

Von Dr. Paul Michaelis, Chemiker des Steinkohlenbergwerks Heinrich Robert AG., Herringen.

Die ausreichende Versorgung der Industrie mit geeigneten Schmiermitteln ist eine notwendige Vorbedingung für die Aufrechterhaltung ihrer Leistungsfähigkeit und gewinnt daher gerade in heutiger Zeit besonders an Bedeutung. So spielt sie eine grundlegend wichtige Rolle im Bergbau, der mit der fortschreitenden Mechanisierung des Abbaus sowie mit der Weiterentwicklung der Aufbereitung und Veredlung der Kohle in immer größere Abhängigkeit von dem störungsfreien Gang und damit von der sachgemäßen Wartung seiner maschinellen Einrichtungen geriet. Aber auch beim Einsatz der Schmiermittel ist Sparsamkeit, durch Messung und Überwachung des spezifischen Verbrauchs in den Betrieben angeregt und gefördert, das dringende Gebot der Stunde. In erster Linie ist durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, daß die Vergeudung, Verwechselung und vermeidbare Verschmutzung der Schmiermittel unterbleiben; daneben sind Schmiereinrichtungen und Schmierstellen laufend sauber zu halten. Zur besseren Ausnutzung der verfügbaren Rohöle müssen die auf Friedensverhältnisse zugeschnittenen Mindestanforderungen an den üblichen Ölen auf ein der Zeit und dem Zweck entsprechendes Maß zurückgeführt und Destillate überall dort verwandt werden, wo sich Raffinate als entbehrlich erweisen. Für die Frischölschmierung, beispielsweise von Zylindern, haben sich Emulgieröle in vielen Fällen ausgezeichnet bewährt; daneben können Kolloidgraphitschmiermittel zur Einsparung von Öl und zur Schonung der Maschinen beitragen. Für den Bergbau liegt die Aufgabe nahe, den sinnvollen Austausch von Mineralölerzeugnissen gegen Öle und Fette aus Teerdestillaten und deren Kondensations- und Polymerisationsverbindungen zu unterstützen. Schließlich steht uns in der Altölsammlung und Altölaufbereitung ein schon bekannter Weg zur fühlbaren Erleichterung unserer Versorgungslage offen. Dabei sind diese Maßnahmen auch in Friedenszeiten lohnend, jetzt aber ein wichtiger Beitrag zur Einsparung von Neuölen und daher aus volks- und wehrwirtschaftlichen Gründen geboten.

Allgemeine Fragen der Altölsammlung und Altölaufbereitung.

Ölverschmutzung — Ölalterung.

Bekanntlich erfüllen die für Schmier- und Isolierzwecke eingesetzten Öle nur eine bestimmte Zeit mengen- und gütemäßig ihre Aufgabe einwandfrei und müssen danach ergänzt oder sogar ausgewechselt werden. Diese beschränkte Betriebsdauer der Gebrauchsöle sagt nichts über ihre eigentliche Lebensdauer aus, da die abgestoßenen Altöle nur in Ausnahmefällen — beispielsweise durch einen Brand — derart verändert sind, daß ihre Wiederverwendung auch nach gründlicher Aufbereitung nicht mehr in Frage kommt. Die Betriebsdauer richtet sich zunächst nach der Verwendungsart des Schmiermittels. Dieselmotorenöle, Dampfzylinder- und Dampfturbinenöle unterliegen namentlich einer starken Wärmebeanspruchung, erstere dazu noch dem verstärkten Angriff des Luftsauerstoffs, die übrigen der gleichzeitigen Emulsionsbildung mit Wasser. Bei Transformatorenölen kommen außerdem elektrische Einflüsse zur Geltung. Die einfachen Maschinenöle, die eigentlichen Achsen-, Getriebe- und Lagerschmieröle arbeiten normalerweise bei niedrigen Temperaturen, also überwiegend unter rein mechanischer und damit schwächerer Belastung, soweit man sie nicht als Umlauföle immer wieder erneut in Anspruch nimmt. In jedem Falle bedingt der Schmiervorgang einen Schmiermittelverbrauch, und zwar dadurch, daß die Öle und Fette zum Teil unausgenutzt aus dem Prozeß verschwinden, d. h. aus der Schmierstelle abtropfen oder von einem Medium, wie Luft, Gas oder Dampf, fortgeführt werden; daneben sind sie auch der eigentlichen Abnutzung, einem gewissen Verschleiß unterworfen.

In zweiter Linie bestimmt daher die Empfindlichkeit des Öles überhaupt oder für den besonderen Zweck maßgebend seine Betriebsdauer, so daß seine Verwendungsart und Beschaffenheit, durch die chemische Zusammensetzung und den Verarbeitungsgang bedingt sowie durch seine analytischen und physikalischen Kennwerte zum Ausdruck gebracht, möglichst weitgehend miteinander harmonieren müssen. Beispielsweise sprechen Öle mit hohem Gehalt an ungesättigten Verbindungen auf die Einwirkung des Sauerstoffs leichter an und bedürfen einer betont vorsichtigen Behandlung bei der Aufarbeitung. Daneben sind Flammpunkt und Zähigkeit mit der Wärme- und Druckbelastung in Einklang zu bringen.

Das Maß für den Betriebszustand eines Gebrauchsöles ist sein Verschmutzungs- und Alterungsgrad. Der Ölverschmutzung (Tafel 1) liegen rein physikalische Vorgänge zugrunde. Sie wird von aufgeschlämmten oder emulgierten Substanzen, wie Staub, Rost, Sand, Metallabrieb, Fasern, Kohle und Wasser, hervorgerufen, die von außen her in das Öl gelangt sind. Die festen Fremdstoffe geben sich auf Glas als Schlieren und mittels der sogenannten Fettfleckprobe, bei der man einen Tropfen des zu prüfenden Öles auf Filterpapier verlaufen läßt und in diesem Falle mit Benzol auswäscht, als dunkle Stelle ebenso einfach wie anschaulich zu erkennen. Die im Öl gelösten Fremdstoffe beeinträchtigen sein Aussehen meist weniger. In Frage kommen Vertreter aller drei Aggregatzustände, wie Schwefelwasserstoff im Schmieröl der Kokereigassauger, Wasser im Transformatorenöl, Kraftstoff in Motorenölen und Naphthalin im Gaskompressoröl. Schmierölverdünnung setzt Viskosität und Flammpunkt herab; Feuchtigkeit vermindert die dielektrische Festigkeit der Isolieröle; chemisch korrodierend wirkende Bestandteile greifen Metalle an und rufen daher Anlauffarben bis Schwärzung auf einem Kupferblech hervor, das man in dem betreffenden Öl erhitzt (Korrosionsprobe).

Obwohl diese Fremdstoffe nach Art und Menge durch chemischen oder mechanischen Metallverschleiß den Schmiervorgang mit der Zeit derart stören können, daß schließlich Ölwechsel vorgenommen werden muß, so bedeuten sie normalerweise für das Öl selbst nur eine äußerliche Verschmutzung, also keine Substanzveränderung. Dagegen versteht man unter der Alterung von Ölen (Tafel 1) ihre allmähliche innere Zersetzung als Folge chemischer Reaktionen, die sich in und mit ihnen und bei Isolierölen unter dem gleichzeitigen Einfluß des elektrischen Feldes abspielen. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um den Angriff von Luftsauerstoff, um Oxydationsvorgänge, deren Richtung und Geschwindigkeit, an der Menge der Alterungsstoffe je Betriebszeiteinheit gemessen, durch die Ölzusammensetzung, die Konzentrationsverhältnisse, die Temperatur, den Druck und durch die Gegenwart von Katalyten bedingt werden. Naturgemäß sind die labilen Anteile der thermisch stark beanspruchten Verbrennungsmotorenöle, der Turbinen-, Kompressor- und Transformatorenöle, der Oxydation bevorzugt ausgesetzt. Über Sauerstoffanlagerung und Reaktionszwischenstufen bilden sich Säuren, und zwar hauptsächlich Fettsäuren, die bei ausreichender Konzentration durch Metallauflösung zu kolloidal verteilten und danach ausflockenden verseifbaren

Verbindungen führen. Mit der Versäuerung des Öles geht wieder unter dem Einfluß von Luftsauerstoff, Wärme, Licht und katalytisch wirksamem Metall, wie Eisen, Kupfer und Blei, die Entstehung von hochmolekularen Substanzen und Wasser durch Polymerisations- und Kondensationsvorgänge Hand in Hand. Als Alterungsprodukte — vornehmlich von Ringkohlenwasserstoffen[1] — treten Harze, Asphaltharze (= Weichasphalt) und endlich Asphaltene (= Hartasphalt) von wechselnder und verwickelter Zusammensetzung auf, Stoffe, die beim Überschreiten der Löslichkeitsgrenze mit den Metallseifen zusammen im Öl ausfallen und als Schlamm absinken. Nebenher erfolgt — wie das Beispiel des Dieselschmieröls lehrt — bei hohen Temperaturen eine Krackung von Ölbestandteilen unter Gasentwicklung bis zur Abscheidung von Ölruß.

Tafel 1. Ölverschmutzung — Ölalterung.

I. Ölverschmutzung — normalerweise ohne Beeinflussung des eigentlichen Öles — durch Aufnahme von
1. mechanisch aufschlämmbaren und emulgierbaren Fremdstoffen, und zwar von
   a) festen Fremdstoffen, wie Rost, Metallteilchen, Sand, Staub und Fasern,
   b) flüssigen Fremdstoffen, wie Wasser;
2. löslichen Fremdstoffen, und zwar von
   a) festen Fremdstoffen, wie Naphthalin und Schwefel,
   b) flüssigen Fremdstoffen, wie Kraftstoff und Wasser,
   c) gasförmigen Fremdstoffen, wie Luftsauerstoff, Schwefelwasserstoff, Blausäure, Kohlensäure und Schwefeldioxyd.

II. Ölalterung — d. h. chemische Veränderung des eigentlichen Öles — durch Bildung von Alterungsprodukten, und zwar von
1. Säuren wie Fettsäuren, Naphthensäuren und ihren Oxysäuren über Anlagerungsverbindungen und Zwischenstufen wie Alkohole und Aldehyde;
2. verseifbaren Verbindungen, wie Estern und Metallseifen;
3. Polymerisations- und Kondensationsverbindungen, wie Harze, Asphaltharze (= Weichasphalt) und Asphaltene (= Hartasphalt), auch unter Abspaltung von Wasser;
4. Krackprodukten, wie Wasserstoff, Wasser, Kohlensäure und Ölruß.

Die Alterung der Gebrauchsöle kann man an ihrem dunkleren Aussehen, am Auftreten von Schlamm sowie durch die Fettfleckprobe schon äußerlich leicht erkennen und ihren Fortschritt mittels der Neutralisations- und Verseifungszahl, des Aschen- und Asphaltgehaltes, der Durchschlagsfestigkeit und der Emulgierbarkeit auch messend verfolgen. Dagegen läßt sich die Alterungsneigung von Neuölen wegen der Vielheit der möglichen Einflüsse und Merkmale ungleich schwieriger experimentell eindeutig bestimmen. Fest steht jedenfalls, daß sie bei zu schwacher und zu scharfer Raffination der Öle Höchstwerte annimmt[2] und bei Verschnittölen meist stärker als bei den einzelnen Komponenten in Erscheinung tritt[3]; sie wird durch einige Metalle katalytisch gefördert und durch Antioxydationsmittel (negative Katalyte), wie bestimmte Phosphorverbindungen[4] und Amine[5], merklich gehemmt. Stark gealterte Öle gefährden wegen ihrer korrodierenden Wirkung und durch ihre Verunreinigungen die Betriebssicherheit; in Transformatoren führen sie zu Wärmestauungen und zum Absinken des elektrischen Nutzeffekts; in Turbinen stören sie infolge ihrer Neigung, mit Wasser haltbare zähe Emulsionen zu bilden, durch Verschmutzung und Verstopfung von Leitungen den Ölumlauf. Zur Kennzeichnung der durch Alterung verdorbenen Gebrauchsöle mögen die in Tafel 2 zusammengestellten Grenzwerte dienen.

Tafel 2. Grenzwerte für Gebrauchsöle.

Ölsorte	Grenzwert	Schrifttum
Dampfturbinenöl	Neutralisationszahl bis 3 % Verseifungszahl bis 6 % Aschengehalt bis 0,05 %	Ölbewirtschaftung S. 35 " S. 35 " S. 47
Automobilöl	Neutralisationszahl bis 0,25 % Verseifungszahl bis 1,2 %	D. Holde, Kohlenwasserstofföle u. Fette, 7. Aufl., S. 374
Isolieröl	Neutralisationszahl bis 1,5 % Verseifungszahl bis 3 % Aschengehalt bis 0,01 % Durchschlagsfestigkeit mindestens 80 kV/cm	Ölbewirtschaftung S. 35 " S. 35 " S. 47 " S. 49

Die Entscheidung aber, ob sich auf Grund bestimmter Analysendaten, einer festgesetzten Zeit oder einer geforderten Leistung Ölwechsel vorzunehmen empfiehlt, muß meist der Erfahrung und dem Versuch überlassen bleiben, da man hierfür wegen der unterschiedlichen örtlichen Betriebsbedingungen nur allgemeine Richtlinien geben kann. Rechtzeitiges Abstoßen und Auffrischen schonen jedenfalls Öle und Maschinen und helfen auch über eine Zwangslage infolge Neuölmangels leichter hinweg.

Altölrückgewinnung — Altölsammlung.

Gebrauchte Schmieröle erhalten durch Aufbereitung die frühere Verwendbarkeit zurück. Der mengen- und gütemäßige Erfolg hängt dabei von der weitgehenden Gewinnung und sorgfältigen Sammlung der verschmutzten und zersetzten Öle — kurz zusammengefaßt als Altöle bezeichnet — ab und setzt somit die tätige Mitwirkung und die verständnisvolle Zusammenarbeit aller Beteiligten, vom Betriebsführer bis zum letzten Schmierer, voraus, und zwar in der gemeinsamen Erkenntnis, daß diese Maßnahmen gerade in heutiger Zeit für die eigene Anlage und für die gesamte Volkswirtschaft ebenso vorteilhaft wie notwendig sind. Lagerverwaltung und Betriebsführung haben daher in ihren Bereichen überall dort, wo sich Tropf- und Lecköle zeigen, die Aufstellung gekennzeichneter Tropfenfänger, Ölfangschalen und Wannen zu veranlassen und deren regelmäßige Entleerung zu überwachen; denn auch die kleinsten Mengen fallen auf die Dauer ins Gewicht. Späne und Werkstücke von der Metallverarbeitung entölt man in Zentrifugen besonderer Bauart. Spritzöl sollte man nicht mit Sägemehl, Putzwolle oder Putzlappen, sondern ebenso wie das Öl aus abmontierten Maschinenteilen mit Putztüchern aufnehmen, weil man es aus ihnen leichter zurückerhalten kann und weil sich außerdem ihre Reinigung und Wiederverwendung lohnt. Neue Putztücher dürfen nur gegen Rückgabe der gleichen Anzahl gebrauchter ausgegeben werden. Die bei der Überholung von stationären und fahrbaren Maschinen aus den Schmiereinrichtungen anfallenden größeren Ölmengen sind möglichst verlustlos in besonderen Gefäßen aufzufangen.

Bei der Umlaufschmierung, mit der die meisten Kraftmaschinen und Kompressoren heutzutage ausgestattet sind, sowie in Transformatoren und Schaltern verschmutzt das Gebrauchsöl ohne kontinuierliche Reinigung allmählich stark. Der entstandene Bodensatz muß daher in bestimmten Zeitabständen aus den Schlammhähnen abgezogen und als Altöl nach Sorten gesammelt werden, während das Gebrauchsöl durch den Zusatz der erforderlichen Neuölmenge eine erwünschte regelmäßige Aufbesserung erfährt. Muß man es infolge zu starker Zersetzung im ganzen aufbereiten, so ist es restlos abzulassen. Vor der Frischfüllung befreie man die Ölwege und Lager des Schmiersystems bzw. die Transformatoren und Schalter sorgfältigst von den abgesetzten Verunreinigungen, die sonst zu Keimen für die vorzeitige Alterung und Verschlammung des Neuöles oder Regenerates werden. In entsprechender Weise verfahre man bei Antriebsmaschinen aller Art, wie Kraftwagenmotoren, Dieselmaschinen, Lokomotiven usw.

Ganz besondere Beachtung verdient die Wiedergewinnung von mitgerissenem Schmieröl aus Abdampf, Preßluft und komprimiertem Gas mittels Ölabscheidern. Naturgemäß muß sich die Ausschöpfung dieser Möglichkeiten in hohem Maße für den Bergbau lohnen, und zwar — dies sei hervorgehoben — auch für die Untertagebetriebe, bei denen die ausgedehnte Anwendung von Druckluft als Antriebsmittel mit ganz erheblichen Schmielölverlusten verknüpft ist. So wurde beispielsweise bei Versuchen in einem Steinkohlenbergwerk mit einer Ölfangvorrichtung, die hinter einem Preßluftmotor geschaltet worden war, mehr als die Hälfte des eingesetzten Schmieröls aus der Auspuffluft zurückerhalten. Es bedarf nur einer einfachen Rechnung, um sich klarzumachen, welches namhafte Gesamtergebnis die allgemeine Einführung der Druckluftentölung allein schon in den Grubenbetrieben zeitigen würde. Auch aus dem verdichteten Kokereigas scheiden sich in den Kühlern hinter den Kompressionsstufen beachtliche Schmierölmengen ab, die man unter Ausnutzung des Gasdruckes in Metallbecken abstößt und dort von dem gleichzeitig ausgefallenen Wasser trennt. Die Becken sind von Zeit zu Zeit zu säubern und frei von artfremden Zuflüssen, wie Teeröl oder Tetralin aus einer Naphthalinwaschanlage, zu halten, damit die Aufbereitung des an sich schon durch Kokereigasbestandteile stark verunreinigten Öles nicht unnötig erschwert wird. Bei ungenügender Altölausbeute kann sich auf Grund von Untersuchungen der Einbau eines Abscheiders in die Hochdruckleitung

[1] E. H. Kadmer, Chem. Ztg. 62 (1938) S. 611.
[2] D. Holde, Kohlenwasserstofföle und Fette, 7. Aufl., S. 317.
[3] H. Suida, Öl u. Kohle 13 (1937) S. 201.
[4] DRP. 667708, A. P. 2191996, A. P. 2223941.
[5] Vgl. Allg. Öl- u. Fett-Ztg. 35 (1938) S. 221.

empfehlen. Der durch die Zylinderschmierung bedingte Ölverbrauch wird zweckmäßig aus dem Umlauföl gedeckt, das man dafür durch Zusatz von Neuöl auch ohne kontinuierliche Reinigung dauernd im einwandfreien Zustande hält. Abschließend sei noch auf die Ölsammlung aus den Kläranlagen der Werke hingewiesen.

Es würde zu weit führen, jede Möglichkeit der Altölgewinnung erschöpfend zu behandeln, denn schließlich bedarf es überall dort, wo ein Lager geschmiert wird und wo sich Ölflecken oder sogar Öllachen zeigen, der beschleunigten Lösung dieses Problems. Nur mache man sich von der landläufigen Anschauung frei, daß der übliche Ölschwund beim Schmieren als etwas Notwendiges oder Unabwendbares, wie etwa der Kraftstoffverbrauch beim Autofahren, hinzunehmen sei. Der wirkliche Ölverschleiß durch chemische Umsetzungen ist normalerweise praktisch belanglos und wirkt sich nur in vereinzelten Fällen, beispielsweise bei der Zylinderschmierung von Verbrennungsmotoren voll aus. Im übrigen beruht der Hauptverbrauch auf Ölabgängen (Tafel 3), die es mit allen Mitteln auf den unvermeidbaren Bruchteil herabzusetzen gilt.

Altöle sind ohne Vorbehandlung keine einwandfreien Schmiermittel. Sie für untergeordnete Zwecke zu verwenden, ist unwirtschaftlich und daher besonders in heutiger Zeit nicht zu verantworten; sie dem ursprünglichen oder einem gleichwertigen Zweck zuzuführen, heißt ebenso töricht wie leichtfertig handeln, denn die gebrauchten Öle enthalten stets Verunreinigungen, die auf Metalle mechanisch oder chemisch korrodierend einwirken. Und nur zu leicht kommt es vor, daß bei der versehentlichen Verwendung stark wasserhaltiger Altöle durch Rostbildung und ungenügende Schmierung die Kolben fest- und die Lager heißlaufen. Durch Aufklärung und Überwachung muß deshalb dafür gesorgt werden, daß Unverstand und Bequemlichkeit nicht die wertvollen Altöle vergeuden und die Leistungsfähigkeit und Sicherheit der Betriebe gefährden. Die Altöle sind ausnahmslos sorgfältig, und zwar grundsätzlich getrennt nach Sorten zu sammeln. Nur dann kann man sie am wirtschaftlichsten aufbereiten und ihre vollwertige Wiederverwendbarkeit gewährleisten. Für das Sammeln der Altölsorten muß daher ausreichender Behälterraum am besten in Form gut verschließbarer Kannen oder Fässer für kleinere bzw. größere Mengen mit genauen Bezeichnungen und bequemen Füllvorrichtungen an geeigneten Stellen bereitstehen. Jeder Behälter dient dabei ausschließlich zur Aufnahme eines ganz bestimmten Altöles und zu seinem Transport nach der zentralen Sammelstelle oder der Aufbereitungsanlage; von dort geht er leer an die entsprechende Betriebsstelle zurück. Man vermeidet auf diese Weise mit großer Sicherheit das Vermischen, Verwechseln und zusätzliche Verschmutzen der Ölsorten und umgeht außerdem die Notwendigkeit, denselben Behälter für jeden neuen Verwendungszweck immer wieder säubern zu müssen. Die Betriebe erhalten für ihr eingeliefertes Altöl abzüglich Wasser und grobe Verunreinigungen (Tafel 3) entweder eine Gutschrift oder — noch besser — das entsprechende aufbereitete Erzeugnis zur Wiederverwendung. Die letzte Regelung läßt den Zweck und den Nutzen der Altölrückgewinnung für sie sinnfälliger hervortreten und dürfte daher geeigneter sein, den Sammeleifer zu wecken und anzuspornen. Aus demselben Grunde kann es sich empfehlen, die Aufbereitungskosten nicht einzeln zu verrechnen, sondern nach einem festgelegten Schlüssel anteilmäßig auf alle Betriebe umzulegen. Ihrer Bedeutung entsprechend muß man die Altölgewinnung und mit ihr die Altölausbeute laufend gewichtsmäßig überwachen (Tafel 3). Nur so kann man feststellen, wie sie sich in den Betrieben entwickelt und in welchem Maße sie auf den spezifischen Ölverbrauch der einzelnen Anlagen und des gesamten Werkes Einfluß nimmt.

Grundsätzliches zur Aufbereitung gebrauchter Öle.

Die sachgemäße Überwachung der Neuöle und Gebrauchsöle ist für ihre wirtschaftliche Ausnutzung und für die Betriebssicherheit unerläßlich. Sie vermittelt und ergänzt gleichzeitig die Kenntnis über die abgestoßenen Altöle als weitere Vorbedingung für ihre erfolgreiche Aufbereitung. Vor allem muß man unterscheiden, ob ein durch Fremdstoffe verschmutztes, ein gealtertes oder ein kombiniert verunreinigtes Öl vorliegt. Erst danach kann man unter Berücksichtigung seiner Eigenart, seines bisherigen

Tafel 3. Schmierölbilanz.

Schmieröleinsatz: A = eingesetzte Schmierölmenge
A_a = Neuöl,
A_b = Gebrauchsöl,
A_c = aufbereitetes Altöl.

$$A = A_a + A_b + A_c \quad \text{kg}$$

Schmierölverbrauch: B = nicht zurückgewonnenes Schmieröl
B_a = Ölabgänge =
B_{a_1} = Tropf- und Lecköle +
B_{a_2} = von einem Medium (Luft, Gas, Dampf) fortgeführtes Öl,
B_b = Ölverschleiß = aufgebrachtes z. B. oxydiertes oder verbranntes Öl.

$$B = B_a + B_b = A - C \quad \text{kg}$$

$$\text{Anteilmäßiger Verbrauch} = \frac{100 \cdot (B_a + B_b)}{A} = \frac{100 \cdot (A - C)}{A} \quad \%$$

Altölsammlung: C = zurückgewonnenes wahres Altöl
C_a = gesammeltes Altöl,
C_b = Verunreinigungen im Altöl =
C_{b_1} = Wasser +
C_{b_2} = mechanische Verunreinigungen +
C_{b_3} = gelöste Fremdstoffe.

$$C = C_a - C_b = A - B \quad \text{kg}$$

$$\text{Altölausbeute} = \frac{100 \cdot C}{A} \quad \%$$

Altölaufbereitung: D = aufbereitetes Altöl D_1 + Rückstandsöl D_2
C = zurückgewonnenes wahres Altöl,
D_a = Aufbereitungsabgänge.

$$D = D_1 + D_2 = C - D_a \quad \text{kg}$$

$$\text{Regeneratausbeute} = \frac{100 \cdot (C - D_a)}{A} \quad \%$$

Schmierölverlust: E = beim Schmieren und Aufbereiten verloren gegangenes Öl
B = Schmierölverbrauch,
D_a = Aufbereitungsabgänge.

$$E = B + D_a = B_a + B_b + D_a = A - D \quad \text{kg}$$

$$\text{Anteilmäßiger Verlust} = \frac{100 \cdot (B_a + B_b + D_a)}{A} = \frac{A - D}{A} \quad \%$$

und vorgesehenen Verwendungszweckes beschließen, wie die Aufbereitung am besten, d. h. hinreichend wirksam und möglichst wirtschaftlich zu erfolgen hat. Es ist erklärlich, daß es bei dieser Mannigfaltigkeit der zu lösenden Aufgaben ein allgemein gültiges Rezept, eine Patentlösung hierfür nicht gibt. Immerhin können nur an Hand planmäßiger Untersuchungen über die Art und Verteilung der Verunreinigungen im Öl sowie über die spezifische Wirksamkeit chemischer und physikalischer Hilfsmittel für ihre selektive Entfernung unter Berücksichtigung der Zustandsbedingungen und der technischen, gesundheitlichen und wirtschaftlichen Erfordernisse die Grundlagen für die ideale Altölaufbereitung geschaffen werden.

Ein derartiges Verfahren gewährleistet höchste Ausbeuten bei ausreichendem Reinigungsgrad, d. h. es scheidet gerade nur die störenden Verunreinigungen aus dem Altöl ab. Es unterliegt daher keinen starren Vorschriften, sondern paßt sich der jeweiligen Beschaffenheit des Öles und den erforderlichen Gütebedingungen für seinen erneuten Einsatz elastisch an. Sämtliche Einwirkungen auf das Öl verlaufen äußerst milde, und zwar unter weitgehender Bevorzugung physikalischer Gesetze und Hilfsmittel. Chemische Regenerierung kommt erst in letzter Linie und höchstens zu dem Zweck in Betracht, die im Öl verbliebenen schädlichen, gelösten Fremdstoffe und Alterungsprodukte in dem notwendigen Ausmaße zu entfernen. Die eingesetzten Chemikalien sind leicht und billig zu beschaffen und beeinträchtigen infolge ihrer spezifischen, selektiven Wirkung das eigentliche Öl mengen- und gütemäßig nicht. Diese Zielsetzung entspricht der neuzeitlichen Anschauung über den erforderlichen Grad der Altölaufbereitung überhaupt und kommt auch in dem einschlägigen, namentlich amerikanischen Patentschrifttum der letzten Jahre verstärkt zum Ausdruck. Sie läßt sich mit dem Bestreben vergleichen, schon die Rohöle milder, namentlich unter Ausschaltung der Schwefelsäurewäsche, zu behandeln, um bessere Ausbeuten zu erzielen und dem Öl die Verbindungen mit polaren Gruppen reichlicher zu erhalten, die seine Schmierfähigkeit ausschlaggebend bestimmen. Im übrigen verläuft

die Altölaufbereitung nach folgenden allgemeinen Gesichtspunkten.

Die gebrauchten Öle werden streng nach Sorten verarbeitet. Vor der Beschickung sind die Apparaturen gründlich zu säubern, damit nicht die neue Füllung zusätzlich verschmutzt wird und durch Zuführung von Katalyten schneller altert. Als Vorbehandlung scheidet man die groben mechanischen Verunreinigungen einschließlich Wasser ab, soweit dies im Betriebe nicht oder nur unzureichend erfolgt ist. Gleichzeitig oder danach beginnt man mit der physikalischen oder chemischen Hauptbehandlung, die sich in ihrer Art und in ihrem Umfang nach der Analyse und dem Verwendungszweck des Öles zu richten hat. Abschließend ist manchmal, stets aber auf eine chemische Regenerierung hin eine Nachreinigung des Öles erforderlich. Den Abtrieb leicht siedender Anteile kann man mit der Entwässerung des Altöles verbinden; oft — und zwar besonders bei hochviskosen Ölen — verlegt man ihn besser in die Nachbehandlung, um beispielsweise die größere Filtriergeschwindigkeit des dünnflüssigeren Öles auszunutzen[1]. Die Reinöle werden erst nach der Begutachtung für den erneuten Einsatz freigegeben.

Die Wirtschaftlichkeit der Altölaufbereitung hängt wesentlich von dem spezifischen Energiebedarf und dem Energiepreis ab und ist daher dort am ehesten gewährleistet, wo Restenergie zur Verfügung steht. Der Bergbau besitzt im Abdampf eine billige Wärmequelle. Elektrisch betriebene Regenerieranlagen zeichnen sich durch ihre bequeme und genaue Regelbarkeit innerhalb eines großen Temperaturbereiches aus. Gasbeheizung setzt zur Vermeidung örtlicher Überhitzungen die Zwischenschaltung eines am besten im Kreislauf geführten Wärmeüberträgers voraus. Überhaupt bewährt sich in vielen Fällen als Altölerhitzer ein doppelwandiger, außen gegen Wärmestrahlung isolierter, mit Ablaßhahn versehener Thermostat, bei dem der hohle Mantelraum zur Aufnahme der Badflüssigkeit oder als Dampfweg dient. Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit werden durch übersichtliche Anordnung, ausreichenden Feuerschutz, selbsttätige Regelung und einfache Bedienungsweise der Anlage gefördert; eine Belästigung oder gesundheitliche Schädigung des Personals durch Gas- und Dämpfeschwaden müssen durch vorsorgliche Maßnahmen ausgeschlossen sein. Altöle, Aufbereitungsbetrieb und fertige Regenerate sind der Sauberkeit und der Übersicht halber räumlich zu trennen.

Die Leistungsfähigkeit der Anlage muß einen diskontinuierlichen Betrieb im Takte des stoßweise erfolgenden Eingangs der Altöle ermöglichen. Anderseits bestimmt das Fassungsvermögen der einzelnen Aggregate die Mindestölmenge, die sich in einem Gange überhaupt oder noch wirtschaftlich, d. h. bei erträglichen Unkosten und Produktverlusten, verarbeiten läßt. Um sich von diesem Zwange freizumachen und das Aufbereitungsverfahren auf die Art der Verschmutzung und den Verwendungszweck des Öles abstimmen zu können, empfiehlt sich die Aufstellung verschieden großer Aggregate mit entsprechenden Ausrüstungen. So leistet eine kleine Apparatur für die gelegentliche Durchführung von Sonderaufgaben und Versuchen oft gute Dienste. Mit einfachen Mitteln kommt man aus, wenn man sich auf die mechanische Reinigung und Auffrischung gebrauchter Öle beschränkt und die erforderliche chemische Aufbereitung stark zersetzter Altöle aus Automobilmotoren, Turbinen und Transformatoren einer zugelassenen Regenerieranstalt überläßt.

Erfahrungsgemäß lohnt sich ganz besonders die sachgemäße kontinuierliche Entschlammung, Trocknung und Entsäuerung ständig umlaufender Gebrauchsöle wegen der hiermit verbundenen besseren Pflege der Maschinen und wesentlich längeren Betriebsdauer der Öle. Die Aufbereitungsvorrichtung liegt dabei im Nebenstrom zur Schmierölzirkulation und entnimmt das Öl dem tiefsten Punkt des Schmiersystems. Eine derartige ununterbrochene oder in kurzen Zeitabständen sich wiederholende Ölaufbereitung gelingt schon mit wohlfeilen Mitteln und einfachen Apparaten, deren Leistung ausreichen muß, das Umlauföl auf dem vorgeschriebenen Reinigungsgrad zu halten. Daneben müssen die betrieblichen Voraussetzungen für den Erfolg laufend gegeben sein, so daß man ohne regelmäßige Kontrolluntersuchungen über den äußeren Zustand des Öles und über die Entwicklung der wichtigsten Kennwerte, nämlich der Neutralisations- und Verseifungszahl, im allgemeinen nicht auskommen kann.

[1] E. Bossing, Chem.-Ztg. 59 (1935) S. 557.

Die technischen Aufbereitungsverfahren für gebrauchte Öle sind Kompromißlösungen, d. h. man versucht mit ihnen auf Grund theoretischer Erkenntnisse und praktischer Erfahrungen, Weg und Ziel, Mittel und Zweck, so gut es geht, für den Einzelfall in Einklang zu bringen, weil eben die ideale einheitliche Lösung für die Vielheit der hier gestellten Aufgaben noch aussteht. Das eine Verfahren soll daher, ungeachtet hoher Kosten und Aufbereitungsverluste, Regenerate liefern, die zahlenmäßig auch den überspannten Anforderungen einer anspruchsvolleren Zeit genügen. Man übersieht bei der Gegenüberstellung mit den entsprechenden Neuölen nur zu leicht, daß gerade hier die Übereinstimmung gewisser Kennwerte nicht Gütegleichheit zu bedeuten braucht. Beim anderen Verfahren reichen die angewandten Hilfsmittel für einen befriedigenden Erfolg nicht aus. Dazwischen liegt die lange Reihe von Verfahren, die sich mehr oder weniger eingehend mit den inneren Zusammenhängen bei der Altölaufbereitung auseinandersetzen oder die nur auf kleine technische und chemische Feinheiten fußen. Von einem wirklichen Fortschritt kann allerdings nur dann die Rede sein, wenn die gefundene Lösung der gestellten Einzelaufgabe besser als bisher gerecht wird und möglichst auch noch eine größere Allgemeingültigkeit besitzt. Grundsätzlich bleiben aber die Beschaffenheit und der Verwendungszweck des Öles für die Art der Aufbereitung maßgebend, so daß man von Fall zu Fall zunächst entscheiden muß, ob eine Reinigung genügt, eine Auffrischung ausreicht oder eine Regeneration erforderlich ist und ob zur Erreichung des gesteckten Zieles ein physikalisches oder chemisches Verfahren in Betracht kommt.

Die Reinigung gebrauchter Öle.

Die physikalische Aufbereitung gebrauchter Öle macht sich hauptsächlich die Gesetze der Mechanik und Wärme zunutze; die Einflüsse des Magnetismus, des elektrischen Feldes und des Schalls spielen bisher nur eine untergeordnete oder keine praktische Rolle und bedürfen noch der eingehenden Erforschung. Die Ölreinigung (Tafel 4) insbesondere befaßt sich mit der Beseitigung der ungelösten, mechanisch aufgeschlämmten und emulgierten festen bzw. flüssigen Schmutzstoffe, also der zugetragenen Fremdkörper, wie Metallteilchen, Rost, Staub, Fasern und Wasser, aber auch der ausgeschiedenen Alterungsprodukte, wie Seifen, Harze, Asphalt und Ölruß. Sie stellt die einfachste und übersichtlichste Art der Aufbereitung dar und kann selbst von ungelernten Hilfskräften durchgeführt werden. Das Endziel ist ein vollkommen blankes Öl, das sich für den ursprünglichen oder einen gleichwertigen Zweck wiederverwenden läßt. Durch diese Forderung wird ihr Anwendungsbereich klar begrenzt. In Frage kommen alle Öle, bei denen die nach der mechanischen Reinigung verbleibenden gelösten Fremdstoffe und Alterungsprodukte für den erneuten Einsatz des Öles unbedenklich sind, also ganz allgemein Tropf- und Lecköle aller Art, ferner Maschinen-, Elektromotoren- und Dieselschmieröle, soweit sie die Analyse als nicht zu stark versäuert oder verdünnt ausweist. Diese Einschränkung gilt im erhöhten Maße für Turbinenöle, Isolieröle und Ottomotorenöle; aber gerade bei ihnen kommt der regelmäßigen Entschlammung und Entwässerung wegen der hiermit verbundenen Abscheidung von feinst verteilten Substanzen, wie Metallstaub und Seifen, die der Betriebssicherheit schädlich, der Ölalterung aber förderlich sind, eine ganz erhebliche Bedeutung zu. Im einfachsten Falle genügt als Reinigung das Absetzen der festen Bestandteile (Flüssigkeitsreinigung) und des Wassers (Flüssigkeitstrennung) bei ruhendem Öl. Dieser Klärvorgang stützt sich auf die Wirkung der Schwerkraft und setzt für seine erfolgreiche Anwendung überhaupt und für seinen genügend schnellen Ablauf voraus, daß die Schmutzstoffe hinreichend spezifisch schwerer als das Öl sind und eine Mindestteilchengröße besitzen. Ihre Abscheidung läßt sich daher durch Erwärmen des Öles zwecks Senkung seiner Dichte und durch gewisse Zusätze, wie Seifen[1], Emulsionen[2], Salmiak[3], Gips oder Zement[4], beschleunigen, Substanzen, welche die feinen Schwebstoffe durch Absorption oder Koagulation niederschlagen und somit eine erforderliche Nachreinigung erleichtern sollen. Absetzverfahren wendet man gern zur Vorbehandlung und groben Entwässerung von Altölen an.

[1] F. P. 752647, F. P. 754856.
[2] F. P. 752497.
[3] E. P. 403139.
[4] Schw. P. 183208.

Mit weitaus größeren Kräften, die mehrere bis viele tausendmal die Schwerkraft übersteigen können, arbeiten Ölreinigungs-Separatoren. Die in ihnen zur Wirkung kommende Schleuderkraft trennt oder scheidet daher aus Gemischen von ineinander unlöslichen Flüssigkeiten auch mit Feststoffen aller Art die einzelnen Anteile entsprechend schneller nach den spezifischen Gewichten in scharf abgesetzten Zonen, so daß ein kontinuierlicher Betrieb ermöglicht wird. Aus demselben Grunde sind Separatoren auch dann noch anwendbar, wenn Absetzverfahren infolge zu geringen Dichteunterschieds der Gemengekomponenten keine praktischen Erfolge mehr zeitigen. Schleudert man trockenes Altöl, so muß man die im Schlammraum abgelagerten festen Verunreinigungen von Zeit zu Zeit entfernen (Flüssigkeitsreinigung); bei nassem Aufgabegut sowie bei Heißwasserzuführung für seine bessere Reinigung und teilweise Entsäuerung zieht man das Wasser mit dem feinsten Schmutz gesondert stetig ab (Flüssigkeitstrennung). In beiden Fällen dringt das sich säubernde Produkt durch den von Tellern schichtenförmig zerlegten Raum der Schleudertrommel nach innen zum Ölabfluß. Das Zubringen und Fortdrücken der Flüssigkeiten geschieht bei größeren Leistungen und bei Dauerbetrieb notfalls mittels eingebauter Pumpen. Separatoren werden in verschiedenen Typen und Größen hergestellt; die geschlossene Bauart verdient den Vorzug, da sie eine Belästigung durch Dämpfe und Spritzer verhindert. Durch regelbare Elektro- oder Dampf-Durchflußerhitzer kann man das Altöl vorwärmen, um seine Viskosität und Dichte zur Steigerung der Schleuderleistung optimal zu senken. Separatoren arbeiten bei einfacher Bedienungsweise wirkungsvoll und wirtschaftlich; sie eignen sich für die periodische und, was besonders vorteilhaft ist, bei ausreichender Leistung auch für die kontinuierliche Reinigung und Entwässerung mechanisch verschmutzter Öle aller Art, also von Einlaufölen für Motoren, von Schmierölen für Turbinen, Kompressoren und Dieselmaschinen, von Kühl- und Härteölen. Zur Isolieröl-Aufbereitung, die man am wirksamsten und einfachsten nach dem Umlaufverfahren vornimmt, muß man unter Umständen vakuumdichte Aggregate verwenden.

Die Beschaffenheit des Altöles und die Anforderungen an das Enderzeugnis bestimmen maßgebend die Leistung des Separators. Seine trennende und reinigende Wirkung sinkt mit zunehmendem Verteilungsgrad der Verunreinigungen und geht — letzten Endes wie bei Absetzverfahren — umso stärker zurück, je weniger sich die spezifischen Gewichte des eigentlichen Öles und seiner ungelösten Begleitstoffe voneinander unterscheiden. Diese Nachteile fallen bei der Altölfilterung grundsätzlich fort, soweit es sich um die Abscheidung der festen Körper handelt; dagegen eignen sich Filtrierverfahren für die Flüssigkeitstrennung naturgemäß nicht. Feuchtigkeit und feinste Schmutzverteilung im Öl bedeuten für sie gewisse Erschwernisse und können unter Umständen eine Vorbehandlung des Altöls bedingen oder doch als vorteilhaft erscheinen lassen. Im übrigen erstrebt man die Abscheidung der Feststoffe auf oder in einem porösen Material, das nur das blanke Öl durchläßt, also — den jeweiligen Erfordernissen entsprechend — auf Sieben aller Art, auf Filtern aus Papier und Tuch, auf keramischen oder in erdigen Massen, auf Geweben aus Asbest, Glas, nitrierter oder azetylierter Cellulose[1], meist in der Wärme, sodann bei normalem Luftdruck, bei Über- oder Unterdruck, mit Kombinationen hintereinander und parallel geschalteter Einzelfilter. Durch geeignete Wahl oder Präparierung der Rohstoffe können zusätzliche Wirkungen erzielt werden. So läßt sich durch hygroskopisches Papier oder durch die Beschickung der Filter mit Chlorcalcium eine Trocknung, durch ihre alkalische Reaktion[2] eine gewisse Entsäuerung des Altöls gleichzeitig erreichen. Bekannt sind die Ölfilterpressen, die mit — möglichst vorgetrocknetem — Filterpapier arbeiten und nach ihrer Bauart in Rahmen- und Kammer-Filterpressen unterteilt werden. Mit einer thermischen Entwässerungseinrichtung zu einer geschlossenen, stationären oder fahrbaren Aufbereitungsanlage zusammengestellt, eignen sie sich auch für die Reinigung und Trocknung von Transformatoren- und Schalterölen. Nach einem derartigen Verfahren wird das schonend vorgewärmte Isolieröl aus dem Betriebsapparat in einen Hochvakuumkessel gesaugt, wo es versprüht[3] die Feuchtigkeit abgibt. Danach drückt man es durch die Filterpresse in den Apparat zurück. Das Umpumpen des Öles erfolgt auch hier bis zur Erreichung der gewünschten Durchschlagsfestigkeit. Zur Entlastung der Presse und Senkung des Filterverbrauchs, also auch zur Vereinfachung der Arbeit, kann man einen Separator vorschalten, der dann gleichzeitig die Grobentwässerung übernimmt. Durch Einlegen besonders dichter und fester Kartons in die Filterpresse gelangt man auch in schwierigen Fällen zu einem vollkommen blanken Öl. Beispielsweise säubert man auf diese Weise die von feinstem Metallpulver durchsetzten Öle der metallverarbeitenden Industrie[1] einwandfrei. Auf derart verschmutzte Erzeugnisse könnte man vielleicht mit überraschendem Erfolg auch Verfahren anwenden, die sich des magnetischen[2] oder elektrischen Kraftfeldes zur Abscheidung ferromagnetischer Schwebstoffe bedienen. Es sei daran erinnert, daß sich beispielsweise Elektrofilter bei der Lösung ähnlicher Aufgaben, nämlich bei der Gasentteerung und Abgasentstaubung, ausgezeichnet bewähren.

Tafel 4. Die Aufbereitung gebrauchter Schmier- und Isolieröle.

Physikalische Verfahren	I. Reinigung, d. h. Beseitigung der mechanisch aufgeschlämmten oder emulgierten festen bzw. flüssigen Verunreinigungen durch 1. Absetzen, 2. Schleudern, 3. mechanische, magnetische oder elektrische Filterung.
	II. Auffrischung, d. h. Reinigung mit teilweiser Beseitigung der wesentlichen gelösten Verunreinigungen durch 1. Wärmebehandlung unterhalb des Siedebeginns des Öles, 2. fraktionierte Destillation, 3. selektive Adsorption.
	III. Regeneration, d. h. Auffrischung mit restloser Beseitigung der wesentlichen gelösten Verunreinigungen durch eine 1. physikalische Hauptbehandlung, und zwar durch a) selektive Lösung, b) Ultraschall;
Chemische Verfahren	2. chemische Hauptbehandlung mittels a) anorganischer Chemikalien, wie a_1) Schwefelsäure, a_2) Laugen, a_3) Salze; b) organischer Verbindungen, c) des Wasserstoffs (Hydrierung).

Die Auffrischung gebrauchter Öle.

Durch die mechanische Reinigung — sei es durch Absetzen, Schleudern oder Filtrieren — werden die im Öl gelösten Fremdstoffe und Alterungsprodukte praktisch nicht beeinflußt. Man beläßt sie am besten im Öl, wenn sie seine Verwendbarkeit nicht gefährden oder wenn sie sich in ihm nur bis zu einem gewissen Grade, also bis zur Einstellung eines bestimmten Gleichgewichtes, anreichern. In diesem Falle kann überdies ihr Einfluß — beispielsweise auf die Viskosität — durch entsprechende Wahl des Neuöls von vornherein berücksichtigt werden. Schon die teilweise Beseitigung dieser gelösten Bestandteile verlangt die Anwendung eines kombinierten Verfahrens, einer Ölauffrischung (Tafel 4), die sich schon schwieriger durchführen und überwachen läßt. Die notwendige Zusatzbehandlung besteht aus Erhitzen, wenn man absorbierte Gase einschließlich Luft, leichtsiedende Flüssigkeiten — etwa Wasser und Kraftstoff- oder sublimierende Substanzen, wie z. B. Naphthalin, aus dem Altöl entfernen will. Der Erfolg hängt von dem Erreichen und Einhalten einer Mindesttemperatur ab, die den Dampfdruckverhältnissen in dem Flüssigkeitssystem gerecht wird. Sie spielt übrigens auch bei der thermischen Aufbereitung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Der Abtrieb gestaltet sich bekanntlich im Vakuum[3] oder mit Wasserdampf, durch Verteilen des Öles in dünner Schicht[4] oder durch seine Zerstäubung[5] wesentlich schonender und vollkommener. Das Einblasen von Luft[6] sollte man jedoch wegen der hiermit verbundenen Oxydation des Öles vermeiden. Abgetriebener Kraftstoff läßt sich durch Kondensation zurückgewinnen. Stärkeres Erhitzen des Öles über den Siedebeginn hinaus führt zu seiner fraktionierten Destillation[7], durch die man außerdem einen Teil der gelösten Alterungsstoffe als Blasenrückstand abscheidet.

[1] F. P. 834480.
[2] E. P. 412767.
[3] A. P. 1951739, Schwz. P. 221706.

[1] F. Rüb, Schaffende Heimat, Techn.-wirtschaftl. Wochenschrift der Rhein.-Westf. Ztg., 11 (1943) Nr. 16.
[2] DRP. 706212, 707711 u. 708576, It. P. 390961, A. P. 2149764.
[3] A. P. 2113841, A P. 2161964.
[4] A. P. 2133359.
[5] A. P. 2047157.
[6] A. P. 2096220.
[7] A. P. 2065619, F. P. 875112, E. P. 442081.

Zweckmäßiger und wirtschaftlicher gelingt jedoch die Minderung der schädlichen gelösten Verunreinigungen einschließlich der Säuren[1] und asphaltartigen Polymerisationsprodukte durch Adsorptionsmittel, die gleichzeitig eine starke Aufhellung des Altöls bewirken. Als solche kommen Bleicherde, Silikagel (= Kieselgel), Aktivkohle und Tierkohle in Betracht, feste Substanzen, die sich durch eine starke Oberflächenausbildung und damit zusammenhängend durch die Eigenschaft auszeichnen, aus Gasgemischen und Lösungen bestimmte Anteile durch Kapillarwirkung bevorzugt aufzunehmen und festzuhalten, d. h. selektiv zu adsorbieren. Bei der Altölaufbereitung spielen die Bleicherden, im wesentlichen Aluminium-Magnesium-Hydrosilikate, eine besonders wichtige Rolle. Man unterscheidet Naturerden wie das amerikanische Floridin und künstliche, durch Säurebehandlung aktivierte Erden. Zu den letzteren gehören die bayerischen Bleicherden[2] Terrara, Franconit, Tonsil u. a. Sie zeichnen sich im allgemeinen vor den natürlichen Erden durch eine überlegene Raffinationswirkung aus[3].

Die Altölauffrischung mittels Bleicherden erfolgt entweder nach dem Filter- oder Mischverfahren, und zwar unter Anwendung von gekörntem, bzw. gemahlenem Gut. Im ersten Falle fließt das vorgewärmte Öl durch die in einen heizbaren Filtrierapparat eingefüllte Bleicherde, im zweiten Falle wird es mit ihr in einem als Thermostat ausgebildeten Mischbehälter in der Wärme — z. B. bei 100 bis 110° — sorgfältig verrührt und nach dem Absitzenlassen gefiltert oder zentrifugiert. Für die Durchführung des Filterverfahrens möge als allgemeine Richtlinie dienen, daß die Bleicherde um so feinkörniger sein muß, je niedriger die Schichthöhe, je dünnflüssiger das Altöl und je höher die Arbeitstemperatur ist.

Dem Massenwirkungsgesetz folgend, führt die ideale Adsorption unter gegebenen Versuchsbedingungen und nach ausreichender Berührung der aufeinander einwirkenden Stoffe zu einem Gleichgewicht zwischen den Konzentrationen der jeweilig adsorbierten und nicht adsorbierten Moleküle. Infolgedessen kommt sie bereits vor dem vollkommenen Ablauf zum Stillstand und kann daher bestenfalls nur einen Teilerfolg zeitigen. Mit anderen Worten: die Adsorptionsfähigkeit von eingesetzter Bleicherde für die gelösten Schmutzstoffe eines bestimmten Altöles erlahmt allmählich, so daß ein vorgeschriebener konstanter Auffrischungsgrad, an dem gleichmäßigen Aufhellen des Öles erkennbar, nur dann gewährleistet ist, wenn das Öl im Zuge der Aufbereitung oft genug mit immer frischerer Bleicherde in Berührung kommt. Eine derartige mehrstufige Behandlung in Verbindung mit der günstigsten Arbeitstemperatur zur beschleunigten Einstellung des Adsorptionsgleichgewichtes gestattet gleichzeitig eine bessere Ausnutzung des Adsorptionsmittels. Für die Praxis folgt hieraus die Zweckmäßigkeit, mehrere Massefilter hintereinander zu schalten und ihre Auswechselung nach dem Gegenstromprinzip so vorzunehmen, daß für das ausgebrauchte erste Filter ein frisches an die letzte Stelle tritt. Dementsprechend hat man beim Mischverfahren das Adsorptionsmittel in Teilmengen zuzusetzen. In beiden Fällen ist die Vorreinigung des Öles von Wasser und Schlamm zur Schonung der Bleicherde angebracht. Sie bedeutet auch dann eine Erleichterung, wenn Umlauföl nach dem Filterverfahren kontinuierlich im Nebenstrom behandelt wird, übrigens die einfachste und sicherste Möglichkeit, um das Gebrauchsöl durch hinreichende Ausscheidung von Säuren und anderen Alterungsstoffen ständig gut aufgefrischt zu halten. Bleicherdereste im aufbereiteten Öl sind durch Filterung sorgfältig abzuscheiden. Als chemische Betriebskontrolle genügt im allgemeinen die Überwachung der Neutralisations- oder Verseifungszahl. Abgestoßene verbrauchte Erde, die übrigens eine gewisse Ölmenge dem Kreislauf entzieht, ist einem anerkannten Aufbereitungswerk zur Wiederbelebung anzubieten.

Adsorptionsverfahren zeichnen sich durch Einfachheit und milde Ölbehandlung aus, obwohl man ihnen eine gewisse Beeinträchtigung des Schmierwertes vorgeworfen hat[4]. Die auffrischende Wirkung und das Aufnahmevermögen der Bleicherde sind jedoch begrenzt, so daß sich ihre unmittelbare Anwendung auf übermäßig versäuerte, stark asphalthaltige Öle aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfiehlt. Dagegen gebraucht man sie gern als Hilfsmittel bei der physikalischen oder chemischen Regenerierung, d. h. bei der praktisch restlosen Befreiung derartiger Öle auch von ihren gelösten Verunreinigungen.

[1] H. Winkelmann, Zement 27 (1938) S. 188.
[2] E. Belani, Öl u. Kohle 11 (1935) S. 285.
[3] H. Rösner, Chem.-Ztg. 59 (1935) S. 921.
[4] E. Graefe, Brennstoff-Chem. 18 (1937) S. 67.

Die Regeneration gebrauchter Öle.

Die hierfür geeigneten Verfahren (Tafel 4) und Vorrichtungen gehen meist auf Vorbilder der Erdölindustrie zurück. Die neueren, zum Teil bewährten physikalischen Raffinationsmethoden vermochten sich jedoch bei der Altölregenerierung bisher nicht ernstlich durchzusetzen. Dies gilt auch für die Aufbereitung durch selektive Lösungsmittel, also für das bekannte Edeleanu-Verfahren und seine vielen Nachbildungen, obwohl es auf diese Art gelang, die in vieler Hinsicht unbefriedigende Schwefelsäure-Behandlung der Erdöldestillate zurückzudrängen und sogar zu übertrumpfen[1]. Selektive Lösungsmittel zerstören im Gegensatz zur Schwefelsäure die ungeeigneten Ölbestandteile nicht, sondern waschen sie nur aus, und sind daher, wenn man vom Aggregatzustande absieht, den selektiven Adsorbentien vergleichbar. Sinngemäß regenerieren sie gebrauchte Öle durch auswählendes Lösen der Alterungsprodukte. Wie bei der Erdölraffination eignen sich für diesen Zweck verflüssigtes Schwefeldioxyd, ferner Anilin, Nitrobenzol, Benzaldehyd, Aceton, Furfurol[2] u. a. Flüssiges Äthan und Propan fällen dagegen die Schmutzstoffe aus[3]. Stets aber gewinnt man das Lösungsmittel durch Destillation zurück. Gebrauchte Adsorbentien benötigen eine verwickeltere Überholung, so daß man sie nicht zügig im Kreislauf führen kann. In jedem Falle aber würde sich die physikalische Regenerierung gebrauchter Öle entsprechend einfacher gestalten, wenn man die Alterungsstoffe ohne Zwischenschaltung eines festen oder flüssigen Überträgers unmittelbar im Öl selbst ausscheiden und danach durch ein Reinigungsverfahren entfernen könnte. Möglicherweise gelingt eines Tages die elegante praktische Lösung dieses Problems durch neue Erkenntnisse, vielleicht mit Hilfe des Ultraschalls, der nach einem französischen Patent[4] bereits dafür anwendbar ist, die Schwebstoffe im Öl zu koagulieren, und der nach weiteren bemerkenswerten Forschungsergebnissen[5] sogar chemisch reinigend auf das Roherdöl einwirken dürfte, indem er verharzbare Bestandteile unter Mitwirkung des Luftsauerstoffs zu ölunlöslichen Rückständen polymerisiert.

Dagegen bereitet die Durchführung der Ölregenerierung auf chemischem Wege keine grundsätzlichen Schwierigkeiten. Hierunter fallen alle diejenigen Verfahren, bei denen bestimmte anorganische Chemikalien und nebenher auch organische Substanzen zu Umsetzungen der im Öl gelösten Alterungsprodukte führen. Sie sollen — je nach ihrer Wirkungsweise — die vorhandenen Säuren, verseifbaren Verbindungen, Krackerzeugnisse, Harze und Asphaltene binden, zersetzen, sulfurieren, oxydieren, neutralisieren, polymerisieren und dadurch zusammen mit feinst verteilten Schwebstoffen aus dem Öl gelöst entfernen oder in fester Form ausflocken. Hierfür ist die Vorreinigung des Öles ratsam, seine Nachbehandlung unerläßlich, um es vom Chemikal und von den Umsetzungsprodukten gegebenenfalls auch von Verdünnungsstoffen zu befreien. Die Regenerate kommen erst nach der Untersuchung zum erneuten Einsatz.

Wie bei der Rohölraffination bedient man sich auch bei der chemischen Altölaufbereitung in erster Linie der konzentrierten Schwefelsäure. Mit ihr erzielt man bekanntlich die radikalste Wirkung, die anderseits aber auch zur Vorsicht mahnt. Am besten bestimmt man durch Vorversuche die erforderliche Säuremenge, die man bei Isolierölen und Dampfturbinenölen so bemessen soll, daß höchstens 8 bzw. 12 Vol.-% vom Proberegenerat durch konzentrierte Schwefelsäure auszuschütteln sind[6]. Die Säuerung des vorgereinigten und entwässerten Altöls erfolgt dann unter längerem Rühren bei nicht zu hoher Anfangstemperatur, die sich der Viskosität des Waschgutes anzupassen hat, in mindestens zwei Stufen[7], wobei der Säureteer gesondert abgezogen oder ausgeschleudert wird. Anschließend kommt eine Warmwasserbehandlung des Öles in Betracht. Seine Neutralisation kann man wahlweise

[1] H. Ramser u. H. Krekeler, Angew. Chem. 47 (1934) S. 765.
[2] Schw. P. 215405.
[3] A. P. 2070626 u. 2073506.
[4] F. P. 828204.
[5] W. Demann u. H. R. Asbach, Techn. Mitt. Krupp, Forschungsber. 3 (1940) S. 12.
[6] Ölbewirtschaftung, S. 104.
[7] A. Scholz, Chem.-Ztg. 60 (1936) S. 216.

mit Natronlauge, Soda[1], Kalk, aber auch mit Bleicherde nach dem Filter- oder Mischverfahren vornehmen. Abweichend hiervon führt man die Schwefelsäure-Behandlung der Altöle beispielsweise mit verdünnter Säure unter Einblasen von Luft[2], unter Druck[3], unter dem Einfluß elektrischer Entladungen[4] oder mit nachträglicher Anwendung von Oxydationsmitteln wie Kaliumpermanganat[5] u. a. durch.

Wie die Regenerierung überhaupt, so beschränkt sich natürlich ganz besonders die mit Schwefelsäure nur auf Raffinate, und zwar zunächst auf solche, die man infolge ihres hohen Alterungsgrades nicht mehr zufriedenstellend auffrischen kann. Sie eignet sich daher vornehmlich zum Aufbereiten stark zersetzter Isolieröle, Turbinenöle und Motorenöle. Die Regenerate sind normalerweise blank und rein und unterscheiden sich auch in den üblichen Kennwerten nur unerheblich von den Ursprungsölen; darüber hinaus, so wird berichtet, sollen sie ihnen in der Verwendbarkeit zum mindesten gleichwertig, wenn nicht überlegen sein[6]. Dagegen hat man von anderer Seite festgestellt, daß konzentrierte Schwefelsäure nicht nur auf die Alterungsstoffe polymerisierend, oxydierend und sulfurierend einwirkt, sondern auch das unversehrte Öl selbst selektiv angreift. Deshalb kann jedenfalls die wiederholte Regenerierung desselben Öles zu seiner Verarmung an bestimmten Verbindungen[7], zur Überraffinierung führen, die erfahrungsgemäß Schmierfähigkeit und Alterungsbeständigkeit herabsetzt. Infolgedessen hat man vorgeschlagen, regenerierte Transformatoren- und Turbinenöle als hochwertige Maschinenöle zu verbrauchen. Überdies lassen die Ausbeuten beim Schwefelsäure-Verfahren oft zu wünschen übrig. Seine Durchführung und Überwachung beanspruchen neben den erforderlichen Vorrichtungen gelernte Hilfskräfte und viel Zeit; das Hantieren mit der konzentrierten Säure und dem Abfallteer, der sich in kleinen Mengen nicht aufzuarbeiten lohnt, ist unangenehm und zudem nicht ungefährlich.

Aus diesen Gründen erklärt sich das Bestreben, die Altölregenerierung mit konzentrierter Schwefelsäure möglichst einzuschränken. So soll beispielsweise auch für Motorenöle die regelmäßige Reinigung durchaus genügen[8]. Keineswegs erkennt man aber die Farbe des Gebrauchsöls, die mit der Zeit zunehmend dunkler wird, als Merkmal für seine Güte oder als Maßstab für die Art der Altölaufbereitung an. Dem Urteil nordamerikanischer Fachleute zufolge könnte man auf Regenerierverfahren überhaupt verzichten, weil man nach ihm gebrauchte Öle nur zu reinigen oder aufzufrischen braucht[9]. Diese Ansicht dürfte jedoch auf stark gealterte Spezialöle kaum zutreffen. Den richtigen Standpunkt vertreten wohl die Vorschläge, die auch in diesen Fällen das bisher bevorzugte Chemikal, die Schwefelsäure, für entbehrlich halten und durch ein milderes ersetzen wollen; denn schließlich handelt es sich hier um ehemalige, inzwischen nur gealterte Raffinate, so daß die Aufgabe der Regenerierung lediglich darin besteht, die vom Öl nachträglich aufgenommenen oder in ihm entstandenen Schmutzstoffe durch ein spezifisch wirkendes Hilfsmittel in dem erforderlichen Ausmaß zu beseitigen.

Zum Neutralisieren und Fällen der sauren Ölbestandteile eignet sich wäßriges Ammoniak[1] weniger als Ätznatron, letzteres hauptsächlich als konzentrierte oder verdünnte Lösung, danach aber auch in Pulver- oder Pastenform[2]. Hierbei führt unzweckmäßige Arbeitsweise leicht zur Emulsionsbildung und damit zu Zeit- und Ölverlusten. Vielfach verwendet man zum Ausflocken der Verunreinigungen im Öl auch feste und gelöste Alkalisalze, wie Soda[3], Bleichsoda[4], Silikate[5], Aluminate[6] und, als besonders vorteilhaft, Trinatriumphosphat[7] allein oder im Gemisch mit Wasserglas[8]. Eine ähnliche Aufgabe weist man den Halogeniden der Metalle aus der 3. Gruppe zu[9]. Beispielsweise erhitzt man entwässertes Altöl mit festem Aluminiumchlorid[10] auf 130 bis 350° unter Rühren, wobei Asphaltstoffe schlammig ausfallen und anschließend mit dem Chemikal zusammen durch Filtern abgeschieden werden. Übrigens hat Aluminiumchlorid als altbewährtes Polymerisations- und Kondensationsmittel auch bei der Mineralölraffination und Schmierölsynthese Eingang gefunden. Der Vollständigkeit halber seien noch die Verfahren hier erwähnt, die gebrauchte Öle durch Zusatz organischer Substanzen wie Ricinusöl in Verbindung mit Mineralöl[11] oder Triäthanolamin[12], wäßriges Äthylenglykol[13] oder Tabletten aus Stearinsäure und Paraffinöl[14] in dieser oder jener Weise aufbereiten. Die sinnvolle Altölregenerierung erfordert letzten Endes genaue Kenntnisse über die Entstehung und Beschaffenheit der Alterungsstoffe. Die eigentliche Ölzersetzung gründet sich im wesentlichen auf Oxydationsvorgänge, ganz gleichgültig ob es sich hierbei um Sauerstoffaufnahme, Wasserstoffabgabe oder um ein Zusammenwirken beider Reaktionen handelt. Daher müßte grundsätzlich die Abspaltung des Sauerstoffs und die Wiedereinführung von Wasserstoff, also die Reduktion des gealterten Moleküls, genügen, um das Neuöl selbst zurückzubilden oder um ein etwa gleichwertiges Erzeugnis zu erhalten. Tatsächlich hat man die katalytische Druckhydrierung des Altöls bei etwa 300 bis 500° schon vorgeschlagen[15]; praktisch kommt sie in erster Linie für gebrauchte Syntheseöle in Betracht.

(Schluß folgt.)

[1] It. P. 375517.
[2] It. P. 315321.
[3] It. P. 384441 u. 384442.
[4] F. P. 849891.
[5] Ö. P. 145207.
[6] C. Becher jr., Seifensieder-Ztg. 62 (1935) S. 577; F. L. Hana, Elektr.-Wirtsch. 35 (1936) S. 215; G. Schendell, Elektr.-Wirtsch. 35 (1936) S. 213; H. Rösner, Chem.-Ztg. 59 (1935) S. 921.
[7] H. Stäger, Schweizer Arch. angew. Wiss. Techn. (1935) S. 189.
[8] E. Graefe, Brennstoff-Chem. 16 (1935) S. 326.
[9] E. Graefe, Petroleum 33 (1937) Nr. 21.

[1] Can. P. 313759.
[2] F. P. 862984.
[3] A. P. 1919655.
[4] W. Schaefer, Seifensieder-Ztg. 61 (1934) S. 501.
[5] It. P. 338795 u. 377573, A. P. 2124814.
[6] A. P. 2023988.
[7] Finn. P. 18707, W. Obst, Allg. Öl- u. Fett-Ztg. 31 (1934) S. 459.
[8] Schw. P. 169711, E. P. 409522, F. P. 757234.
[9] Bel. P. 443446.
[10] It. P. 325786, F. P. 771083, E. P. 413537.
[11] Aust. P. 3486/1931.
[12] A. P. 1903370.
[13] Russ. P. 57131.
[14] F. P. 875118.
[15] F. P. 746041.

Zur Frage der Verwendung von Lichttelephoniegeräten im Bergbau.

Von Dr.-Ing. Rudolf Burgholz,
Technischer Überwachungs-Verein Essen.

In der Veröffentlichung »Ein für den Bergbau neuartiges elektroakustisches Sprechverständigungsgerät«[1] wurde auf Lichttelephoniegeräte hingewiesen. Im Rahmen der Aufgaben, die der Nachrichtentechnik bei dem Bestreben zufallen, die Leistung des deutschen Bergmannes durch maschinelle Hilfsmittel zu steigern, sollen diese Ausführungen einen kurzen Einblick in die technische Seite der Nachrichtenübermittlung mit Lichtstrahlen geben und ihre Einsatzmöglichkeiten klarlegen. Versuchsergebnisse können aus zeitbedingten Gründen noch nicht mitgeteilt werden.

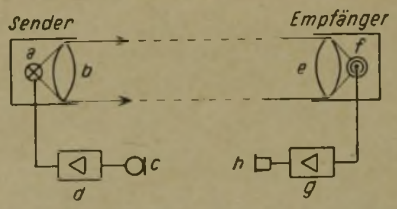
Das Verfahren.

Die ältere Methode der Nachrichtenübermittlung durch Lichtstrahlen arbeitet mit einer Lichtquelle als Sender, die in bestimmter Folge nach dem Morsealphabet ein- und ausgeschaltet bzw. abgedunkelt wird. Die mit dem Lichtstrahl gegebenen Zeichen werden auf der Empfangsseite mit den Augen wahrgenommen und niedergeschrieben, weshalb der Aufnahme und damit der Übertragungsgeschwindigkeit natürliche Grenzen gesetzt sind.

Die neueren Verfahren bedienen sich des in Abb. 1 schematisch dargestellten Übertragungsvorganges. Die Quelle *a* strahlt ihr Licht durch die Linse *b* als paralleles Lichtbündel aus. Die Sprachschwingungen werden von dem Mikrophon *c* aufgenommen und nach Durchlaufen des Verstärkers *d* auf den Lichtstrahl moduliert. Auf der Empfangsseite nimmt die Linse *e* den modulierten Lichtstrahl auf und führt ihn der im Brennpunkt angeordneten Photozelle *f* zu. Sie wandelt die Intensitätsschwankungen

[1] Glückauf 79 (1943) S. 453/59.

des Lichtes in Stromschwankungen um, die im Verstärker *g* auf die für den Fernhörer *h* erforderliche Stärke gebracht werden. An Stelle der Linsen *b* und *e* können auch sphärische Spiegel benutzt werden, die bei guter Oberflächenbeschaffenheit und Genauigkeit der parabolischen Form eine um vieles bessere Energiekonzentration mit sich bringen als Glaslinsen mit ihren Absorptionsverlusten.



a Lichtquelle, b Linse, c Mikrophon, d Verstärker, e Linse, f Photozelle, g Verstärker, h Fernhörer.

Abb. 1. Schema eines lichtelektrischen Übertragungsvorganges.

Die Verbindung kann mit Lichtstrahlen im sichtbaren Spektralbereich ($f = 4 \cdot 10^{14}$ bis $8 \cdot 10^{14}$ Hz) oder im Infrarotbereich ($f = 5 \cdot 10^{13}$ bis $4 \cdot 10^{14}$ Hz) hergestellt werden. Bei der Benutzung des infraroten Bereiches werden lediglich für infrarote Strahlen durchlässige Glasfilter in den Strahlengang eingeschoben, wodurch die Verbindung unsichtbar bleibt und gegen beabsichtigte Störungen geschützt ist.

Der Sender.

Beim Sender kommt es auf eine möglichst naturgetreue Umformung der zu übertragenden Nachrichten in Lichtwerte an. Mikrophon und Verstärker können dieser Forderung heute ohne weiteres entsprechen, so daß hier nur die Eigenschaften der verschiedenen Lichtquellen und deren Modulationsverfahren zu besprechen sind.

1. Die Lichtquellen.

Als Lichtquellen stehen Glimmlampen, Bogenlampen und Glühlampen zur Verfügung.

Infolge ihrer physikalischen, in der Natur der Gasentladung begründeten Eigenschaften geben Glimmlampen die Modulationsfrequenzen trägheitsfrei wieder. Die Stromänderungen setzen sich augenblicklich in entsprechende Änderungen der Lichtintensität um, weil die Zahl der ionisierenden Stöße der Elektronengeschwindigkeit bzw. -dichte proportional ist. Zwischen dem Auftreffen der ionisierenden Elektronen auf die Atome der Edelgasfüllung der Glimmlampe (z. B. Neon, Neon mit Heliumzusatz) und dem Einsetzen der Lichtemission liegt eine praktisch nicht ins Gewicht fallende Verzögerung, die eine einwandfreie Übertragung des gesamten Tonfrequenzbereiches gewährleistet. Trotz der guten Betriebssicherheit und der Einfachheit ist die Benutzung von Glimmlampen durch ihre geringe Leuchtdichte (etwa 5 bis 10 HK/cm²) sehr eingeschränkt. Selbst von Glimmlampen mit Hohlkathode, die die Leuchterscheinung in einen engen Raum zusammendrängt, können praktisch bedeutsame Entfernungen nicht überbrückt werden, weil der Störpegel des Fremdlichtes sehr bald die Übertragungslichtstärke erreicht und dauernde Störungen verursacht. Unsichtbare Verbindungen können mit der Glimmlampe nicht hergestellt werden, weil das Glimmlicht durch selbständige Entladung bei »kalter« Kathode entsteht und deshalb infrarote Strahlen nicht aussendet.

Bogenlampen ermöglichen bei großen Lichtintensitäten durch Überlagerung von Speisestrom und verstärkten Mikrophonströmen ebenfalls naturgetreue Übertragungen im Tonfrequenzgebiet. Sie erzeugen infrarote Strahlen mit gutem Wirkungsgrad. Praktische Gründe sprechen aber gegen ihre Anwendung als Lichtquelle für Sender, die als ortsveränderliche Geräte im Bergbau benutzt werden sollen.

Je nach dem angewandten Modulationsverfahren müssen an Glühlampen verschiedene Anforderungen gestellt werden. Bei der Modulation des Lichtstrahles durch elektromechanische oder -optische Verfahren eignet sich jede Glühlampe als Strahlungsquelle. Soll die Modulation aber im Lichtstromkreis selbst erfolgen, so kommen besondere Niedervolt-Lampen mit kurzem und dünnem Glühfaden in Frage, weil sich die erstrebten großen Temperaturänderungen nur mit Fäden kleiner Wärmekapazität erreichen lassen. Außerdem hängen die Amplitudenschwankungen des ausgesandten Lichtes von der absoluten Fadentemperatur und von der Frequenz ab, wobei die Amplituden mit zunehmender Frequenz stark abfallen. Das für eine gute Sprachverständlichkeit erforderliche Frequenzband von etwa 250 bis 3500 Hz wird aber einwandfrei übertragen. Als lichtstarke Temperaturstrahler erlauben Glühlampen auch im infraroten Gebiet des Spektrums zu arbeiten.

Für die Auswahl der Senderlampe ist ihre Leuchtdichte [HK/cm²] ausschlaggebend. Die Reichweite kann also nicht ohne weiteres durch Lampen mit größerer Leistungsaufnahme erhöht werden. Nach Erreichen der für den Glühfaden zulässigen Grenztemperatur wird eine höhere Wattaufnahme nur durch Vergrößern der strahlenden Oberfläche erzielt. Sobald aber die Flächenabmessungen des Strahlers größer werden, nimmt auch der Streuwinkel des Senders zu, der durch den Verhältniswert aus dem Durchmesser des strahlenden Körpers zur Brennweite der Linse des Senders festgelegt ist.

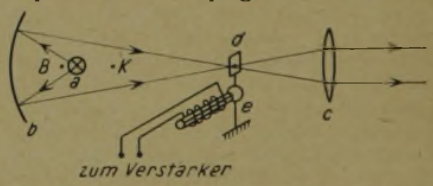
2. Die Modulationsmöglichkeiten.

Zur Modulation des Senders bedient man sich eines mittelbar oder eines unmittelbar wirkenden Verfahrens. Die mittelbare Modulation geschieht durch Beeinflussung des Strahlenganges zwischen Sender und Empfänger bei konstant strahlender Lichtquelle; sie ist somit von der Trägheit der Lampe unabhängig. Dagegen wirkt das unmittelbare Verfahren auf den Stromkreis der Senderlampe ein.

a) Die mittelbare Modulation.

Daß das einfachste Modulationsverfahren mit einer vor den Sender nach Abb. 1 geschalteten Blende ausscheidet, ergibt sich von selbst. Bei den in Größe der Linse des Senders erforderlichen Abmessungen der Blende kann sie infolge ihrer trägen Masse den schnellen Sprachschwingungen nicht folgen.

Zu kleineren Blendenmaßen verhilft die in Abb. 2 gezeigte elektromagnetische Modulation. Die Lichtquelle *a* liegt zwischen dem Brennpunkt und dem Krümmungsmittelpunkt des Hohlspiegels *b* und wird im Schnitt-



a Lichtquelle, b Hohlspiegel, c Linse, d Schirm, e elektromagnetischer Antrieb. B Brennpunkt, K Krümmungsmittelpunkt des Spiegels.

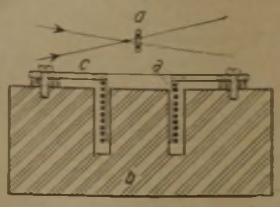
Abb. 2. Modulation des Lichtstrahls durch einen elektromagnetisch angetriebenen Schirm.

punkt der Strahlen abgebildet. Die Linse *c* ist so angebracht, daß ihr Brennpunkt mit diesem Bildpunkt zusammenfällt und dadurch eine Abbildung der Senderlampe im Unendlichen entstehen läßt, die vom Empfänger aufgenommen werden kann. Im Brennpunkt der Linse ist nun ein kleiner Schirm *d* (eine Blende mit Spalt) angebracht, der durch das vom Verstärker angetriebene elektromagnetische System *e* im Takte der Modulationsfrequenzen in Schwingungen gebracht wird und der dadurch das von der Linse des Empfängers auf die Photozelle projizierte Bild mehr oder weniger verdeckt. Es handelt sich hier also nicht um eine reine Helligkeitssteuerung, wie bei der unmittelbaren Modulation, sondern um Lichtschwankungen, die durch Größenänderungen des Bildes hervorgerufen werden. Nach ähnlichen Anordnungen arbeiten verschiedene in Vorschlag gebrachte Verfahren mit elektromagnetisch gesteuerten Schwingspiegeln[1] oder schwingenden Gittern[2]. Bei allen Verfahren dieser Art wird sich ein Frequenzgang ähnlich dem des Telephons ergeben. Die Wiedergabe höherer Frequenzen des Tonfrequenzbereiches wird durch die Masse, die Steifheit und die Einspannung des Antriebssystems verhindert. Also läßt sich nur eine ausreichende Sprachverständlichkeit erzielen. Zur gleichzeitigen Übermittlung von Fernmeßwerten reicht das Frequenzband nicht aus.

Einen viel besseren Frequenzverlauf liefern elektrodynamische Systeme. Die Tauchspule *a* ist in dem

[1] Majorana, Q., Rend. di Bologna 33 (1928/29) S. 87.
[2] Rolla, L., u. Mazza, L., Linc. Rend. Rom 11 (1930) S. 19.

permanenten Topfmagneten *b* an einer Spinne *c* sehr dämpfungsarm aufgehängt. Sie trägt den Schirm *d*, der den Lichtstrahl modelt (Abb. 3).



a Tauchspule, b permanenter Topfmagnet, c Spinne, d Schirm.

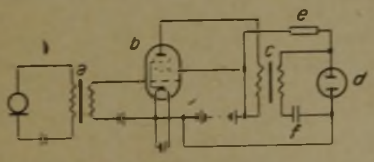
Abb. 3. Elektromagnetisches Antriebsystem.

Trägheitslosigkeit bis zu 10^5 Hz besitzen Modulationsanordnungen mit einer an Stelle des Schirmes *d* in den Strahlengang gebrachten Kerrzelle[1]. Sie besteht aus einem Kondensator mit Flüssigkeitsdielektrikum (Nitrobenzol), welches unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes doppelbrechende Eigenschaften annimmt. Man ordnet vor und hinter der Kerrzelle ein Nicolsches Polarisationsprisma mit gekreuzten Ebenen an. Solange der Kondensator spannungsfrei ist, tritt kein Licht aus dem zweiten Prisma aus. Durchläuft das vom ersten Prisma linear polarisierte Licht aber die mit den verstärkten Modulationsspannungen gespeiste Kerrzelle, so wird es in zwei phasenverschobene Komponenten aufgespalten. Nunmehr wird vom zweiten Prisma polarisiertes, in seiner Helligkeit von der Modulation gesteuertes Licht durchgelassen. Leider ist dieses Verfahren für kleine Lichttelephoniegeräte nicht geeignet, weil die Absorptionsverluste in den Prismen und in der dielektrischen Flüssigkeit eine zu geringe Lichtausbeute mit sich bringen.

Eine weitere elektrooptische Modulationsmöglichkeit bietet die Erzeugung von stehenden Ultraschallwellen in einem durchsichtigen Flüssigkeitstrog[2]. Die Schallwellen geben von dem durch den Trog fallenden Licht ein Beugungsspektrum, das durch tonfrequente Modulation des Ultraschalls örtlichen Verlagerungen unterliegt und hierbei dem durchfallenden Licht die Modulation als Helligkeitsschwankungen aufdrückt. Dieses Verfahren scheidet für die vorgesehenen Zwecke wegen seines großen apparativen Aufwandes aus.

b) Die unmittelbare Modulation.

Bei der Modulation von Glimmlampen, die nach der in Abb. 4 angegebenen Schaltung erfolgen kann, ist ein



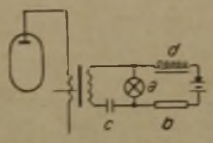
a Mikrophontransformator, b Verstärkerröhre, c Ausgangstransformator, d Glimmlampe, e Schutzwiderstand, f Kondensator.

Abb. 4. Schaltung zur Modulation des Lichtes von Glimmlampen.

Ruhestrom erforderlich, der größer als die größte auftretende Modulationsamplitude sein muß, falls die Modulation linearen Gesetzen folgen soll. Zu diesem Zweck entnimmt man der Anodenbatterie über einen Schutzwiderstand eine Vorspannung, die an der unteren Zündgrenze der Lampe liegt. Es bedarf dann nur geringer Modulationsamplituden, die der Glimmlampe über den Ausgangstransformator und den Kondensator zugeführt werden. Die Glimmlampe läßt sich auch unmittelbar in den Anodenkreis der Röhre legen, wobei die Anodenbatterie allerdings eine um den Spannungsabfall an der Glimmlampe höhere Spannung haben muß.

Glühlampen werden nach Abb. 5 angeschlossen. Kondensator und Drossel dienen zur Trennung des Gleichstromkreises vom Wechselstromkreis. Der Gleichstromkreis und der Kondensator können wegfallen, wenn der Glühfaden der Lampe so bemessen wird, daß er unmittelbar mit dem modulierten Anodengleichstrom gespeist werden kann.

Während bei den elektromechanischen Verfahren durch geeignet gewählte Schirme bzw. Blenden offensichtlich Modulationsgrade bis zu 100% zu erreichen sind, zeigen die experimentellen Untersuchungen über die Lichtmodu-



a Glühlampe, b Regelwiderstand, c Kondensator, d Drossel.

Abb. 5. Schaltung des Ausgangskreises bei der Modulation von Glühlampen.

lation wechselstromgeheizter Glühlampen im Tonfrequenzbereich[1], daß dünndrähtige Glühlampen hoher Leuchtdichte sich bei 1000 Hz etwa mit 1% modulieren lassen. Verzichtet man aber unter Verkürzung des Glühfadens und Füllung der Lampe mit Helium oder Wasserstoff auf die hohe Leuchtdichte, so sind Modulationsgrade bis zu 30% möglich.

Von den praktisch in Frage kommenden Modulationsverfahren sind die unmittelbaren nicht nur wegen ihrer Einfachheit und großen Betriebssicherheit vorteilhaft, sondern auch deshalb, weil sich bei ihnen die Größe des Abbildes der Senderlampe am Empfangsort nicht ändert. Daher wird ein größerer Teil der Sendeenergie im Empfänger nutzbar — wodurch das Verhältnis des Nutzpegels zum Störpegel im Empfänger günstiger ist — als bei der mittelbaren Modulation unter sonst gleichen Voraussetzungen.

Der Empfänger.

Für einen guten Empfang ist neben der einwandfreien Modulation und der möglichst vollständigen Konzentration des vom Sender ausgestrahlten Lichtbündels auf die Empfangslinse die einwandfreie Rückwandlung der Lichtmodulation in elektrische Schwingungen ausschlaggebend. Sie muß in demselben Maße trägheitsfrei sein wie der Modulationsvorgang. Diese Forderung kann von Thermoumformern nicht erfüllt werden, weil die Einstellzeit, deren oberste Grenze bei 3 bis 4 s liegt, viel zu groß ist, von der geringen Empfindlichkeit ganz abgesehen.

1. Die Photozelle.

Sehr gute Ergebnisse lassen sich durch Ausnutzung der Erscheinungen der Photoemission gewinnen. Bestrahlt man geeignete Körper mit Lichtstrahlen, so wird die kinetische Energie der sich in dem Körper befindenden freien Elektronen erhöht und die Strahlungsenergie an die Leitungselektronen abgegeben, so daß sie aus dem bestrahlten Körper austreten und von einer Elektrode aufgefangen werden können. Auf diesen als lichtelektrischen Effekt bezeichneten Vorgang soll hier nicht eingegangen werden. Näheres kann dem Abschnitt »Der lichtelektrische Effekt und das Photoelement« einer früheren Abhandlung entnommen werden[2].

Die dort beschriebenen Photoelemente eignen sich aber wegen Hystereseerscheinungen nicht zur Rückwandlung des modulierten Lichtes. Hierfür sind Photozellen zu gebrauchen, deren Aufbau Abb. 6 zeigt. Sie enthalten in einem evakuierbaren Glaskolben *a* auf der inneren Wandung eine Metallisierung *b*, auf der die lichtempfindliche, elektronen-emittierende Schicht aufgedampft ist. Diese als Kathode dienende Schicht besteht hauptsächlich aus Substanzen der Alkali- und Erdalkali-Metalle und deren mechanischen Gemengen bzw. chemischen Verbindungen. Die verhältnismäßig kleine Anode *c* hat die Form eines Ringes

a Glaskolben, b Metallisierung mit aufgedampfter Emissionsschicht, c Drahtnetz-Anode, d Fenster.

Abb. 6. Aufbau einer Photozelle.

[1] Schröter, F., Elektr. Nachr.-Techn. 7 (1930) S. 1.
[2] Bergmann, L.: Der Ultraschall. Berlin, VDI-Verlag 1942.

[1] Köhler, H., Elektr. Nachr.-Techn. 15 (1938) S. 154/61.
[2] Burgholz, R.: Der Lichtmesser für tragbare Gruben-Mannschaftsleuchten, Glückauf 77 (1941) S. 281/87.

oder Netzes und gestattet den Eintritt des Lichtes in das Innere der Zelle durch das Fenster *d*.

Bei Vakuumzellen genügen je nach Schichtmaterial Anodenspannungen von 10 bis 50 V, um in das Gebiet des Sättigungsstromes zu kommen, d. h. alle ausgelösten Elektronen auf die Anode zu saugen. Eine Frequenzabhängigkeit besteht in dem hier interessierenden Gebiet nicht.

Mit einer inaktiven Gasfüllung der Zellen erreicht man durch Stoßionisation eine um das 10- bis 20fache höhere Empfindlichkeit als mit Vakuumzellen; dafür muß aber eine Frequenzabhängigkeit in Kauf genommen werden, weil der Ionisierungsvorgang Zeit beansprucht, die bei höheren Frequenzen bereits ins Gewicht fällt. Ein Sättigungsstrom tritt bei gasgefüllten Zellen nicht auf. Mit zunehmender Anodenspannung steigt der Photostrom an und führt infolge der immer größer werdenden Ionisation zunächst zur Glimmentladung und dann zur zerstörenden Lichtbogenentladung. In den handelsüblichen Zellen sind die Gasart, der Gasdruck und die räumliche Elektrodenanordnung so gewählt, daß der Durchschlag bei einer Spannung von etwa 150 V auftritt. Als Betriebsspannungen empfehlen sich daher 80 bis 110 V, bei denen sich auch der Frequenzabfall für Tonfrequenzen bis 8000 Hz und das Rauschen der Photozelle in erträglichen Grenzen halten. Letzteres entsteht während des Emissionsvorganges durch »zufällige« Schwankungen, die statistischen Gesetzen gehorchen. Für die genannten Betriebsspannungen liegen die Empfindlichkeiten bei 200 bis 600 µA/Lumen für rotempfindliche Schichten, die bei Glühlampenlicht mit Vorteil gebraucht werden.

Jede Beeinflussung der Photozelle durch Fremdlicht muß möglichst klein gehalten werden. Um Störungen zu vermeiden, wird die Photozelle durch eine Blende geschützt, die im Brennpunkt der Linse des Empfängers angebracht ist und nur das Bild der Senderlampe in die Zelle fallen läßt.

2. Der Verstärker.

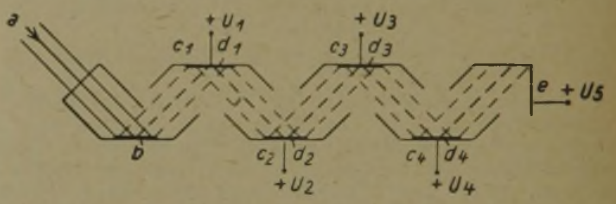
Die von der Photozelle gelieferten Ströme sind zu schwach, um die Membran des Kopfhörers in Schwingungen zu versetzen. Sie müssen mit den bekannten Niederfrequenzverstärkern vergrößert werden. Zu diesem Zwecke schließt man die Photozelle in Reihe mit einem sehr hochohmigen Widerstand (> 10 Megohm) an ihre Anodenspannungsquelle und gibt die an dem Widerstand auftretenden Wechselspannungen auf das Gitter der ersten Verstärkerröhre. Um möglichst große Entfernungen überbrücken zu können, braucht man nur eine entsprechend hohe Verstärkung zu wählen. Sie ist aber durch die Eigengeräusche (Röhren- und Widerstandsrauschen) des Verstärkers begrenzt, wobei weiterhin die gleichzeitige Mitverstärkung der von der Photozelle abgegebenen Störgeräusche sich unangenehm auswirkt.

Durch die in den letzten Jahren besonders fortgeschrittene Entwicklung von Sekundäremissions-Vervielfachern ist eine vorteilhaftere Verstärkung sehr kleiner Photoströme möglich geworden. Läßt man die aus der photoaktiven Schicht einer Hochvakuumzelle austretenden primären Elektronen nicht sofort in den äußeren Stromkreis fließen, sondern schießt sie erst auf eine Hilfsanode, die aus emissionsfähigem Material besteht, so lösen sie dort Sekundärelektronen aus, die ihrerseits wiederum als Primärelektronen auf eine weitere Hilfsanode gerichtet werden können usw. Die Verstärkung potenziert sich so mit der Anzahl der Stufen nach folgender Gleichung:

$$i_A = i_E \cdot \alpha^n,$$

wobei je Stufe 5 bis 7 Elektronen von einem ankommenden Elektron ausgelöst werden. Es bedeuten: i_A = Strom im Ausgang des Vervielfachers; i_E = Eingangsstrom des Vervielfachers, der von der Photokathode geliefert wird; α = Zahl der Sekundärelektronen dividiert durch Zahl der Primärelektronen; n = Anzahl der Stufen (Prallanoden). Wenn der photoelektrische Strom i_E gleich Null ist, ist auch i_A gleich Null; die einzelnen Stufen geben keinen Strom ab. Gegenüber den normalen Verstärkerröhren fehlt also der Anodenruhestrom und somit auch das durch ihn verursachte Rauschen. Ferner fallen die Kopplungswiderstände des Verstärkers als Rauschquellen weg. Das ist der wesentliche Vorteil der Sekundäremissions-Verstärkung kleiner Photoströme. Dazu gesellt sich die völlige Frequenzunabhängigkeit und Verzerrungsfreiheit des Vorganges, weil Hochvakuumzellen benutzt werden und die Auslösezeiten für Sekundärelektronen unter 10^{-9} s liegen.

Die anfänglich gebauten Sekundäremissions-Vervielfacher für Fernsehzwecke arbeiteten mit magnetischer Ablenkung. Bei ihnen ist ein sehr homogenes Magnetfeld erforderlich, dessen Einstellung viel Mühe macht. Der apparative Aufwand ist zu umfangreich, um die Vervielfacher mit magnetischer Ablenkung für die vorgesehenen Anwendungen zu benutzen. Dagegen bringen die neueren Vervielfacher mit elektrostatischer Ablenkung und Bündelung so große Vorteile, daß Vereinfachungen in anderen Teilen des Empfängers möglich sind. Der elektrostatische Vervielfacher arbeitet nach dem in Abb. 7 wiedergegebenen Schema. Die durch den modulierten Lichtstrahl *a* aus der Photokathode *b* freigemachten Elektronen fliegen zur



a einfallender Lichtstrahl, b Photokathode, $c_1 - c_4$ Prallanoden, $d_1 - d_4$ sekundäremissionsfähige Schichten (z. B. aus Cäsium).

Abb. 7. Schema eines Sekundärelektronen-Vervielfachers mit Photokathode.

ersten Prallanode c_1 und lösen aus deren sekundäremissionsfähigem Belag *d*. Elektronen aus. Die Beschleunigung der Photoelektronen erfolgt durch die an c_1 gelegte positive Spannung U_1. Die nächste Prallanode c_2 liegt an der höheren Spannung U_2, so daß die an c_1 ausgelösten Sekundärelektronen nach c_2 gezogen werden usw. Auf diese Weise verstärkt sich der Elektronenstrom beim Durchlaufen der Verstärkeranordnung auf dem eingezeichneten Weg lawinenartig und kann von der Auffangelektrode *e* (Anode) dem Fernhörer zugeführt werden. Durch besondere Formgebung der Prallanoden oder durch elektrostatische Linsen wird für die richtige Feldverteilung und dadurch für eine ungestörte Führung der Elektronen gesorgt.

Zum Einsatz des Gerätes.

Wegen der Abhängigkeit einer Lichttelephonieverbindung von den atmosphärischen Verhältnissen können nur geringere Entfernungen überbrückt werden als mit den üblichen Nachrichtenübermittlungseinrichtungen. Solange Wetter mit guter Sicht herrscht, ist die Absorption nicht von wesentlichem Einfluß auf die Güte der Verbindung. Schwieriger sind die Verhältnisse bei trübem Wetter oder Nebel, wo neben der Absorption in den Nebel- oder Regentröpfchen noch die energiestreuende Wirkung der Reflexions- und Brechungserscheinungen auftritt, die je nach der spektralen Zusammensetzung des zur Übertragung benutzten Lichtes sehr unterschiedlich ist. Immerhin läßt sich die Verbindung auch bei Nebel für die hier in Frage kommenden Entfernungen mit infraroten Strahlen aufrechterhalten.

J. W. L. Köhler[1] beschreibt die neuere Ausführung eines kleinen Lichttelephoniegerätes, mit dem recht gute Ergebnisse erzielt wurden. Die angegebenen Daten sind folgende: Sende- und Empfangsspiegel haben einen Durchmesser von nur 13 cm. Für die Brennweite von 7,5 cm liegt die Streuung des Lichtstrahles bei 1,5% der zu überbrückenden Entfernung. Als Lichtquelle dient eine gleichstromgespeiste Niedervolt-Glühlampe mit kurzem Faden, die nach dem unmittelbaren Verfahren moduliert wird. Die Sprechfrequenzen werden durch einen Verstärker mit der Endröhre KDD 1 in B-Schaltung verstärkt. Die Kennlinie des Verstärkers sorgt für eine nahezu gleichmäßige Modulation des empfängerseitig auf 300 bis 2500 Hz beschnittenen Sprechbereiches. Da die Glühlampe eine Leistungsaufnahme von 3 Watt hat, braucht die Röhre KDD 1 nur 1,5 Watt zur vollständigen Modulation des Lichtstrahles abzugeben. In dem Empfangsspiegel ist eine Cäsium-Photozelle hinter einer abschirmenden Blende angebracht, deren Ströme mit normalen Röhren verstärkt werden. Zur Verringerung des Rauschens werden Frequenzen über 2500 Hz nicht mitverstärkt. Sender und Empfänger werden aus Batterien gespeist und sind bequem zu tragen. Bei guter Sicht wurden betriebssicher über-

[1] Philips Techn. Rundschau 1 (1936) S. 152/57.

brückt: bei weißem Licht 4,5 km, bei rotem Licht 3 km. Bei Nebel kann die Verbindung über nicht zu große Entfernungen aufrechterhalten werden.

Vor Aufnahme des Sprechverkehrs muß der Empfangsstelle der Beginn eines Gespräches angekündigt werden. Zu diesem Zweck ist der Niederfrequenzverstärker des Empfangsgerätes dauernd einzuschalten, was mit Rücksicht auf den Röhrenverschleiß und auf den Stromverbrauch bei batteriegespeisten Geräten unerwünscht ist. Besser ist es, nur die Anode der Photozelle dauernd unter Spannung zu halten und beim Eintreffen des Rufes die direkt geheizten Röhren durch ein in den Anodenkreis der Photozelle gelegtes Relais selbsttätig einzuschalten. Zur unmittelbaren Beantwortung des Anrufes kann der Sender von Hand in Betrieb gesetzt werden. Gegenüber diesen beiden Möglichkeiten zeigt der Sekundäremissions-Vervielfacher auch hier seine Überlegenheit, indem er erst dann mit der Emission beginnt und der Anodenbatterie Strom entnimmt, wenn Empfangssignale eintreffen. Eine Heizstromquelle wird nicht benötigt. Er kann also ohne Nachteile dauernd eingeschaltet bleiben und vermeidet Relaisanordnungen.

Als ortsveränderliches Verständigungsgerät hat das Lichttelephoniegerät gute Aussichten auf erfolgreichen Einsatz für Sonderzwecke im Bergbau, vor allem deshalb, weil es an keine Leitung gebunden und genau so einfach wie ein Fernsprecher zu bedienen ist. Sehr bedeutsam gegenüber elektrischen Nachrichtenmitteln ist ferner die völlige Unabhängigkeit von äußeren nieder- und hochfrequenten Störeinflüssen und im Vergleich mit dem »Elektrischen Sprachrohr« auch die Unabhängigkeit von akustischen Störgeräuschen. Die Geräte können mit Hilfe des Sekundäremissions-Vervielfachers so gebaut werden, daß neben dem zur Sprechverständigung erforderlichen Frequenzband noch weitere Frequenzkanäle für Signal- und Fernmeßzwecke zur Verfügung stehen.

Im Untertagebetrieb beschränkt die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes die Anwendung der Lichttelephoniegeräte auf die geraden Strecken und auf die Schachtröhren. In letzteren kann das Gerät neben der Benutzung bei Schachtrevisionen und -reparaturen auch als Ersatzgerät für Schachtsignalanlagen wertvolle Dienste leisten, wozu es ohne weiteres hergerichtet werden kann. Im Abteufbetrieb ist es in der Lage, die Fernsprechanlage mit der Kabelwinde und ihrem bewehrten Bleikabel, das mit mindestens 5facher Sicherheit selbsttragend sein muß und deshalb der kostspieligste Teil der Anlage ist, zu verdrängen, zumal eine Verständigung mit übertage wegen des Lärmes auf der Sohle nur erfolgen kann, nachdem Arbeitsruhe geboten worden ist. Das Wecken von übertage zur Sohle hin wird infolge zu geringer Lautstärke meistens überhört. Mit dem Lichttelephoniegerät kann dagegen eine ausreichende Lautstärke im Fernhörer erreicht und ein kräftigeres Rufsignal gegeben werden, weil Verstärker mit genügender Ausgangsleistung zur Verfügung stehen; auch macht sich ein beabsichtigtes Gespräch im dunklen Schacht durch Einschalten der Senderlampe bemerkbar. Gleichzeitig kann es als unabhängiges, leicht zu betätigendes Signalgerät bei der Kübelförderung dienen, bei dem Fehlsignale durch besondere Schaltung unmöglich gemacht werden können. Ferner sei die Verwendbarkeit des Gerätes zur Fernmessung der Temperatur, des Druckes, des CO-, CO_2- und CH_4-Gehaltes, der Feuchtigkeit usw. der Luft auf der Schachtsohle erwähnt, die gerade beim Abteufen wegen der fortlaufend selbsttätigen Wetterfernbeobachtung besonders aufschlußreich ist. Als Fernsprech-, Signal- und Fernmeßgerät kann Batteriebetrieb wegen des zu hohen Stromverbrauches nicht mehr gewählt werden; der Anschluß erfolgt dann an den Lichtstromkreis für die Abteuflampe.

Der schnelle, unvorbereitete Einsatz als tragbares Fernsprechgerät im Tagesbetrieb der Schachtanlagen ergibt sich von selbst aus der Übertragungsart, die nur die gegenseitige optische Sichtbarkeit zwischen Sende- und Empfangsstelle voraussetzt. Man denke an die häufig sehr entbehrte Fernsprechverbindung beim Arbeiten an Schornsteinen, Fördergerüsten, Kühltürmen usw.

Im Tagebau fallen die im Untertagebetrieb durch die gekrümmten Strecken verursachten Beschränkungen in der Anwendung des Gerätes fort, so daß die Voraussetzung der optischen Sicht für das gesamte Grubenfeld gegeben ist. Im besonderen ergibt sich gerade für den Braunkohlentagebau eine Einsatzmöglichkeit, die es erlaubt, eine Sprechverbindung zwischen den Abraumfördergeräten, den Gewinnungsmaschinen und der Werkstatt am Schwenkpunkt des Abbaues sowie gegebenenfalls mit dem Hauptweichensteller herzustellen. Diese Verbindungen sind betriebstechnisch sehr erwünscht. Mehrfache Versuche verschiedener Grubengesellschaften brachten aber mit normalen Fernsprechern keine befriedigende Lösung, gleichgültig, ob die Verbindungsleitungen als besondere Adern in der Starkstromzuführung, die als Schleppleitung in Gummischlauchleitung verlegt ist, mitgeführt oder ob sie als besondere Fernsprechleitungen oder -schleppkabel an die Bagger herangeführt wurden. Die niederfrequenten Störungen der Antriebe für die Bagger und ihrer Steuerungen, die der selbstgesteuerten Gleichrichter für die Bahnen im Grubenfeld, die niederfrequenten Störungen von den einzelnen Lokomotiven usw. lassen sich mit wirtschaftlich tragbarem Aufwand nicht soweit beseitigen, wie es für eine einwandfreie Verständigung notwendig ist. Aus demselben Grunde scheiden auch hochfrequente Verbindungen aus. Mit Lichttelephoniegeräten lassen sich dagegen störungsfreie Sprechverbindungen für die in Betracht kommenden Entfernungen von 2 bis 4 km mit Sicherheit erzielen, auch bei unsichtigem Wetter.

Zusammenfassung.

Wenn das Verfahren der Lichttelephonie seinen Grundzügen nach erörtert wurde, so soll dadurch Verständnis für eine weitere Möglichkeit geweckt werden, wie die Lücken in der Nachrichtenübermittlung im Bergbau geschlossen werden können. Nach kurzem Eingehen auf das Prinzip des Verfahrens werden Lichtquellen und Modulationsmöglichkeiten für den Sender angegeben. Empfängerseitig sind durch die Entwicklungsergebnisse der letzten Jahre im Bau von Sekundäremissions-Vervielfachern mit Photokathode solche Fortschritte erzielt worden, daß gute Übertragungen breiter Frequenzbänder möglich sind und damit neben der Übertragung der Sprechfrequenzen auch Fernsignal- und Fernmeßwerte gleichzeitig übermittelt werden können. Weil Lichttelephoniegeräte nicht an Leitungen gebunden und so einfach wie Fernsprecher zu bedienen sind, ist ein schneller, unvorbereiteter Einsatz möglich, der den Geräten gute Aussichten auf erfolgreichen Einsatz für Sonderzwecke im Bergbau über- und untertage sichert.

Neue Wege bei der Kohlenaufbereitung in Schwerflüssigkeiten.

Von Dr.-Ing. Erich Trümpelmann, Saarbrücken.

(Schluß.)

Einstellvorrichtung zur schnellen Änderung der Badwichte.

Die Beschaffenheit der in der gleichen Anlage zur Aufbereitung gelangenden Rohkohlen ist in vielen Fällen sehr unterschiedlich und häufig in kurzen Zeitabständen wechselnd. Solange diese Unterschiede sich auf die Anteile der Berge und des als Mittelgut auszuscheidenden verwachsenen Gutes beschränken, können sie durch geeignete Einrichtungen an den Aufbereitungsmaschinen, beispielsweise Austragreglern an Setzmaschinen, oder die selbsttätige Änderung der Bettneigung und Fließgeschwindigkeit in Cascadynwäschen weitgehend ausgeglichen werden. Für Schwerflüssigkeitswäschen sind Beschaffenheitsänderungen dieser Art überhaupt ohne Bedeutung, solange die Abmessungen dieser Wäschen mit ihren Austragförderern die einzelnen Waschgüter zu bewältigen vermögen. Bei statischer Trennung kann auch bei stark schwankender Zusammensetzung der Rohkohlen stets mit dem bestmöglichen Aufbereitungsergebnis gerechnet werden, wenn die Wichte des Trennbades der aus der Verwachsungskurve sich ergebenden Trenngrenze entspricht. Liegt diese beispielsweise für die Reinkohlen mit 6% Asche bei 1,5, dann ist es für den Aufbereitungserfolg völlig gleichgültig, ob der Bergeanteil 5 oder 20% und der Anteil des

verwachsenen Gutes über 1,5 Wichte 3 oder 12% in der Rohkohle beträgt. Das Ausbringen an Reinkohlen wird dabei natürlich verschieden sein, entspricht aber jeweils dem bestmöglichen Ausbringen bei praktisch gleichbleibendem Aschengehalt von 6%.

Bei vielen Anlagen liegen die Verhältnisse jedoch so, daß nicht nur die Zusammensetzung der Rohkohlen bezüglich ihrer Anteilmengen an Bergen und verwachsenem Gut schwankt, sondern daß auch die Aschengehalte der einzelnen Wichtestufen, im besonderen der leichtesten Schwimmfraktionen, stark voneinander abweichen. Darf der Aschengehalt der Verkaufskohlen, wie dies meist der Fall ist, eine bestimmte Höhe nicht überschreiten, dann treten bei der Aufbereitung derartig unterschiedlich gearteter Rohkohlen Schwierigkeiten auf, die durchweg zu einer Beeinträchtigung des Aufbereitungsergebnisses und damit der Wirtschaftlichkeit führen. Schwerflüssigkeitswäschen, bei denen die Trennung bei einer bestimmten Wichte erfolgt, sind zum selbsttätigen Ausgleich derartiger Schwankungen ebensowenig geeignet wie die übrigen, auch modernsten Aufbereitungsmaschinen. Wird die Trenngrenze in solchen Fällen nicht durch eine von der Aufsicht durchgeführte Regelung der veränderten Beschaffenheit angepaßt, treten zwangsläufig schwerwiegende Nachteile ein, wie nachstehend an einem Beispiel der Praxis nachgewiesen werden soll. Die zur Vermeidung dieser Nachteile erforderliche Änderung der Wichte läßt sich in den Schwerflüssigkeitswäschen der bekannten Verfahren nur sehr langsam erreichen, so daß während mindestens einer halben Stunde, wahrscheinlich aber einer wesentlich längeren Zeit, die Nachteile in Kauf genommen werden müssen. Da derartige Änderungen der Beschaffenheit meist von den Rohkohlenzufuhren aus verschiedenen Flözen verursacht werden und demgemäß auf die Dauer des Zuströmens der betreffenden Kohlen beschränkt bleiben, wird man in der Regel auf eine Änderung der Wichte während des Betriebes verzichten und die Wichte von vornherein so einstellen, daß auch bei der Verarbeitung der ungünstigsten Kohle der zulässige Höchstaschengehalt nicht überschritten wird.

Auf einer oberschlesischen Schachtanlage, wo die Förderung aus fünf Flözen in der gleichen Aufbereitungsanlage aufbereitet werden soll, liegt beispielsweise die Trenngrenze für Reinkohlen von 25—5 mm mit 6% Aschengehalt bei den nachstehenden aus den Verwachsungskurven ermittelten Wichten:

1. Flöz	A.	Trennwichte	bei	6%	Asche	in	der	Kohle	= 1,88
2. „	H.	„	„	6%	„	„	„	„	= 2,00
3. „	P.	„	„	6%	„	„	„	„	= 1,73
4. „	SB.	„	„	6%	„	„	„	„	= 1,44
5. „	E.	„	„	6%	„	„	„	„	= 1,64

Zur Erzielung einer Verkaufskohle mit beispielsweise 6% Aschengehalt könnte durch gute vorherige Mischung sämtlicher Sorten eine Durchschnittsqualität geschaffen werden, für die je nach den Anfallmengen und der sich daraus ergebenden Durchschnittsverwachsungskurve eine Trennwichte zur Erzielung der gewünschten Verkaufskohle mit 6% Aschengehalt ermittelt werden könnte. Bei Einstellung dieser Trennwichte könnte dann ein Höchstausbringen an Kohlen mit 6% Aschengehalt erzielt werden. Voraussetzung für ein derartiges Ergebnis wären aber eine gute Mischung und ein praktisch gleichbleibender Anfall der einzelnen Sorten. Muß dagegen damit gerechnet werden, daß zeitweilig nur die günstigste und zeitweilig nur die ungünstigste Rohkohle zur Aufgabe gelangt, dann müßte man, wenn eine schnelle Umstellung der Wäsche nicht möglich ist, die Wichte auf die ungünstigste Kohle, also im vorliegenden Falle auf 1,44 einstellen, damit die vorgeschriebenen 6% Aschengehalt nicht überschritten werden. Bei einer derartigen Wichte würden aber von den anderen Rohkohlen wesentliche Anteilmengen, und zwar bei Rohkohle A rd. 9%, H rd. 9%, P rd. 7% und E rd. 8% der Aufgabe oder rd. 10,6, 9,3; 8,4 und 10%, bezogen auf die mit 6% Aschengehalt gewinnbaren Reinkohlen mit dem Mittelgut ausgetragen werden. Die vorstehenden Zahlen zeigen eindeutig, daß die für die Betriebsführung zur Einhaltung des vorgeschriebenen Aschengehaltes bequeme und sichere Einstellung auf die Trennwichte der ungünstigsten Rohkohle zu Ausbringensverlusten führen muß, die die Wirtschaftlichkeit des Betriebes in sehr hohem Maße beeinträchtigen und als untragbar gelten müssen. Wenn also zur Vermeidung derartiger Verluste das Mittel der vorherigen Mischung angewandt wird, muß auch die Gewähr gegeben sein, daß die Mischung gleichförmig erfolgt und die Anteilmengen der einzelnen Kohlensorten immer gleich bleiben. Diese Vorbedingung kann bei den im Abbaubetrieb zwangsläufig sich ergebenden Schwankungen in den Anlieferungen von den einzelnen Abbaustellen nur erfüllt werden, wenn die einzelnen Sorten getrennt gebunkert und aus den Bunkern in dem gewünschten Anteilverhältnis abgezogen und gemischt werden. Sicherer und einfacher wäre es aber, wenn auf die Mischung verzichtet und bei Beschickung der Wäsche mit einer Sorte bei zugweiser Anlieferung oder aus einem der Bunker durch wenige Handgriffe die Trennwichte der betreffenden Kohlensorte angepaßt werden könnte.

Da die Wichte der Trennflüssigkeit bei einem gegebenen Beschwerstoff nur von dem Mischungsverhältnis Wasser/Beschwerstoff abhängt, läßt sich in einem Trennbad der vorgeschlagenen Bauart mit Wichteausgleichabteil eine Wichteänderung mit wenigen Handgriffen dadurch erreichen, daß man die Überlaufkante für schwerstofffreies Wasser senkt oder hebt. Das zur Erzielung einer bestimmten Wichte erforderliche Ausmaß der Senkung oder Hebung der Überlaufkante kann dabei auf einer Skala vermerkt sein, so daß der Waschmeister nur auf die entsprechende Marke einzustellen braucht, wenn bei Aufgabe einer anders gearteten Rohkohle die Einstellung einer anderen Wichte zur Erzielung einer gewaschenen Kohle mit dem gleichen Aschengehalt erforderlich wird. Ist das Trennbad wie vorgeschlagen, mit der durch ein Aräometer gesteuerten Vorrichtung zum selbsttätigen Ausgleich von Schwankungen, die bei Änderungen der durchschnittlichen Körnung durch vermehrten oder verminderten Austrag an Beschwerstoffen hervorgerufen werden, ausgerüstet, dann braucht das zur Auslösung der Regelung bestimmte Aräometer nur durch ein anderes auf die gewünschte Wichte entsprechend geeichtes Aräometer ersetzt zu werden, oder man müßte an dem Aräometer der Bauart Zimmermann die Kontakte an die Stellen des gewünschten Wichtebereiches verschieben. Je nach der gewünschten Wichte wird dann die Überlaufkante (Rinne) solange gehoben oder gesenkt, bis der Strom endgültig unterbrochen und damit die gewünschte Wichte erreicht ist. Wird dagegen die selbsttätige Wichteregelung in Abhängigkeit von einem der Normalwichte entsprechenden, unveränderlichen Stand des Wasserspiegels im Ausgleichabteil mit Hilfe eines im Trennbad angeordneten Schwimmers durch Ausscheidung oder Zusatz von Schwerstoff und umgekehrt gleichzeitig im entsprechenden Verhältnis von Wasser betätigt, dann genügt eine Umstellung der Überlaufkante im Ausgleichabteil auf die auf einer Skala vermerkten der gewünschten Wichte entsprechenden Höhe. Die durch den Schwimmer betätigte Ausscheidung oder Zugabe von Schwerstoff und Wasser bleibt dann bis zur Erreichung der gewünschten Wichte in Wirksamkeit.

Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht demnach eine Änderung der Trennbadwichte durch einfaches Höher- oder Tieferstellen der Überlaufkante im Ausgleichabteil auf den auf einer geeichten Skala für die betreffende Wichte vermerkten Stand.

Selbsttätige Trennbadreinigung.

In den vorhergehenden Darlegungen wurde nachgewiesen, daß bei Ausstattung eines Trennbades mit einem Ausgleichabteil laufend Wasser ohne Verminderung der Badwichte in das Trennbad geleitet werden kann. Die Menge des zusetzbaren Wassers ist dabei, wie bereits im gleichen Abschnitt mitgeteilt wurde, von der Absinkgeschwindigkeit des Beschwerstoffes und von der Größe des Ausgleichabteils abhängig.

Die Absinkgeschwindigkeit von Feststoffen in ruhigem Wasser ist je nach Korngröße, Wichte und Beschaffenheit der Feststoffe verschieden, und zwar bei den bei der Schwerflüssigkeitsaufbereitung in Frage kommenden Feststoffen in einem Ausmaß, das eine leichte Trennung der Beschwerstoffe mit über 4 Wichte von dem in der Rohkohle enthaltenen Stoffen mit unter 3 Wichte ermöglicht. Weisen die in eine Schwerflüssigkeit durch Abrieb oder unzureichende Vorentstaubung gelangten Feststoffe, wie Kohlen, Letten oder Schiefer, die Kornfeinheit des Beschwerstoffes auf, was früher oder später infolge des ständigen Umlaufes der Stoffe der Fall sein muß, dann ist die Absinkgeschwindigkeit der als Verunreinigung zu bezeichnenden Beimengungen in der Schwerflüssigkeit im Vergleich zu der Absinkgeschwindigkeit des Beschwerstoffes so gering, daß bei

entsprechender Bemessung der Strömungsgeschwindigkeit eines in der Suspension aufsteigenden Wasserstromes die Verunreinigungen mit nach oben genommen und mit dem durch Überlauf abfließenden Wasser ausgeschieden werden können. Die Strömungsgeschwindigkeit des aufsteigenden Wassers muß also geringer als die Absinkgeschwindigkeit des Beschwerstoffes und größer als die Absinkgeschwindigkeit der Verunreinigungen gehalten werden. Den Unterschied der Absinkgeschwindigkeiten von beispielsweise reinem Walzensinter, Kohle, Quarz, Schiefer und Ton im Wasser zeigt die Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3: Absinkgeschwindigkeiten von Walzensinter, Kohle, Quarz, Schiefer und Ton bei Aufgabe von Suspensionen dieser Stoffe mit 10% Feststoff-Raumanteil in die Wassersäule eines Standzylinders mit 50 mm Dmr. und 247 mm Höhe.

Gutart	Wichte	Körnung mm	Absinkdauer der Trübung bis zum Gefäßboden s	Bodensatz erkennbar nach s	Klarwasserschicht über der Trübe nach 3 min
Walzensinter	5,2	— 0,06	4	100	rd. 240 mm prakt. klar
Kohle	1,28	— 0,06	8	—	keine
Quarz	2,6	— 0,06	7½	—	20 mm
Schiefer . . .	2,2	— 0,06	8½	—	20—25 mm Aufhellg.
Ton	2,4	— 0,06	8	—	30 mm noch milchig

Die festgestellten großen Unterschiede in der Absinkgeschwindigkeit bieten also die Möglichkeit zur Ausscheidung der durch Abrieb oder unzureichende Vorentstaubung in die Schwerflüssigkeit gelangten Verunreinigungen. Bei dem vorgeschlagenen Verfahren kann diese Ausscheidung laufend während des Betriebes aus der im Trennbad befindlichen Schwerflüssigkeit durch Zusatzwasser ohne Beeinträchtigung der Trennwichte erfolgen. Es ist dabei gleichgültig, ob das für die Ausscheidung der Verunreinigung erforderliche Wasser als Frischwasser oder als Überschußwasser einer in das Trennbad zurückgeleiteten Brause- oder Entschlämmungstrübe in die Schwerflüssigkeit gelangt.

Bei den in der in Abb. 7 wiedergegebenen Modellwäsche im Juli 1941 durchgeführten Versuchen, über die bereits ausführlich im 2. Abschnitt des Hauptteiles berichtet worden ist, lief das Überschußwasser innerhalb der ersten Versuchsstunden dunkel gefärbt am Überlauf des Ausgleichabteils über, während es später völlig klar ausgeschieden wurde. Die Wichte des ausgeschiedenen Wassers ließ auch während der ersten Zeit keine Erhöhung über 1 erkennen. Die Dunkelfärbung des Wassers innerhalb der ersten Stunden war offenbar auf die mit dem Überschußwasser ausgeschiedenen Verunreinigungen des Sinters zurückzuführen, die in so geringem Anteil in dem ausfließenden Wasser vorhanden waren, daß durch sie eine meßbare Wichteerhöhung nicht hervorgerufen wurde. Da selbst bei einer Trennbadwichte von 1,9 je min noch 4,5 l Wasser in die Trennflüssigkeit des rd. 280 l fassenden Trennbades der Modellwäsche geleitet werden können, kann eine dem Badinhalt entsprechende Wassermenge ohne Ausscheidung von Beschwerstoff innerhalb von rd. 1 h durch die Schwerflüssigkeit geleitet und unter Mitnahme der Verunreinigungen als Überlauf des Ausgleichabteils ausgeschieden werden. Eine derartige, ununterbrochene Erneuerung des Wasseranteils der Schwerflüssigkeit, durch welche die in die Schwerflüssigkeiten gelangenden Verunreinigungen mit dem Ausflußwasser laufend ausgeschieden werden, macht die sonst neben der eigentlichen Aufbereitungsanlage erforderlichen Einrichtungen zur Ausscheidung der die Viskosität der Trennflüssigkeit erhöhenden Verunreinigungen überflüssig. Durch die Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens können also wesentliche Anlageteile erspart und der Betrieb einfacher und wirtschaftlicher gestaltet werden.

Badzonen unterschiedlicher Wichte.

Mehrproduktengewinnung.

Bei der Kohlenaufbereitung in den europäischen Kohlenrevieren muß in den meisten Fällen eine Trennung des Rohgutes in Kohlen, Mittelgut (Kesselkohlen) und Berge erfolgen, damit einerseits der für den Absatz und die Verwertung der Kohlen zulässige Höchstaschengehalt nicht überschritten wird, und anderseits keine noch Heizwert besitzenden mit Bergen durchwachsene Kohlen oder mit Kohlen durchwachsene Berge mit den Reinbergen verlorengehen. Seitdem für einige Weiterverarbeitungszwecke, wie die Hydrierung und die Gewinnung von Schwimmkohlen oder Ausgangskohlen für die Elektrodenherstellung, Kohlen in besonderer Reinheit mit möglichst niedrigem Aschengehalt geliefert werden müssen, ergibt sich häufig die Notwendigkeit, die Rohkohlen in vier Produkte zu trennen.

Bei der Verwendung von Schwerflüssigkeiten zur Rohkohlenaufbereitung kann naturgemäß innerhalb eines Trennbades mit bestimmter Wichte statisch nur eine Trennung in zwei Gutsorten erfolgen. Je nach der Trennwichte muß also das eine oder andere der angefallenen Güter in einem zweiten Bad bei einer anderen Trennwichte weiter aufbereitet werden, was normalerweise zu einer Verdoppelung und, falls nach der zweiten noch eine dritte Trennung erfolgen soll, zu einer Verdreifachung der Aufbereitungsanlage mit fast allen dazugehörenden Förderern und Nebeneinrichtungen zwingt. Wenn auch die nachgeschalteten Aufbereitungsanlagen bei der geringeren Durchsatzleistung meist kleiner bemessen werden können, würde eine Schwerflüssigkeitswäsche dadurch doch wesentlich verteuert und im Betrieb umständlich und kostspielig gestaltet.

Die Verwendung einer instabilen Schwerflüssigkeit bietet infolge der verhältnismäßig schnell eintretenden Entmischung der Suspension die Möglichkeit, in demselben Trennbad Zonen unterschiedlicher Wichte zu erzeugen, wenn man in einem Teil des Trennbades der Schwerflüssigkeit die erforderliche Zeit zur Entmischung gibt. Wird zu diesem Zweck in einem ausreichend lang bemessenen Bad nur auf einer Teilstrecke die am Badgrund abfließende Suspension wieder auf die Badoberfläche aufgegeben, dann bildet die Schwerflüssigkeit in diesem Teil des Trennbades, wie bereits nachgewiesen wurde, eine Zone praktisch gleicher Wichte, sofern die eintretende Entmischung durch ständig von oben nachströmende Suspension unwirksam gemacht wird. Läßt man nun aus dem Trennbad auch aus dem Teil, auf den von oben keine Suspension aufgegeben wird, am Badgrund ständig Schwerflüssigkeit abfließen, um sie wieder auf den ersten Teil des Bades zusammen mit der unter diesem Badteil abgeflossenen Schwerflüssigkeit aufzugeben, so wird in dem Trennbad nicht nur eine schwache Abwärtsströmung, sondern auch eine schwache Strömung nach der nicht mit Suspension beaufschlagten Badseite hin entstehen. Da nun der Entmischungsvorgang in diesem Badteil nicht durch von oben nachströmende Schwerflüssigkeit aufgehoben wird, muß im oberen Teil der Flüssigkeit mit zunehmender Entfernung von der Aufgabezone der Schwerflüssigkeit die Wichte stetig abnehmen. Bei ausreichender Badlänge wird also der Entmischungsvorgang so weit gehen, daß nach dem Ende des nicht durch Schwerflüssigkeitsaufgabe ständig auf bestimmter Wichtehöhe gehaltenen Badteils hin die Wichte bis auf 1 abnimmt. Da bei der Kohlenaufbereitung zur Gewinnung der Reinkohlen meist Trennwichten von 1,4 aufwärts und in Sonderfällen geringere Wichten von etwa 1,3 oder 1,25 aufwärts in Frage kommen, genügt es vollkommen, wenn in dem Trennbad ein Wichteabfall bis zu der für die Reinkohlengewinnung vorzusehenden Trennwichte erfolgt. Zur Ausscheidung der Berge aus den zur Aufbereitung gelangenden Rohkohlen muß die Trennbadwichte unter der Vorrichtung für die Wiederaufgabe der Schwerflüssigkeit in der Regel auf etwa 1,9 gehalten werden. Bei entsprechender Länge der Aufgabevorrichtung für die Schwerflüssigkeit kann man die Rohkohle auch bei großer Durchsatzleistung so lange der Einwirkung der für die Ausscheidung der Berge eingestellten Wichte aussetzen, daß eine praktische restlose Ausscheidung dieser Berge erreicht wird. Die nach unten sinkenden Berge können dann ohne Schwierigkeit durch einen Förderer aufgefangen und von diesem laufend ausgetragen werden, sofern nicht die im übernächsten Abschnitt in Vorschlag gebrachten Förderer in Anwendung kommen, die den Weitertransport auch der bereits getrennten Gutsorten mit demselben Förderer ermöglichen sollen. Nach dem Verlassen der Zone höchster Wichte unter der Schwerflüssigkeitsaufgabe wird dann die von den Bergen befreite Kohle durch das Trennbad ständig abnehmender Wichte gefördert, wobei laufend die verwachsenen Kohlen mit Wichten, die zwischen den Trennwichten für Reinberge und Reinkohlen liegen, entsprechend der abnehmenden Badwichte aus dem schwimmenden Gut absinken, so daß sie für sich aufgefangen und ausgetragen werden können. Wird ein in den oberen Badteil

hineinragender Austragförderer verfahrbar gestaltet, so läßt sich die Trennwichte für Reinkohlen jederzeit beliebig durch einfache Verschiebung dieses Austragförderers ändern. Auch bei der Verarbeitung von zeitweise wechselnden Rohkohlen, für die zur Gewinnung von Reinkohlen bestimmten Aschengehaltes abweichende Trennwichten erforderlich sind, kann bei Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens jeweils einfach und schnell der Kohlenaustrag in die Zone der gewünschten Trennwichte verlegt und dadurch das größtmögliche Kohlenausbringen erzielt werden.

Bei den im Juli 1941 in der Modellwäsche (Abb. 7 u. 8) durchgeführten Versuchen wurden die nachstehend aufgeführten Ergebnisse erzielt, die ein abschließendes Urteil noch nicht ermöglichen. Durch die Versuche konnte wohl der Nachweis eines Wichteabfalles in dem nicht unter der Brause befindlichen Badteil erbracht werden, jedoch blieb die Frage noch ungeklärt, auf welcher Entfernung im Trennbad ein erforderlicher Wichteabfall von beispielsweise 0,5 (1,9 bis 1,4) erreicht werden kann, ferner wie der Wichteabfall in den einzelnen Zonen verläuft und ob ein Beharrungszustand eintritt, der eine Ausnutzung des Wichteabfalles für die Drei- oder Mehrproduktentrennung ermöglicht.

Die Abmessungen der Modellwäsche, die außerhalb der Zone für die Wiederaufgabe der Schwerflüssigkeit (Brause) nur Wichteabmessungen bis auf eine Entfernung von 840 mm gestatteten, reichen nicht aus, um einen Wichteabfall von 1,9 bis etwa 1,4 zu erreichen. Wurde die Wichte unter der Brause auf 1,8 gehalten, dann konnte an der 80 cm von der Brause entfernten Meßstelle nur ein Wichteabfall von 0,01 bis 0,02 gemessen und im oberen Badteil eine leichte Strömung nach der Brause zu festgestellt werden. Bei einer Wichte von 1,31 unter der Brause wurden in 140, 420 und 840 mm Entfernung von der Brause in 85 mm Badtiefe die Wichten 1,3; 1,21 und 1,20 gemessen.

Aus den bisher bei der kurzen Badlänge der Modellwäsche gewonnenen Ergebnissen können einwandfreie Schlüsse auf die Verwendbarkeit des Verfahrens noch nicht gezogen werden. Die beabsichtigte Verlängerung der Modellwäsche zur Ermöglichung weiterer Untersuchungen war wegen des Krieges noch nicht möglich.

Sollten die noch durchzuführenden Versuche keine brauchbaren Ergebnisse bringen, so lassen sich die Badzonen unterschiedlicher Wichte dadurch schaffen, daß über einem Teil des Trennbades eine Schwerflüssigkeit von hoher Wichte zur Ausscheidung der Berge und in angemessenem Abstand davon eine Schwerflüssigkeit von geringer Wichte zur Ausscheidung des Mittelgutes in der vorgeschlagenen Weise auf das Bad aufgegeben und jede für sich in Umlauf gehalten wird. Jede der beiden Badzonen müßte mit einem eigenen Wichteausgleichabteil ausgestattet sein, so daß der Spiegel entsprechend der sehr unterschiedlichen Wichte der Trennbadzonen in den Ausgleichabteilen verschieden hoch stehen würde. Mit den in Vorschlag gebrachten selbsttätigen Regelvorrichtungen ausgestattet, kann wahrscheinlich ohne Schwierigkeit in beiden Zonen ein Beharrungszustand mit der gewünschten Wichte erzielt werden, wenn auch durch die Übergangszone ständig eine Verbindung zwischen den eigentlichen Trennbadzonen bestehen bleibt.

Wahl des Schwerstoffes.

Wie bereits in der Einleitung bei der Behandlung der bekannten und zur Auswertung gelangten Schwerflüssigkeitsverfahren dargelegt worden ist, eignen sich zur Erzielung von Suspensionen, die eine Trennung der aufzubereitenden Rohkohlen in Reinkohlen, Mittelgut und Berge bis zu möglichst feinen Körnungen herab ermöglichen sollen, reine Erze mit hohem spezifischem Gewicht, sofern ihre Beschaffungs- und Mahlkosten ihre Verwertung als Beschwermittel zulassen. Die hierfür geeigneten Erze, wie Magnetit (Fe_3O_4), Roteisenstein (Fe_2O_3) oder Kiesabbrände, sind in der Regel durch Beimengungen verunreinigt und weisen aus diesem Grunde Wichten auf, die meist zwischen 4 und 4,5 und somit wesentlich unter den Wichten der reinen Erze oder Kiesabbrände mit über 5 liegen. Zur Erzielung von Suspensionen bestimmter Wichte ist daher bei ihrer Verwendung ein größerer Schwerstoffanteil als bei Verwendung reiner Erze erforderlich. Dadurch wird die Viskosität ungünstiger, und zwar in besonders starkem Ausmaß dann, wenn es sich um tonige Beimengungen handelt, die — wie bereits nachgewiesen wurde — infolge ihrer kolloidähnlichen Beschaffenheit die Zähflüssigkeit in hohem Maße steigern.

Um diese den vorgenannten Erzen anhaftenden Mängel zu beseitigen, wurde von Schäfer[1] vorgeschlagen, die als Beschwermittel in Aussicht genommenen Erze oder Kiesabbrände vor der Feinmahlung zu sintern. Nach den Angaben in der Patentanmeldung kann ein Stoff mit den gewünschten Eigenschaften, also einer hohen Wichte von beispielsweise etwa 5 gegenüber 4,2—4,5 des ungesinterten Stoffes, praktisch frei von schädlichen Beimengungen hergestellt werden. Die Herstellung so beschaffener Stoffe erfordert jedoch gegenüber den sonst verwendeten Mineralien und Kiesabbränden erhebliche zusätzliche Aufwendungen, weil die Vorbehandlung in besonderen Anlagen unter hohem Wärmeaufwand erfolgen muß und weil durch die Sinterung die Härte des Stoffes zunimmt und dadurch die Zerkleinerung und Mahlung erschwert und verteuert wird.

Ein Abfallstoff mit den als wünschenswert gekennzeichneten Eigenschaften, der dazu in leicht brüchigen, die Feinmahlung begünstigenden dünnen Plättchen anfällt, bietet sich in dem bei der Eisenbearbeitung anfallenden Walzensinter oder Hammerschlag. Nach durchgeführten Voruntersuchungen wurde auf Grund der festgestellten guten Eignung in der Modellwäsche von mir anfangs Hammerschlag aus der Schmiede des Rohrbacher Werkes der Firma Ernst Heckel und später Walzensinter von der Burbacher Hütte verwandt. Nach den bisherigen Erfahrungen dürfte dieser von mir zur Herstellung der Suspensionen in Aussicht genommene Beschwerstoff wesentlich günstiger als die bisher verwendeten Erze oder wegen der Kosten auch der vorgeschlagene künstliche Sinter sein.

Nach Mitteilung fachmännischer Seite fallen in einem Walzwerk etwa 1,5—2% der Walzwerkleistung, die in größeren Werken 1000 t und mehr täglich beträgt, als Sinter an. Der Sinter wird in den meisten Betrieben gesammelt und dem Hochofenmöller wieder zugemischt. Seine Bewertung ist offensichtlich nicht sehr hoch. Als Preis wurden ab Werk je t nur 16 RM verlangt, so daß sich der Preis gegenüber Magnetit mit rd. 30 RM je t wesentlich niedriger stellt. Die Wichte des Walzensinters der Burbacher Hütte wurde mit 5,2 ermittelt, diejenige eines Walzensinters einer oberschlesischen Hütte mit 5,24. Die Analyse dieses im Laboratorium der oberschlesischen Hütte untersuchten Sinters ergab folgende Zusammensetzung:

FeO	Fe_2O_3	SiO_2
72,66 %	24,4 %	2,0 %

Die festgestellte hohe Wichte und Reinheit des Sinters, seine leichte Mahlbarkeit sowie die bereits bei den Kleinversuchen erzielten günstigen Ergebnisse lassen diesen Stoff als besonders geeignet zur Herstellung von Suspensionen für die Schwerflüssigkeitsaufbereitung erscheinen.

Durchführung der Aufbereitung in der Förderung dienenden Behältern.

Die Aufbereitung in Schwerflüssigkeitswäschen der bekannten Verfahren erfordert die Anwendung einer Vielzahl von Fördermitteln und Siebeinrichtungen, weil die nach der Trennung der Rohkohlen angefallenen Einzelgüter jedes für sich aus dem Scheidebehälter gehoben, auf Siebeinrichtungen von dem anhaftenden Beschwerstoff möglichst weitgehend befreit und dann mit weiteren Förderern den Bunkern oder Verladeeinrichtungen zugeleitet werden müssen. Häufig wird die Rohkohle nach der Klassierung vor der Aufgabe in das Trennbad zur möglichst restlosen Ausscheidung des ihr anhaftenden Staubes noch auf Sieben unter starker Bebrausung entschlämmt.

Zur Vereinfachung dieser der Vorentschlämmung, der Förderung und der Rückgewinnung der Beschwerstoffe dienenden Vorrichtungen ist in Aussicht genommen, die einzelnen Aufbereitungsvorgänge innerhalb von an einer Förderkette pendelnd angeordneten Gefäßen durchzuführen, die von allen Seiten durchlässig für Flüssigkeiten und im Innern mit einstellbaren Schiebern ausgerüstet sind.

[1] Patentanmeldung VI/1c Aktz. K 154066 Erfinder Dr.-Ing. Otto Schäfer.

Es ergibt sich dann etwa der nachstehend beschriebene, in Abb. 11 schematisch dargestellte Aufbereitungsgang.

Das aufzubereitende Gut wird von einer Zuteilvorrichtung jeweils in das unterhalb in einem Wasserbad befindliche Gefäß aufgegeben. Da das Gut dabei im Wasser auf den Gefäßboden absinkt, wird bei schonender Aufgabe schon hier eine weitgehende Entschlämmung erreicht. Beim Weitertransport des Gefäßes durch das Wasserbad wird die

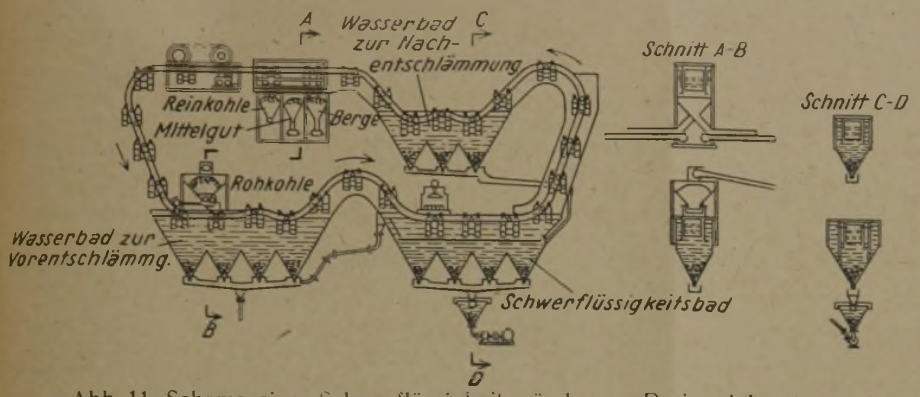


Abb. 11. Schema einer Schwerflüssigkeitswäsche zur Dreiproduktentrennung innerhalb von Tauchgefäßen, die an einer Förderkette pendelnd aufgehängt sind.

Entschlämmung fortgesetzt und unter starker Bebrausung beim Auftauchen beendet. Auf diese Weise wird die Zwischenschaltung von Entschlämmungssieben vermieden und trotzdem eine einwandfreie Entschlämmung zur Vermeidung von Badverunreinigungen erreicht. Das so vorentschlämmte Gut wird mit dem Gefäß durch das Schwerflüssigkeitsbad gefördert, wobei in der Zone hoher Wichte Kohlen und Mittelgut nach oben schwimmen, während die Berge auf den Boden des Gefäßes absinken. Am Ende der Zone hoher Wichte wird der untere Schieber selbsttätig geschlossen, so daß die Berge endgültig vom übrigen Gut getrennt sind. In den folgenden Zonen abnehmender Wichte sinkt die verwachsene Kesselkohle (Mittelgut) auf den die Berge abtrennenden Schieber, bis nach Erreichung der für die Abtrennung der Reinkohlen vorgesehenen Trennwichte im Trennbad auch der obere Schieber selbsttätig geschlossen wird. Sollen 2 Reinkohlensorten, also eine mit besonders niedrigem Aschengehalt, gewonnen werden, so kann man die Gefäße auch mit 3 Schiebern ausrüsten.

Durch die Schieber getrennt werden die Waschgüter dann mit dem gleichen Gefäß durch ein Wasserbad zur Rückgewinnung der mitausgetragenen Schwerstoffe gefördert und beim Verlassen dieses Bades nochmals kräftig abgebraust. Die in die Spitzen dieses Wasserbades absinkenden Schwerstoffe werden ohne Prüfung und Regelung in beliebiger Eindickung abgezogen und in den Trennbadbehälter zurückgeleitet. Die nachentschlämmten Waschgüter werden dann durch selbsttätiges Öffnen der Bodenklappe und Schieber jeweils den für den Weitertransport oder die Weiterbehandlung gewünschten Stellen zugeleitet. Vor der Wiederfüllung der Gefäße werden die Bodenklappen selbsttätig durch Anschlag geschlossen.

Bei der Verwendung von etwa 1 m hohen Gefäßen mit einem Füllquerschnitt von 0,5–1 m lassen sich bei 0,2 m Fördergeschwindigkeit je s je nach der Körnung des aufzubereitenden Gutes voraussichtlich Stundenleistungen bis zu 100 t erreichen. Diese Leistung wird noch wesentlich höher, wenn Doppelgefäße, bei denen die Schieber sich im geöffneten Zustand im Zwischenraum befinden, oder Einzelgefäße mit zweiteiligen Schiebern zur Anwendung gelangen.

Wie vorstehend dargelegt, werden bei Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens also sämtliche Aufbereitungsvorgänge von der Vorentschlämmung beginnend bis zur Aufgabe der vom Beschwerstoff befreiten Einzelgüter auf die Weiterverarbeitungsvorrichtungen oder Förder- und Verladeeinrichtungen in einem einzigen Fördergang durchgeführt. Abgesehen von der auf diese Weise erzielbaren Raum- und Materialersparnis wird der Betrieb wesentlich einfacher und übersichtlicher. Neben diesen Vorteilen ergibt sich ein weiterer großer Vorteil aus der besonders schonenden Behandlung des Aufbereitungsgutes, angefangen von der im Wasser erfolgenden Aufgabe bis zur Abgabe der getrennten Güter. Die Abriebbildung und die durch sie hervorgerufene Verunreinigung der Schwerflüssigkeit kann auf diese Weise zweifellos auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Auch Rohkohlen mit Bergen, die sich schon innerhalb kurzer Zeit im Wasser aufzulösen beginnen und aus diesem Grund bei der verhältnismäßig langen Absink- und Austragdauer in den üblichen Naßwäschen zu starker Verunreinigung des Waschwassers oder der Trennflüssigkeit führen, können bei der verhältnismäßig kurzen Aufenthaltsdauer der Tauchgefäße in den Entschlämmungsbädern und im Trennbehälter meist keine nennenswerten Verunreinigungen hervorrufen.

Wesentlich für die Entscheidung der Frage, ob sich dieses zur Erreichung einer vereinfachten Aufbereitung vorgeschlagene Verfahren im Betrieb bewähren wird, sind Untersuchungen über die in derartigen Tauchgefäßen bei der vorgesehenen Fördergeschwindigkeit erzielbare Trennschärfe und über die in Wasserbädern erzielbare Entschlämmung. Da während des Krieges sich der Bau einer Versuchsanlage mit umlaufender Förderkette nicht ermöglichen ließ, konnten Versuche nur mit behelfsmäßigen Mitteln durchgeführt werden.

Zur Klärung verschiedener Fragen, die bei der Verwendung von Tauchgefäßen von Bedeutung sein konnten, wurden im Laboratorium Vorversuche durchgeführt, über deren Ergebnisse kurz berichtet sei.

Beim Eintauchen eines für Flüssigkeiten von allen Seiten durchlässigen Gefäßes strömt die Flüssigkeit zuerst am Boden in das Innere des Gefäßes. Erfolgt das Eintauchen mit der vorgesehenen Fördergeschwindigkeit von 0,2 m/s, so füllt sich der Behälter sehr schnell. Man könnte der Meinung sein, daß dabei eine Aufwärtsströmung entstehen würde und daß Gutteile, die sich auf dem Boden des Behälters befinden, einen Auftrieb erhalten und infolgedessen in einer Flüssigkeit langsamer absinken, als sie es sonst tun würden. Durchgeführte Versuche mit Körnern der verschiedensten Größen und Wichten haben eindeutig ergeben, daß derartige Einflüsse von praktischer Bedeutung nicht bestehen.

Weiter war die wichtigere Frage zu klären, bei welcher Schichthöhe in einem Tauchgefäß innerhalb der bei 0,2 m Fördergeschwindigkeit und 1 m Trennzone sich ergebenden Zeit von 5 s noch brauchbare Aufbereitungsergebnisse erzielt werden können.

Die Versuche wurden in einem Behälter von 550 mm Dmr. und 850 mm Höhe, der mit einer Zinnchloridlösung der Wichte 1,41 gefüllt wurde, durchgeführt. Als Tauchgefäß diente ein 700 mm hoher Drahtmaschenkorb aus 1 mm Drahtgewebe mit einer Grundfläche von 250×150 mm und einer oberen Öffnung von 300×200 mm. In 300 mm Höhe über dem Boden war ein Schieber aus gleichem Drahtgewebe eingebaut, der mittels Schieberstange von oben geöffnet und geschlossen werden konnte. Zur Durchführung der Versuche wurden für die einzelnen Körnungen Gemische aus 78% Kohlen leichter 1,4, 7% verwachsenem Gut 1,4–1,9 und 15% Bergen mit über 1,9 Wichte hergestellt. Das Eintauchen des Behälters erfolgte innerhalb von 5 s, das Schließen des Schiebers nach weiteren 5 s.

Körnung 80/20 mm.

Füllung g	Schichthöhe mm	Schwimmgut −1,41 %	Schwimmgut +1,41 %	Sinkgut −1,41 %	Sinkgut +1,41 %
4000	145	98,18	1,82[1]	0	100
6000	210	99,12	0,88[1]	1,99	98,01
8000	250	99,08	0,92	0,88	99,12
10000	325	99,96	0,04	1,57	98,43
12000	380	Gefäß zu eng. Gut staute sich.			

[1] Fehlaustrag schwamm bei 1,45 Wichte.

Körnung 20–6 mm.

Füllung g	Schichthöhe mm	Schwimmgut −1,41 %	Schwimmgut 1,41/1,46 %	Schwimmgut +1,46 %	Sinkgut −1,41 %	Sinkgut +1,41 %
3000	95	99,47	0,43	0,1	0,08	99,92
4500	160	97,87	0,98	1,15	0,40	99,6
6000	186	97,93	0,31	1,76	1,66	98,34
7500	212,5	92,3	7,7		10,0	90,0

Nach einigen Vorversuchen wurden mit den einzelnen Körnungen die vorstehenden Ergebnisse erzielt.

Körnung 6–2 mm.

Bei 5 s Trenndauer wurden brauchbare Ergebnisse nicht erzielt. Bei 20 s Trenndauer wurde eine Reinheit von 98 % im Schwimm- und Sinkgut nur erreicht, wenn die Schichthöhe nicht über 20 mm betrug.

Während sich nach den Versuchsergebnissen für Grob- und Mittelkorn bei Tauchgefäßen mit 0,5×1 m Grundfläche bei einer Fördergeschwindigkeit von 0,2 m/s und 1,5 m Gefäßabstand noch Stundenleistungen von 64 t und 38 t bei mindestens 98 % Reinheit der Güter ergeben, kommt man bei der Feinkohle 6–2 mm nur auf eine Stundenleistung von etwa 4,3 t.

Diese im besonderen für Feinkohlen nicht befriedigende Durchsatzleistung ließ sich durch Anwendung einer anderen Methode, über die noch ausführlich berichtet wird, bei guter Trennung wesentlich steigern.

Um eine möglichst weitgehende Klärung der Frage herbeizuführen, ob bei der Durchfahrt der Tauchgefäße durch Wasserbäder eine ausreichende Entschlämmung erreicht werden kann, stellte man eine Reihe von Laboratoriumsversuchen an. Bei diesen Versuchen wurden die Vorgänge, die in einer Betriebsanlage zu erwarten sind, so gut wie möglich nachgeahmt und zum Vergleich auch Entschlämmungen auf Sieben vorgenommen.

Von einer aus Rohförderkohle der Zeche Walsum ausgesiebten Probe der Körnung 20–5 mm wurden 6 Einzelproben von je rd. 1000 g abgeteilt, getrocknet und genau gewogen. Einzeln wurden dann diese Proben in den auch für die Trennversuche benutzten Korb aus 1 mm Maschengewebe, nachdem dieser in eine mit Wasser gefüllte Wanne eingetaucht war, innerhalb von 2 s aufgegeben. Entsprechend einer Länge des Entschlämmungsbades von 3 m wurde der Korb dann 15 s lang durch das Bad gezogen und beim Herausziehen noch mit 100 cm³ Wasser bebraust. Das danach noch abtropfende Wasser wurde aufgefangen und gefiltert. Bei insgesamt 6017 g Aufgabe enthielt das Tropfwasser noch 0,19 g Feststoffe oder 0,0031 % bezogen auf die Aufgabe. Die nach der Entschlämmung im Korb zurückgebliebene Kohle hatte nach der Trocknung ein Gewicht von 5883,5 g, so daß 133,5 g = 2,22 % Schlamm ausgeschieden worden waren.

Eine Probe von 5816 g der gleichen Rohkohle wurde in 40 mm Schichthöhe bei starker, unter etwa 9 m Druck stehender Bebrausung auf einem Sieb mit 1 mm Maschenweite 15 s lang geschüttelt, entsprechend einer Sieblänge von 3 m bei 0,2 m/s Fördergeschwindigkeit. Die entschlämmte, getrocknete Probe ergab 52 g = 0,89 % Gewichtsverlust.

Da sich eine wesentlich bessere Entschlämmung im Wasserbad als auf dem Sieb ergeben hatte und diese vielleicht durch einen ungleichmäßigen Staubgehalt der beiden Rohkohlenproben verursacht sein konnte, wurden weitere Versuche mit einer gut abgesiebten Rohkohle gleicher Körnung durchgeführt, nachdem jeweils soviel Staub unter 0,1 mm zugemischt worden war, daß die Staubzugabe 5 % des Endgewichtes ausmachte. Nach der Entschlämmung im Wasserbade wurden jeweils noch 350 cm³ Wasser auf das austauchende Gefäß geschüttet. Die Siebentschlämmungen wurden wie beim ersten Versuch durchgeführt.

Es ergaben sich die nachstehenden Gewichtsverminderungen, also Schlammabgänge:

	Badentschlämmung		Siebentschlämmung	
	1. Versuch	2. Versuch	1. Versuch	2. Versuch
Schlammabgang	5,4 %	6,0 %	2,32 %	3,75 %
Durchschnitt	5,7 %		3,04 %	

Wenn sich im Großbetrieb wahrscheinlich auch etwas bessere Entschlämmungsergebnisse auf Sieben geeigneter Bauart und Länge werden erzielen lassen, so zeigen die Ergebnisse dieser Laboratoriumsversuche doch eindeutig, daß durch eine Badentschlämmung sehr befriedigende Ergebnisse erzielt werden können. Das nach beendeter Badentschlämmung noch abgetropfte Wasser enthielt 0,47 bzw. 0,31 g Feststoffe, also bezogen auf die Aufgabe nur 0,007 bzw. 0,004 %. Durch die Laboratoriumsversuche konnte also festgestellt werden:

1. daß durch das Eintauchen der Tauchgefäße keine dynamische Einwirkung auf die zu trennenden Gutteile ausgeübt wird,
2. daß beim Grob- und Mittelkorn bei befriedigender Reinheit der getrennten Güter mit Tauchgefäßen von 1 m Breite und 0,5 m Länge beachtliche Stundenleistungen erzielt werden können,
3. daß sich in den vorgeschlagenen Entschlämmungsbädern voraussichtlich eine sehr befriedigende Entschlämmung erreichen läßt.

Berechtigten diese Ergebnisse auch zur Nutzanwendung, so ließen sie es doch als zweckmäßig erscheinen, nach einem Ausweg zur Ermöglichung größerer Leistungen, im besonderen bei der Feinkornaufbereitung, zu suchen.

Leistungssteigerung durch Auflockerung.

Die Ursache für die nicht mehr befriedigenden Trennergebnisse bei zu großer Schichthöhe ist in der zu starken Zusammendrängung der zu trennenden Gutteile zu suchen. Die im Laboratorium bei der Abschwimmung von Feinkohlen gemachte Erfahrung, daß nur eine geringe Feinkohlenmenge jeweils in den Behälter mit Schwerflüssigkeit aufgegeben werden darf, wenn man eine einwandfreie Trennung der Schwimm- und Sinkgüter erreichen will, gilt in noch höherem Maße für Betriebsanlagen, weil hier in der Regel keine Möglichkeit zum Umrühren und zu der dadurch bewirkten Auflockerung besteht. Auf diese Tatsache ist es zurückzuführen, daß trotz der bestehenden Trennmöglichkeit auch feiner Körnungen in Suspensionen mit geringer Viskosität die Feinkornaufbereitung in Schwerflüssigkeiten für große Stundenleistungen bisher keine Anwendung gefunden hat.

Die erforderliche Auflockerung kann nun auch bei großer Schichthöhe und trotz des möglichst klein zu haltenden Raumes dadurch erreicht werden, daß man das zu trennende Gut erst in eine gewisse Badtiefe fördert, bevor man es zur endgültigen Trennung freigibt. Soll die Trennung unmittelbar im Scheidebehälter erfolgen, läßt sich die angestrebte Auflockerung dadurch erzielen, daß die Rohkohle in einem geschlossenen Gehäuse mit einer Becher- oder Kratzerkette möglichst tief in das Bad gefördert und hier durch eine oder mehrere seitlich mit zunehmender Tiefe größer werdende Öffnungen zum Aufschwimmen freigegeben wird.

Bei Verwendung von Tauchgefäßen kann die erwünschte Auflockerung dadurch erreicht werden, daß man das Gut bei geschlossenem Schieber in das Trennbad eintauchen läßt und erst dann den Schieber langsam öffnet. Die unter dem Schieber angestaute, beim Eintauchen zwangsläufig schon gut benetzte Schwimmschicht mit den darin noch eingeschlossenen Sinkgutteilen gelangt dann nach Maßgabe der langsam größer werdenden Öffnung in dünnen Schichten zum Aufschwimmen, wobei eine ganz andere Auflockerung eintritt, als wenn eine auf dem Gefäßboden ruhende Gutschicht beim Eintauchen in die Schwerflüssigkeit sozusagen auf das Trennbad gelegt wird.

Das zur Erzielung der erwünschten Auflockerung in Aussicht genommene Verfahren veranschaulichen für beide Anwendungsmöglichkeiten die in Abb. 12 wiedergegebenen Schemazeichnungen.

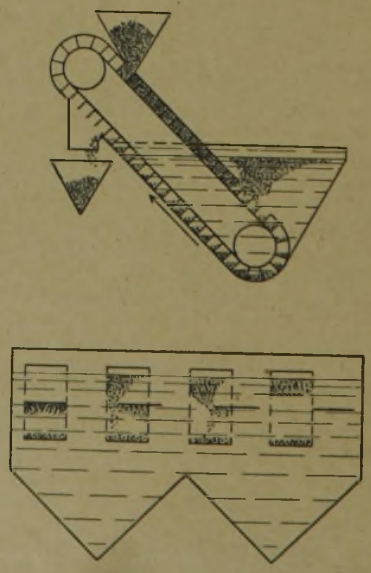


Abb. 12. Schematische Darstellung zweier Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens zur Leistungssteigerung durch Auflockerung.

Zum Nachweis der erwarteten Leistungssteigerung wurden die Versuche mit Feinkohlen der Körnung 6–2 mm fortgesetzt. Im Gegensatz zu den ersten Versuchen, bei denen eine Reinheit der getrennten Güter von 98% nur bei Aufgabe des Rohgutes in Schichthöhe bis zu 20 mm erzielt werden konnte, wurde bei diesen Versuchen der Schieber beim Eintauchen über der Feinrohkohle geschlossen gehalten, dann während 20 s entsprechend einem Förderweg von 4 m langsam geöffnet und nach Ablauf der 20 s wieder geschlossen. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Körnung 6–2 mm

1.	Füllung	1000 g	Schichthöhe	34 mm
2.	„	2000 g	„	68 mm
3.	„	3000 g	„	102 mm
4.	„	4000 g	„	136 mm
5.	„	5000 g	„	170 mm.

Zusammensetzung der getrennten Güter.

	Sinkgut		Schwimmgut				
	– 1,41 %	+ 1,41 %	– 1,41 %	1,41/1,45 %	1,45/1,6 %	1,6/1,9 %	+ 1,9 %
1.	1,95	98,05	98,30	0,64	0,82	0,19	0,05
2.	0,98	99,02	98,31	0,67	0,98	0,03	0,01
3.	0,70	99,30	97,03	1,26	1,00	0,42	0,29
4.	1,47	98,53	98,01	0,92	0,39	0,23	0,45
5.	3,52	96,48	97,71	1,38	0,25	0,26	0,40

Das Ergebnis dieser Versuche zeigt eindeutig, daß bei rd. siebenfacher Schichthöhe und Leistung, die bei Gefäßen mit 0,5×1 m Grundfläche eine Stundenleistung von rd. 30 t ergeben würden, die Reinheit von 98% noch erreicht wird. Nimmt man bei den gröberen Körnungen auch eine derartige Leistungssteigerung an, so kommt man beim Grob- und Mittelkorn zu Stundenleistungen von 448 t und 266 t. Zur Bewältigung derartiger Leistungen müßten die Gefäße bei der angenommenen Grundfläche natürlich wesentlich größere Höhen aufweisen, was man aus konstruktiven Gründen vermeiden wird. Jedenfalls zeigt das Ergebnis, daß man bei Anwendung dieses Verfahrens beim Grob- und Mittelkorn auch bei höchstmöglicher Ausnutzung der Gefäße noch zu guten Trennergebnissen kommen wird.

Abschließend soll nun noch kurz über einige Aufbereitungsversuche berichtet werden, die in der Modellwäsche mit einem Tauchgefäß ausgeführt wurden, das Abb. 13 darstellt.

Das Tauchgefäß war mit Siebblechen umkleidet, die 2 mm Langlochung aufwiesen. Außer einem Rundschieber, der im Trennbad durch entsprechend eingebaute Laufschienen gesteuert werden konnte, war noch ein Bodenschieber eingebaut, durch den das Sinkgut abgezogen werden konnte. Mit Hilfe eines über Rollen geführten Seiles wurde das Gefäß von Hand durch das Trennbad der Modellwäsche unter der Brause hinweggezogen. Einer angenommenen Trennzonenlänge von 3 m entsprechend wurde das Gefäß innerhalb von 15 s durch rd. 1,2 m Badlänge auf Schienen fahrend gezogen. Der Rundschieber, der gegenüber den normal vorgesehenen Flachschiebern den Nachteil hat, daß er die Trennung zwischen Schwimm- und Sinkgut nicht in einer Ebene vornimmt, war beim Eintauchen über der aufgegebenen Rohkohle geschlossen. Das Laufwerk öffnete dann beim Durchziehen während der ersten 8–10 s den Schieber langsam, wobei 40 cm Badlänge durchfahren wurden. Nach etwa 15 s schloß sich der Schieber selbsttätig, wenn das Ende der Führungsschiene für das Schieberlaufwerk erreicht war. Das Gefäß wurde jeweils mit 800–1000 g Rohkohle der Gewerkschaft Walsum gefüllt. Die Trennung fand bei verschiedenen Wichten statt.

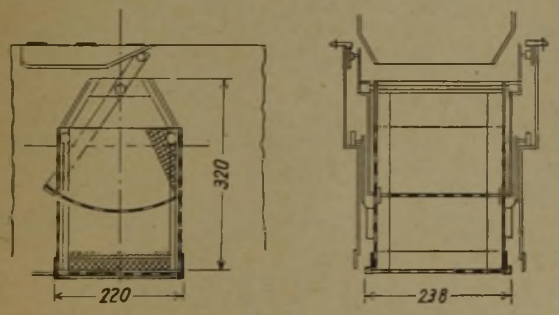


Abb. 13. Versuchstauchgefäß mit einem steuerbaren Rundschieber.

Nach einigen Vorversuchen wurden am 2. 11. 41 nachstehende Ergebnisse erzielt:

1. Rohkohle 10–6 mm

Gemessene Badwichte: 1,6

	Gewichtsanteil	– 1,5	1,5/1,6	+ 1,6
Schwimmgut:	82 %	99 %	1 %	0
	– 1,4	1,4/1,5	+ 1,5	
Sinkgut:	18 %	0	0,9	99,1

Die Trennung war offensichtlich bei 1,5 und nicht bei der gemessenen Badwichte 1,6 erfolgt. Da die Möglichkeit bestand, daß die Schwerflüssigkeitswichte im Tauchgefäß niedriger als im Trennbad war, wurde die Wichte mehrfach im Bad und innerhalb des Tauchgefäßes gemessen. Unterschiede konnten jedoch nicht festgestellt werden.

2. Rohkohle 20–10 mm

Gemessene Badwichte: 1,85–1,8[1]

	Gewichtsanteil	– 1,7	1,7/1,9	+ 1,9
Schwimmgut:	85,6 %	98 %	~ %	0
	– 1,6	1,6/1,7	+ 1,7	
Sinkgut:	14,4 %	0	5 %	95 %

[1] Die Wichte fiel während des Versuches ab, weil Sinter durch die Stopfbüchse der Pumpe in erheblicher Menge ausgeschieden wurde.

3. Rohkohle 10–2 mm

Badwichte wurde nicht mehr gemessen.

	Gewichtsanteil	– 1,7	1,7/1,8	+ 1,8
Schwimmgut:	90 %	99,28 %	0,72 %	0 %
	– 1,6	1,6/1,7	+ 1,7	
Sinkgut:	10 %	0	3,3 %	96,7 %

Wenn diese Versuche auch noch durch die Undichtigkeit der Pumpe und die Ungewohntheit ihrer Durchführung für das Personal beeinträchtigt wurden, so zeigen die Ergebnisse doch, daß man bereits recht gute Trennungen erzielt hat. Eine Fortsetzung der Versuche war bis heute nicht möglich, weil die Anlage zur Freimachung des Raumes für kriegswichtige Zwecke abgebaut werden mußte und eine Wiederinbetriebnahme der Modellwäsche an einem neuen Standort noch nicht möglich war.

Zusammenfassung.

Nach Darlegungen über Wert und Wesen der Schwerflüssigkeitsaufbereitung und die dafür zur Verfügung stehenden Flüssigkeiten werden die wichtigsten bisher bekanntgewordenen Verfahren unter gleichzeitiger Wertung derselben beschrieben. Für die auf Grund dieser Wertung anzustrebenden Verbesserungen werden Vorschläge gemacht, die einen vereinfachten und wirtschaftlicheren Betrieb und die Erfassung auch der Feinkohlenaufbereitung bei größerer Durchsatzleistung zum Ziel haben. Nach Erörterung der technischen Ausführung der dazu erforderlichen Vorrichtungen werden Untersuchungs- und Versuchsergebnisse mitgeteilt, die zu der Schlußfolgerung berechtigen, daß sich auf der vorgeschlagenen Grundlage ein für den Großbetrieb brauchbares und wirtschaftliches Verfahren entwickeln läßt.

Schrifttum.

Baum: Neue Wege der Kokskohlenaufbereitung, Glückauf 67 (1931) S. 389.

Bertrand: The Ougrée Marihaye proceß, Colliery Guard. 150 (1935).

Burckhardt: Kohlenaufbereitung nach dem Schwimmverfahren, Glückauf 66 (1930) S. 571.

Driessen: Un nouveau progrès dans le lavage du charbon par liquides denses, Rev. univ. Mines 1939 Nr. 5 S. 186.

Götte: Neuerungen in der Steinkohlenaufbereitung, Glückauf 72 (1936) S. 153/58; 74 (1938) S. 1100.

Gründer: Die Entwicklung der Steinkohlenaufbereitung in den letzten Jahren, Kohle u. Erz 34 (1937) Sp. 88/126.

Holmes: Colliery Guard. 158 (1939).

Machin: Barvoys gravity process of coal washing, Iron Coal Trad. Rev. 139 (1939) S. 998—1000.

Moser: Die Schwerflüssigkeits-Aufbereitung nach Tromp, Z. VDI 83 (1939) S. 53/57.

Mott: The de Vooys-process of coal cleaning, Colliery Engng. 72 (1935) S. 47/52.

Paul: Darstellung von Trennungsergebni und Untersuchung der der Trennschärfe bei Aufbereitungsvorgängen unter besonderer Berücksichtigung der Setzmaschinenarbeit, Glückauf 74 (1938) S. 283.

Schäfer: Die Aufbereitung nach dem Schwerflüssigkeitsverfahren von Tromp, Glückauf 74 (1938) S. 581—586.

Schmidt: Die Aufbereitung der niederschlesischen Kohlen, Glückauf 67 (1931) S. 389.

Schönmüller: Das Laminarstromverfahren nach Dr. Walter Vogel, Glückauf 77 (1941) S. 93, 109.

Gröppel: Steinkohlenaufbereitung mit Schwerflüssigkeit nach dem Verfahren Sophia-Jacoba, Glückauf 70 (1934) S. 153/58.

UMSCHAU

Die Erhaltung der Arbeitsdisziplin.

Erweiterte Befugnisse und Pflichten des Betriebsführers.

Zur Aufrechterhaltung der Arbeitsdisziplin hat der Generalbevollmächtigte für den Arbeitseinsatz eine Anordnung für die private Wirtschaft erlassen, durch welche insbesondere auch den kleinen Betrieben wirksame Mittel zur Bekämpfung von Verstößen an die Hand gegeben werden. In der Anordnung ist zum Ausdruck gebracht, daß die Aufrechterhaltung der Disziplin im Betrieb in erster Linie Aufgabe des Betriebsführers ist. Der Betriebsführer ist nach der Anordnung verpflichtet, die Arbeitsdisziplin der Gefolgschaftsmitglieder laufend zu überwachen und Verstößen in der gebotenen Weise entgegenzutreten. Diese Verpflichtung, die rechtlich in der Anordnung ausdrücklich niedergelegt ist, bedeutet eine wesentliche Neuerung gegenüber dem bisherigen Rechtszustand, insofern als sich ein Betriebsführer, der die Ahndung von Verstößen gegen die Arbeitsdisziplin unterläßt, strafbar macht. Im Hinblick auf die erhöhte Verantwortung des Betriebsführers für die Erhaltung der Arbeitsdisziplin wurden die betrieblichen Mittel zur Bekämpfung von Vertragsbrüchen wirksamer gestaltet. Auch wenn bisher Strafmaßnahmen weder in gesetzlichen Vorschriften noch in der Betriebsordnung vorgesehen waren, kann der Betriebsführer folgende Strafen gegen arbeitsvertragsbrüchige Gefolgschaftsmitmitglieder verhängen:

1. Bei leichten Verstößen (z. B. einmalige Unpünktlichkeit), kommt eine mündliche oder schriftliche Verwarnung in Frage.
2. Bei schwereren Verstößen (z. B. eigenmächtiges oder vorzeitiges Verlassen der Arbeitsstelle, unentschuldigtes oder grundloses Fehlen, wiederholte Unpünktlichkeit sowie Wiederholung leichter Verstöße) kann eine Geldbuße bis zum Höchstbetrag eines durchschnittlichen Tagesverdienstes verhängt werden.
3. Bei erheblichen Verstößen (wiederholte Verstöße) nach Ziffer 2 oder bewußte Widerspenstigkeit gegen Anordnungen des Betriebsführers oder seiner Beauftragten) kann eine Geldbuße bis zum Höchstbetrag eines durchschnittlichen Wochenverdienstes verhängt werden.

Damit ist die bisherige Strafbefugnis des Betriebsführers auf Grund des Gesetzes zur Ordnung der nationalen Arbeit beachtlich erweitert worden. Während nach diesem Gesetz lediglich den vertrauensratspflichtigen Betrieben (Betrieb mit mindestens 20 Gefolgschaftsmitgliedern) das Recht gegeben war, Bußen zu verhängen, haben nach der Anordnung auch die kleineren Betriebe das Recht bzw. die Pflicht, Bußen zu verhängen. Auch das Strafmaß wurde erweitert. Konnten nach dem Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit im Regelfall Bußen in Höhe eines halben Tagesverdienstes und in bestimmten Fällen in Höhe eines vollen Tagesverdienstes verhängt werden, so kommen nach der Anordnung bei erheblichen Verstößen Geldbußen bis zur Höhe eines Wochenverdienstes in Betracht.

Die betrieblichen Strafen können auch von einer vom Betriebsführer beauftragten leitenden Person verhängt werden. In Betrieben, in denen ein Vertrauensrat besteht, müssen Geldbußen im Vertrauensrat beraten werden. In Betrieben, in denen kein Vertrauensrat besteht, ist die Verhängung einer Geldbuße dem Beauftragten des Reichstreuhänders der Arbeit beim zuständigen Arbeitsamt anzuzeigen. Die Verhängung von Bußen, die einen Tagesverdienst übersteigen, ist in jedem Falle, also auch von Betrieben, in denen ein Vertrauensrat besteht, anzuzeigen. Der Beauftragte des Reichstreuhänders der Arbeit beim Arbeitsamt kann binnen einer Woche nach Eingang der Anzeige der Strafmaßnahme des Betriebsführers widersprechen. Die Verhängung einer Geldbuße wird in solchem Falle unwirksam. Die Geldbeträge, die vom Lohn oder Gehalt einbehalten werden, sind vom Betriebsführer an die zuständige Kasse der NSV. abzuführen.

Der Betriebsführer hat auch zu prüfen, ob seine Maßnahme nicht durch Einschaltung der Deutschen Arbeitsfront, insbesondere durch ein Verfahren des Ehren- oder Disziplinargerichts der DAF. wirksam unterstützt werden kann. Die in sonstigen Vorschriften vorgesehenen betrieblichen Möglichkeiten zur Bekämpfung von Disziplinwidrigkeiten bleiben nach wie vor in Kraft (z. B. Anrechnung pflichtwidrig versäumter Arbeitszeit auf den Urlaub, Verlust des Anspruches auf gewisse betriebliche Vergünstigungen z. B. auf die Weihnachtsgratifikation). Erst wenn die betrieblichen Strafmöglichkeiten erschöpft sind oder wenn der Betriebsführer solche Maßnahmen nicht für ausreichend erachtet, ist er berechtigt und verpflichtet, dem Beauftragten des Reichstreuhänders der Arbeit beim zuständigen Arbeitsamt Anzeige zu erstatten. Bei Ausländern erfolgt die Anzeige bei der zuständigen Polizeistelle.

Die Anordnung ist in allen Betrieben an geeigneter, den Gefolgschaftsmitgliedern zugänglicher Stelle auszuhängen. Sie ist am 15. November 1943 in Kraft getreten. Gleichzeitig traten die bezirklichen Anordnungen der Reichstreuhänder der Arbeit zur Sicherung der Ordnung in den Betrieben außer Kraft. Unberührt bleibt jedoch die Anordnung gegen Arbeitsvertragsbruch und Abwerbung sowie das Fordern unverhältnismäßig hoher Arbeitsentgelte in der privaten Wirtschaft vom 20. Juli 1942 (RABl. Nr. 22 S. I 341).

Oberregierungsrat Dr. Helmuth Sturn, Heidelberg.

WIRTSCHAFTLICHES

Die Eisenerzförderung der Ver. Staaten von Amerika im Jahre 1942[1].

Die Eisenerzförderung der Ver. Staaten erreichte im Jahre 1942 108,7 Mill. t und damit die weitaus höchste Leistung, die bisher je erzielt worden ist. Die Entwicklung während der letzten Jahre geht aus folgender Aufstellung hervor:

Jahr	Förderung (Mill. metr. t)	Jahr	Förderung (Mill. metr. t)
1936	49,6	1940	74,9
1937	73,3	1941	93,9
1938	28,9	1942	108,7
1939	52,6		

Die Förderung verteilte sich auf die einzelnen Reviere wie folgt (in Mill. t):

Revier	1940	1941	1942
Lake Superior	62,5	80,1	93,6
Nordöstliches Magneteisenerzrevier	3,7	4,0	4,0
Clinton (Südosten)	7,5	8,3	9,6
Felsengebirge	1,1	1,5	1,5
Sonstige Bezirke	0,1		
insges.	74,9	93,9	108,7

Der Gesamtwert der Eisenerzförderung betrug im Jahre 1942 280,4 Mill. $, ihr Durchschnittsgehalt lag bei etwas über 50% Eisen.

Die Roheisenproduktion stellte sich 1942 auf 53,8 Mill. t gegen 49,4 Mill. t im Vorjahr. Die Stahlproduktion wird für 1942 auf 78,1 Mill. t, gegen 75,2 Mill. t im Vorjahre, angegeben. Hiervon entfielen 1942 5,0 Mill. t auf Bessemer-Stahl und 3,1 Mill. t auf Elektrostahl, während der Rest im

[1] Vgl. Glückauf 79 (1943) S. 60/61.

wesentlichen Siemens-Martin-Stahl war. An Manganlegierungen (Ferromangan, Spiegeleisen, Reinmangan u. dgl.) stellte die Eisenindustrie im Jahre 1942 587000 t her, gegen 662000 t im Vorjahr. Die Schwierigkeiten der Manganerzversorgung haben sich also bereits in einer Produktionskürzung an Manganlegierungen geltend gemacht.

Die Schwefelgewinnung der Welt 1942.

Nach amerikanischen Berechnungen betrug die Rohschwefelgewinnung der Welt im Jahre 1942 4,4 Mill. t. Hierzu kommen 4,0 Mill. t Schwefelinhalt der Schwefelkiesförderung der Welt, die für das Jahr 1942 auf 9,1 Mill. t geschätzt wird. Etwa drei Viertel der gesamten Schwefelproduktion werden zur Herstellung von Schwefelsäure verwendet.

Den Hauptanteil an der Gewinnung von Rohschwefel haben die Ver. Staaten von Amerika mit einer Förderung von 3,52 Mill. t im Jahre 1942 (3,06 Mill. t im Vorj.). Die Förderung des zweitgrößten Produktionslandes Italien, das in den letzten Vorkriegsjahren durchschnittlich 380000 t jährlich förderte, ist für die Kriegszeit nicht bekanntgegeben worden.

Außer der Förderung von Rohschwefel haben die Ver. Staaten in den letzten Jahren in zunehmendem Maße, ähnlich wie andere Länder, im besondern Deutschland, auch Schwefel als Nebenerzeugnis der Kokereien und bei der Abröstung sulfidischer Erze gewonnen. Im Jahre 1942 betrug die Produktion aus diesen beiden Quellen 190000 bzw. 220000 t.

Die Lebensdauer der britischen Kohlenvorkommen.

In einem Vortrag vor dem britischen Brennstoffinstitut äußerte unlängst der Sachverständige Dr. S. Grumell, die zukünftige britische Kohlenwirtschaft müsse vor allem unter dem Gesichtspunkt des Haushaltens mit den Kohlenvorräten geführt werden. Es wäre durchaus zu erwarten, daß die besten britischen Kohlenflöze in 30—50 Jahren erschöpft sein würden. Der Kohlenbergbau werde dann mit wesentlich erhöhten Selbstkosten zu rechnen haben, wenn nicht neue Abbaumethoden erfunden würden. Ein besonders wichtiges Mittel zur künftigen Brennstoffersparnis müsse darin bestehen, alle neu zu errichtenden Gebäude wesentlich besser als bisher gegen Kälte zu isolieren. Weiter seien große Ersparnisse dadurch zu ermöglichen, daß man alle industriellen Anlagen hinsichtlich der Versorgung mit Dampf, Heißwasser und Kraft mit ihren Nachbarwerken koppele und den dort vielfach vorhandenen Überschuß durch Verbundwirtschaft ausnütze.

Die Eröffnung der Petschora-Bahn.

Die 1800 km lange Bahnstrecke, welche die neuen Kohlenreviere im Petschora-Gebiet an das russische Bahnnetz anschließt, ist am 18. Sept. 1943 fertiggestellt und dem Betrieb übergeben worden. Die neue Strecke zweigt bei Konoscha an der Eisenbahn Moskau—Wologda—Archangelsk ab und führt über Kotlas an der Dwina bis in das Workuta-Revier jenseits des Petschora-Flusses.

Italienische Kriegsgefangene im britischen Bergbau.

In der führenden britischen Zeitung »Times« setzen sich zahlreiche Einsender dafür ein, die italienischen Kriegsgefangenen in Großbritannien im Kohlenbergbau zu beschäftigen. Sie sollten selbst die Kohlen fördern, die zur Versorgung der von den Engländern und Amerikanern besetzten Teile Italiens erforderlich sind. Hierbei wird mitgeteilt, daß die zuständigen Behörden die Beschäftigung von Kriegsgefangenen im Bergbau bisher ständig abgelehnt haben.

Ein neuer Kommissar für die britische Kohlenförderung.

Der britische Minister für Brennstoff und Energie teilte unlängst mit, daß er den bisherigen Gebietsleiter für die Kohlenförderung in Schottland, Charles Reid, zum Kommissar für Kohlenförderung (Director of coal production) für das ganze Land ernannt habe. Reid sollte seinen Posten im Oktober 1943 antreten.

PATENTBERICHT

Deutsche Patente.

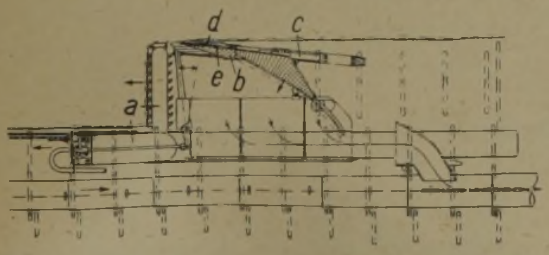
(Von dem Tage, an dem die Erteilung eines Patentes bekanntgemacht worden ist, läuft die fünfjährige Frist, innerhalb deren eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent erhoben werden kann.)

Das Zeichen * hinter der Patentnummer bedeutet, daß das Patent im Patentblatt nicht bekanntgemacht ist. Für die mit dem Zeichen versehenen Patente tritt die Wirkung bei der Ausgabe der Patentschrift ein (vgl. die Verordnung vom 12. Mai 1943 — R.G.Bl. II S. 150—). Am Schluß des Auszuges der Patentschrift ist der Vergleichsstoff angegeben, der im Erteilungsverfahren in Betracht gezogen ist. Dabei bedeutet: d. = deutsche, ö. = österreichische, sch. = schweizerische, fr. = französische, br. = britische, a. = amerikanische, P.S. = Patentschrift(en), Z. = Zeitschrift(en) und W. = Werk.

1c (11). *738642*, vom 17. 4. 37. Heinrich Plum in Merkstein über Herzogenrath (Kr. Aachen) und Dipl.-Ing. Albrecht Haacke in Beuthen (O.-S.). *Verfahren zur Beseitigung der Abgänge aus der Kohleflotation.*

Zur Beseitigung und Entwässerung der Abgänge aus der Kohlenschwimmaufbereitung wird das bei der Entwässerung von Feinkohlen bekannte Verfahren zur Klärung des Waschwassers durch Absetzen der Kohlenschlämme in Spitzbehältern und Ausbaggern der Schlämme aus diesen Behältern durch ein Entwässerungsbecherwerk verwendet.

5b (40). *738616*, vom 17. 9. 39. Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia in Lünen. *Gewinnungsmaschine für Kohle und andere Mineralien.*



Hinter einer den abzubauenden Kohlenstoß unterschrämenden Vorrichtung *a* ist ein Treibkeil *b* und eine Schlagvorrichtung *c* von großer Leistung für den unterschrämten Kohlenstoß angeordnet. Der Treibkeil *b* liegt mit einer in der Vorschubrichtung der Schrämvorrichtung *a* liegenden Kante *d* am unverritzten Kohlenstoß an und hat eine einen spitzen Winkel zum Kohlenstoß bildende Schneide *e*. Die Spitze der letzteren liegt am unverritzten Kohlenstoß an. Die Schlagvorrichtung *c* bildet einen spitzen Winkel mit der Vorschubrichtung der Schrämvorrichtung *a*.

5c (7). *738859*, vom 5. 7. 41. Dr.-Ing. Otto Fleischer in Gieschewald über Kattowitz (O.-S.). *Verfahren eines Scheibenabbaus in mächtigen Flözen.*

Beim bekannten Scheibenabbau mächtiger Flöze mit Versatz schräg zur Lagerstätte mit künstlich herbeigeführtem Einfallen, bei welchem zwischen dem Versatz der letzten und der folgenden Scheibe in ganzer Frontlänge eine Rösche zur Förderung und Wetterführung frei gelassen wird, wird eine Unterbank im Strebbau vorweg gebaut. Der Strebbau wird als Sammelförderstrecke für die folgenden Schrägbaue verwendet. Zwecks Abfangens des Haupthangenden können in bestimmten, von den Druckverhältnissen abhängigen Abständen auf dem Versatz des Strebbaues aufsitzende Kohlenbeine abgesetzt und in einem bestimmten Abstand außerhalb der Druckzone nachgebaut werden.

10a (12_{01}). *738975**, vom 10. 1. 37. Pierre Eugène Henri Forsans in Paris. *Koksofentür.*

Die Tür hat, wie bekannt, mehrere stegartige Metalldichtungen mit einem scharfen, abgerundeten oder flachen Dichtungsgrat. Die Dichtungen werden nach der Erfindung durch starre oder federnde Mittel so gegen die glatte Auflagefläche des Türrahmens des Koksofens gedrückt, daß sie alle an dieser Fläche dicht anliegen, d. h. alle eine Abdichtung bewirken.

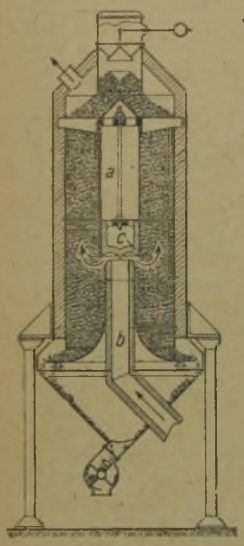
10a (19_{01}). *738976**, vom 31. 3. 39. Steinkohlengewerkschaft der Reichswerke Hermann Göring in Hamm (Westf.). *Verfahren zum Betrieb von Koksöfen.*

Zur Steigerung der Gewinnung von Nebenerzeugnissen bei unterbrochen betriebenen waagerechten Koksöfen, deren obere Gassammelräume absperrbar an einem Ende an einer Saugvorlage und am anderen Ende an einer Ausgleichvorlage angeschlossen sind, werden die Öfen unmittelbar nach dem Füllen bis zur Verteerung der Flächen der Türdichtung sowie in der zweiten Hälfte der Garungszeit mit beiden Vorlagen, in dem übrigen Teil der ersten Hälfte der Garungszeit jedoch nur mit der Ausgleichvorlage verbunden. Falls zeitweise die Funktion von Ausgleich- und Saugvorlage gewechselt wird, erfolgt das Wechseln und das entsprechende Umschalten der Steigrohrventile der im ersten Teil der Garungszeit befindlichen Öfen selbsttätig. Dieses kann z. B. durch eine von einem Uhrwerk betätigte oder durch eine den Temperaturunterschied zwischen den Enden des Gassammelraumes messende Einrichtung gesteuerte elektrische Schaltvorrichtung bewirkt werden.

10a (20). *738676*, vom 8. 5. 40. Didier-Werke AG. in Berlin-Wilmersdorf. *Einrichtung zum Nutzbarmachen von in den Abgasen von Gas- und Kokserzeugungsöfen enthaltener Wärme.*

In einem von den Abgasen durchströmten, zwischen dem Austritt der Heizgase aus der Beheizungswand und dem Eintritt der Abgase in die Wärmerückgewinnungsanlage liegenden Kanal ist eine Rohrschlange angeordnet, deren in der Strömungsrichtung der Gase hintereinander liegende Windungen nach einer Richtung stetig enger werden. Der Durchmesser jeder Windung der Schlange kann etwa um den Durchmesser der Rohre kleiner sein als der Durchmesser der benachbarten Windung von größerem Durchmesser. Ferner können die engste und die weiteste Windung der

Schlange an dem Zu- und dem Abfluß des von den Abgasen zu erhitzenden Stoffes angeschlossen sein.



10a (24_{01}). *738977**, vom 11. 11. 36. Dr. Wilhelm Groth in Berlin. *Vorrichtung zur zentralen Einführung des Spülgases in einen ringschachtförmigen Schwelofen.*

In dem Ofen sind zwei Rohre *a b* von verschiedenem Durchmesser mit geringem Abstand axial übereinander angeordnet. Von den beiden Rohren ist das obere Rohr *a*, welches einen größeren Durchmesser hat als das untere Rohr *b*, am unteren Ende durch einen ebenen oder gewölbten Boden *c* verschlossen. Der letztere überdeckt das oben offene Ende des unteren, zum Einführen des Spülgases in den Ofen dienenden Rohres *b*. Das obere Rohr *a* oder dessen Boden *c* können in der Höhe verstellbar sein.

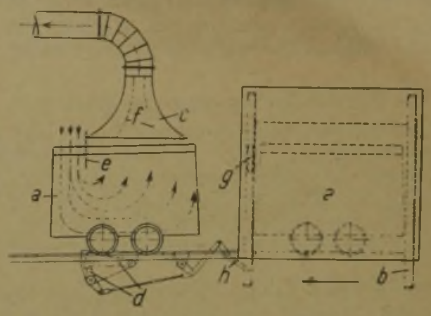
10a (36_{06}). *738677*, vom 28. 6. 36. Fried. Krupp AG. in Essen. *Vorrichtung zum Verschwelen fester Brennstoffe.*

Die Vorrichtung hat abwechselnd nebeneinander angeordnete Schwelräume und Heizkammern, durch die Heizgasströme im wesentlichen in parallelen Ebenen geführt werden, wobei die Ein- und Austrittöffnungen der Heizgasströme auf derselben Seite der Vorrichtung liegen. Jeder der Heizgasströme ist gemäß der Erfindung zwischen der Ein- und Austrittöffnung durch eine Verbindungsleitung zu einem im wesentlichen in der Ebene des Heizgasstromes liegenden Kreislauf geschlossen. In der Verbindungsleitung sind eine Vorrichtung zum Umwälzen der Heizgase sowie zum Zuführen von Frischgas und zum Abführen von Abgas dienende Öffnungen angeordnet. Zum Umwälzen der Heizgase kann dabei ein Drehkolbengebläse verwendet werden.

81e (89_{02}). *738882*, vom 25. 5. 40. Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel mbH. in Saarbrücken. *Schachtfördergefäß.*

Der Querschnitt des Gefäßes, das, wie bekannt, einen Auslauf mit einem Klapperverschluß hat, wird an der durch die Ablenkung des Fördergutstromes für die Brückenbildung kritischen Stelle nach dem Auslauf des Gefäßes hin allmählich größer. Gegenüber der für die Brückenbildung kritischen Stelle ist das Gefäß mit einer begrenzt nachgebenden Erweiterung versehen. Das Gefäß kann z. B. gegenüber der Stelle eine unter dem Druck des Fördergutes nachgebende, ausschwenkbare, als Leitkörper wirkende Klappe haben. Letztere kann mit dem Gefäßverschluß so gesteuert werden, daß sie sich bei geöffnetem Gefäßverschluß bis zu ihrer Endlage frei bewegen kann.

81e (92). *738654*, vom 11. 6. 39. Westfalia Dinnendahl Gröppel AG. in Bochum. *Einrichtung zum Entstauben von Förderwagen.*



Im Umlauf der Förderwagen *a* ist hinter dem Wipper *b* eine Saughaube *c* angeordnet, durch die die Förderwagen hindurchlaufen. Unter der Saughaube werden die Förderwagen durch eine vom Wipper *b* gesteuerte Sperre *d* während der Drehung des Wippers eine Zeitlang festgehalten. Die Saughaube *c* kann sich nur über einen Teil der Länge des Kastens der Förderwagen erstrecken. An der freien Seite der Saughaube kann ein in den Kasten der Förderwagen hineinhängender Vorhang *e* angebracht sein, der den Luftstrom bis zum Boden des Kastens lenkt. Ferner können in der Saughaube Leitbleche *f* für den Luftstrom angeordnet werden, und die den Förderwagen unter der Saughaube festhaltende Sperre kann in der Sperrstellung geschlossen sein sowie nach einer ¾-Drehung des Wippers durch einen an diesem angebrachten Anschlag *g* mittels eines am Gestänge der Sperre angeordneten Mitnehmers *h* kurzzeitig geöffnet werden, so daß der entstaubte Förderwagen weiterläuft.

81e (133). *738673*, vom 17. 2. 38. Klöckner-Humboldt-Deutz AG. in Köln. *Bunker mit einer zur schonenden Einfüllung von Schüttgut vorgesehenen schrägen Rutsche.*

Die Lauffläche der, wie bekannt, an der freien Kante mit Begrenzungswänden versehenen Rutsche besteht aus im Abstand voneinander angeordneten, gegeneinander versetzten, treppenstufenartig angeordneten einzelnen Flächen. Der Abstand dieser Flächen voneinander und die Höhe der von den Flächen gebildeten Stufen sind bezüglich der Geschwindigkeit des über die Flächen gleitenden Gutes so gewählt, daß das Gut den Abstand zwischen den Flächen überspringt.

BÜCHERSCHAU

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

Brückner, Horst: Untersuchungsverfahren für feste Brennstoffe. (Sonderabdruck aus Handbuch der Gasindustrie. Bd. 5.) 264 S. mit 117 Abb. München, R. Oldenbourg. Preis geb. 18 *RM.*

Gas-Schmelzschweißung. Erläuterungen zu den Lehrtafeln Gs 1—16. 7. Aufl. Hrsg. vom Reichsinstitut für Berufsausbildung in Handel und Gewerbe. 40 S. mit Abb. Dresden, Elbe-Verlag, Werner Lehmann. Preis in Pappbd. 1,50 *RM.*

Heinemann-Pinkerneil: Handbuch des deutschen Bergwesens. 3. Ergänzungslieferung zu Bd. 1 »Bergrecht«. 86 Blätter. Berlin, Verlag für Sozialpolitik, Wirtschaft und Statistik, Paul Schmidt. Preis der Blätter 5,16 *RM.*

Kleine Karten zur deutschen Wirtschaftsgliederung 1 : 3 Mill.: Reichstreuhänder der Arbeit und Landesarbeitsämter — Gaue der NSDAP. — Wehrkreisabgrenzungen — Gauwirtschaftskammern und Wirtschaftskammern — Rüstungsinspektionen und Rüstungskommandos. Format 42 · 55 cm. Berlin, Richard Schwarz. Preis jeder Karte 1,50 *RM.*

PERSÖNLICHES

Den Tod für das Vaterland fand:

am 22. Oktober im Osten der Bergbaubeflissene Gerd Pruskowski, Leutnant d. R. in einer Nachrichtenabteilung, im Alter von 21 Jahren.

Verein Deutscher Bergleute

Bezirksverband Gau Niederschlesien, Untergruppe Oberlausitz. 18. Dezember, 17 Uhr, Weißwasser (O. L.), Prenzels Hotel, Gründungsversammlung der Untergruppe Oberlausitz. Vortrag Dipl.-Ing. Sauer, Bergschule Waldenburg (Schl.) »Die Mechanisierung im Braunkohlentiefbau unter besonderer Berücksichtigung des elektrischen Antriebs«. Anschließend kameradschaftliches Beisammensein.

Ferner sind folgende Veranstaltungen geplant: Im Februar 1944, Vortrag Dipl.-Ing. Müller, Technische Überwachungsstelle Waldenburg (Schl.) »Sicherheitseinrichtungen an den elektrischen Anlagen im Braunkohlentiefbau«, im April 1944, Vortrag Dr. Issel über seine kürzliche Studienreise in den rumänischen Bergbau.

Infolge verspäteten Eingangs der Voranzeige konnte auf folgende Vortragstagung des Bezirksverbandes Gau Steiermark des VDB. im NSBDT. am 3. und 4. Dezember in der Montanistischen Hochschule in Leoben nicht rechtzeitig hingewiesen werden:

3. Dezember, 16 Uhr, apl. Professor Dr.-Ing. Viktor Skutl, Mähr.-Ostrau »Bergwirtschaftliche Fragen des Ostrauer Raumes«. 17.15 Uhr, Dr.-Ing. Karl Groß, Mähr.-Ostrau »Rationalisierung im Ostrauer Steinkohlenbau«. 18.30 Uhr, Dr.-Ing. Franz Schmid, Mähr.-Ostrau »Strebbruchbau in niedrigen Flözen mit besonderer Berücksichtigung der Ostrauer Verhältnisse«.

4. Dezember, 8.30 Uhr, Dr.-Ing. Karl Hochstetter, Freiberg (Sa.) »Der Abbau mächtiger Kohlenflöze in Gegenwart und Zukunft«. 10 Uhr, Dozent Dr.-Ing. habil. Anton Vollmaier, Freiberg (Sa.) »Neueste Erkenntnisse über Braunkohlen-Brikett-Schwelung und Vergasung«. 11.30 Uhr, Dr.-Ing. Hans Schimmel, VDI, Wien »Bohrgeräte und Arbeitsweise in Rumänien«. 14.30 Uhr, Oberinspektor Dipl.-Ing. Schmidt, Egerländer Bergbau-AG. »Kammerbau mit breitem Blick«.

Zu dieser Veranstaltung waren die Mitglieder der Eisenhütte Süd-Ost des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., Leoben, eingeladen, der seinerseits die Mitglieder des Vereins Deutscher Bergleute, Bezirksverband Gau Steiermark, zu der am gleichen Ort am 4. Dezember, 16 Uhr, veranstalteten Vortragsreihe von 4 Kurzvorträgen eingeladen hatte.

Nachruf.

Am 20. Oktober ist unser Mitglied Herr Siegmund Wehner, Grubensteiger auf der Schachtanlage Zollverein 6/9, Verbindungsmann der Untergruppe Essen, gestorben. Wir verlieren in dem Verstorbenen ein langjähriges, eifriges Mitglied und treuen Mitarbeiter, dessen Andenken wir in Ehren halten werden.

Untergruppe Essen.

STELLENANGEBOTE

Sprengmeister für Munitions-Entlaborierbetrieb im G. G., gesucht. Bewerber mit Erfahrung auf diesem Gebiet bevorzugt. Bewerbungen mit allen Unterlagen erbeten unter G 1773 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Größeres Bergwerksunternehmen des rheinisch-westfälisch. Industriegebietes sucht für die Bearbeitung aller mit dem Luftschutz zusammenhängend. Fragen einen hauptamtl. **Sachbearbeiter** mit entsprechenden Vorkenntnissen. Herren, welche auf diesem Gebiet die notwendigen Erfahrungen besitzen, werden gebeten, umgehend ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen unter G 1774 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen, einzusenden.

Maschinensteiger für Eisenerz- u. Schwefelkiesbergbau einschl. Tagesanlagen und Brechanlage zum baldigen Eintritt gesucht. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen erbeten unt. G 1775 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Größere Bergwerksgesellschaft in Essen sucht zum baldigen Eintritt einen **Vermessungssteiger.** Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf und Zeugnisabschriften sowie Angabe der Gehaltsansprüche u. des frühesten Eintrittstermins erbeten unter G 1783 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Für Erzbergbaubetrieb-Neuanlage werden sofort oder später eingestellt: **2 Grubensteiger, 2 Aufbereitungssteiger.** Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten unter G 1785 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Für mittlere Steinkohlen-Grube im östlichen Ruhrbezirk, vorwiegend steile Lagerung, wird junger, tüchtiger **Fahrsteiger** für sofort gesucht. Zuschriften erbeten unter G 1788 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

STELLENGESUCHE

1. Maschinensteiger, 42 Jahre, Absolvent der Maschinenbauschule, gute Allgemeinbildung, vertraut in der Dampfkraft- und Preßlufterzeugung und Aufbereitung, sucht Stellung als Maschinenfahrsteiger oder Tagesbetriebsführer. Wegen Auflösung der Anlage ist eine Freigabe u. Zustimmung möglich. Angebote sind unter G 1778 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen, zu richten.

Maschinenfahrsteiger, 38 Jahre, mit reichen Erfahrungen im Steinkohlen- u. Erzbergbau über- u. untertage, sucht neuen Wirkungskreis als **Maschinenobersteiger.** Angebote erbeten unter G 1779 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Kokereifachmann (Gasing.) mit guten theor. Kenntnissen u. langjähr. Betriebserfahrungen in der Verkokung, in der Kohlenwertstoffgewinnung und in der Gasfernversorgung, z. Z. als Oberassistent und stellvertretender Betriebsführer tätig, sucht Stellung als Kokereibetriebsführer. Angebote unter G 1780 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

1. Maschinen- u. Elektrosteiger, 31 Jahre, verheiratet, mit überdurchschnittlichen Leistungen in der Überwachung der Maschinen- und Elektrobetriebe unter Tage, sucht Stellung als 1. Maschinen- und Elektrosteiger mit baldiger Aufstiegsmöglichkeit zum Fahrsteiger. Angebote erbeten unter G 1781 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Dipl.-Berging., derzeit in leitender Stellung in einem Betrieb der Wirtschaftsgruppe Steine u. Erden, wünscht sich in ähnliche Stellung zu verändern. Bevorzugt Sudetenland u. Protektorat. Angebote unter Ingenieur „15082" an Ala, Wien I, Wollzeile 16.

Kriegsversehrter **Grubensteiger,** 35 Jahre alt (Abiturient), sucht im Obertagebetrieb eines Steinkohlenbergwerks passenden Wirkungskreis im technischen Büro oder in der Verwaltung zu Anfang 1944. Angebote erbeten unter G 1787 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Masch.-Ing. und Betriebsleiter, mit langjähriger Tätigkeit in Bergbaubetrieben, H. T. L., 44 Jahre, aus dem Osteinsatz zurückgekehrt, sucht zum 1. 44 evtl. früher verantwortlichen Wirkungskreis (Betrieb oder Verwaltung). Angebote erbeten unter G 1777 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

AN- UND VERKÄUFE

Trommelmühle, 1250/1000 mm oder 1250/1250 mm, oder **Rohrmühle,** 1250/1500 mm oder 1250/2000 mm für Stahlkugelfüllung, gebraucht, jedoch betriebsfähig, zu kaufen gesucht. Angebote unter G 1776 an die Verlag Glückauf GmbH., Essen.

Birkenreiserbesen laufend in Waggonladungen an die Industrie, Behörde und Wehrmacht lieferbar. Josef Wiesner, Besengroßhandlung, Frankfurt a. M., Senckenberg-Anlage 3.

Heidekrautbesen, handelsübliche Ware, laufend in Waggonladungen lieferbar. Josef Wiesner, Frankfurt a. M., Senckenberg-Anlage 3.

Für die Entladung von losem Zement aus Rheinkähnen suchen wir eine gebrauchte **Fuller-Vertikal-Pumpe** mit allem Zubehör und Kompressor. Stündl. Förderleistung etwa 20—30 ts. Angebote erbeten an Basalt-Actien-Gesellschaft, Linz am Rhein.

Lizenzverkauf. Brikettierungsverfahren für Generatortreibstoff aus Schwelabfällen, Feinkornkohle etc. Zuschriften erbeten unter Kl. 53847 an Ala, Berlin W 35.

Der Bergbaufachmann liest „Glückauf"
Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Die Kohle als Grundlage der gewerblichen Wirtschaft

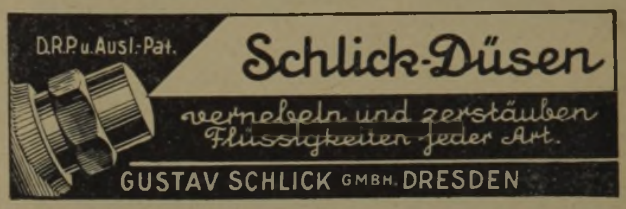
In Zusammenarbeit mit Bezirksschuldirektor Dr. Ing. A. Kaiser entworfen und gezeichnet von Berggewerbeoberlehrer K. Hilbring.

Folge 2 der Bochumer Beiträge zur Berufsausbildung im Bergbau. Herausgegeben von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse Bochum.

Karte auf Leinenpapier mit Stäben. Größe 135 × 96. 7.50 RM
Erläuterungen dazu 24 Seiten, Kart. 0,90 RM

Die Karte zeigt in übersichtlicher Form die Verflechtung der vier Grundstoffe Kohle, Öl, Eisen und Holz, ihre Beziehungen zu einigen wesentlichen Zweigen der gewerblichen Wirtschaft und damit ihre grundlegende Bedeutung im Rahmen der deutschen Gesamtwirtschaft. Dadurch, daß alle Nebensächlichkeiten vermieden und nur das Wichtigste herausgehoben worden ist, bietet die Karte eine schnell zu übersehende Gesamtschau.

Verlag Glückauf GmbH., Essen, Abteilung Buchhandlung.



2 Glasröhrchen
umhüllen als besondere Sicherung die eingeschmolzenen Stromzuführungen der Sonderausführung der OSRAM-DOPPELWENDEL-LAMPEN für explosionsgeschützte Leuchten. Das genormte Schaltzeichen für Stromsicherungen auf der Lampenkuppe kennzeichnet die besondere Bauart für diesen Verwendungszweck.

Mit »OSRAM« wird auch Strom gespart.

Auch diese LEISTUNG bürgt dafür:

OSRAM

Viel Licht für wenig Strom!

A31

Wir reinigen seit über 35 Jahren mit unserem **ROHRREINIGER „MOLCH"** alle verkrusteten Rohrleitungen u. Rohrnetze. **Wir liefern** zur Reinigung von Rohrsystemen aller Art unseren bewährten **KESSELROHRREINIGER „MOLCH"**

GES. FÜR RÖHRENREINIGUNG LANGBEIN & CIE.
(Anfragen an Verlag Glückauf GmbH., Essen.)

Schläuche
Stiefel
Handschuhe
Treibriemen

Gummi
für alle technischen Zwecke

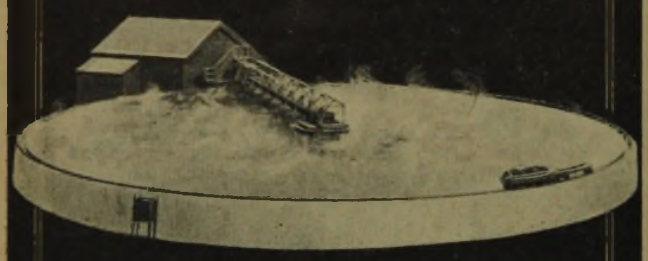
Dichtungen
Platten
Formartikel
Transportbänder

Otto Taube & Co. / Inh. Fritz Theise
Berlin — Telefon: 177741/42 — Telegramm-Adresse: Taubecogummi

Schriftwalter: Bergassessor C. Pommer, für den wirtschaftlichen Teil: Dr. H. Meis, beide Essen / Anzeigenleiter: Franz Flach, Essen. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 6 / Druck: C. W. Haarfeld, Komm.-Ges., Essen / Verlag Glückauf GmbH., Essen, Huyssenallee 100. Fernruf 22203, 20981 Vierteljahres-Bezugspreis 7,— RM. Preis des Einzelheftes 1,25 RM.

DORR

Klassierung, Hydroseparation,
Klärung, Auswaschung, Filtration



DORR GESELLSCHAFT M.B.H.
BERLIN

DEMAG

Gemuldete
STAHL-GURT-FÖRDERER

DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT

PuS-LEUCHTEN

für jeden Zweck
im Bergbau

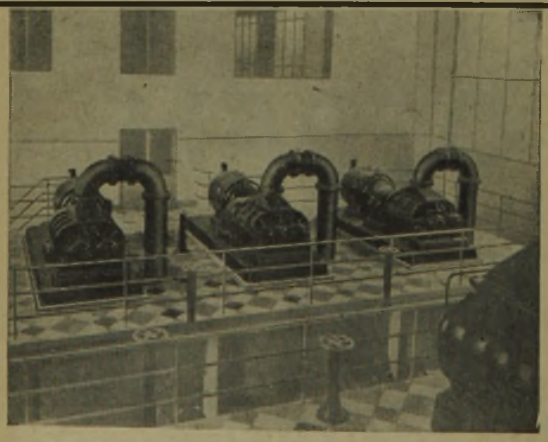
Elektrotechnische Fabrik
Pötter & Schütze
G. m. b. H., Essen

In **wenigen Minuten** dringt

„Anti-Rost",

das graphitierte Kriechöl, **selbsttätig in das Innere** der Förder-, Trag- und Zugseile, zwischen Nietungen, Federblätter und alle sonstigen unzugänglichen Eisenteile. Es wirkt rostschützend, rostlösend, rostentfernend und schmierend. Als Rostschutz besonders wirksam und wirtschaftlich.

Dr. Nüsken & Co.
General-Vertrieb: Bruno Debour, Ing. VDI.,
Essen-Bredeney, Hermann-Göring-Str. 351.



3 Gebläse für je 150 m³/min und 4 m WS.

AERZENER Maschinenfabrik GmbH.

seit 1864 — Anfragen an Verlag Glückauf GmbH., Essen. — Tel. 225/226

als Spezialfabrik führend in sämtlichen

Drehkolbenmaschinen

Gebläse für Luft und alle Gase, Druck und Vakuum bis 1000 m³/min und 8 m WS.

Pumpen für dünne und dickste Flüssigkeiten bis 9500 ltr./min und 60 m Förderhöhe.

Gasmesser trocken arbeitend, eichfähig bis 25 atü und 30 000 m³/h.