

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 42

18. Oktober 1930

66. Jahrg.

Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Preßluft und Elektrizität im Ruhrkohlenbergbau¹.

Von Privatdozent Dr. phil. Dr.-Ing. C. H. Fritzsche, Essen.

Die zunehmende Verwendung von Maschinen im Steinkohlenbergbau untertage, besonders im Flözbetriebe, die Zunahme auch der Leistung der einzelnen Maschine, der wachsende Anteil, der infolgedessen auf die Maschinenbetriebskosten und darunter die Kosten der Antriebskraft, des Energieträgers, an den Gesamtkosten entfällt, ferner die gerade im deutschen Steinkohlenbergbau im Laufe des vergangenen Jahrzehntes hervorgetretene Notwendigkeit, auch mit kleinen Beträgen zu rechnen, haben in den letzten Jahren mehrfach zu Erörterungen darüber geführt, ob von den beiden für den Steinkohlenbergbau in Betracht kommenden Energieträgern der bisher allgemein angewandten Preßluft oder der Elektrizität der Vorzug zu geben sei.

Erörterungen dieser Frage lagen um so mehr auf der Hand, als die Elektrizität übertage die weiteste Anwendung gefunden hat und die Preßluft auch untertage in andern Steinkohlenbezirken der Welt in weitgehendem Maße bereits durch Elektrizität ersetzt worden ist. An erster Stelle ist in diesem Zusammenhang der Steinkohlenbergbau der Vereinigten Staaten zu nennen, der fast ausschließlich Elektrizität verwendet und dessen Mechanisierung gerade durch die Elektrizität eine starke Belebung erfahren hat. Auch in Schottland, wo der Steinkohlenbergbau einen weit höhern Mechanisierungsgrad aufweist als in England², beschränkt sich die Verwendung von Preßluft nur noch auf wenige Gruben. Aber auch in England hat die Elektrizität bereits ein deutliches Übergewicht, so daß in Großbritannien etwa 75 % der durch Schrämarbeit hereingewonnenen Kohlen auf elektrische Schrämmaschinen entfallen und die Mehrzahl der Schüttelrutschen- und Bandantriebsmotoren sowie die überwiegende Anzahl der Strecken- und Seilbahnmotoren elektrisch angetrieben werden³. In Rußland ist das Donezbecken ganz auf Elektrizität eingestellt. Eine geringere Rolle spielt sie z. B. noch im Steinkohlenbergbau der Tschechoslowakei und Hollands, wo sich aber ihre Ausbreitung untertage nicht verkennen läßt.

Auch im Steinkohlenbergbau Deutschlands gewinnt die Elektrizität an Boden, jedoch beschränkt sich ihre zunehmende Verwendung, abgesehen von der Hauptwasserhaltung und der Hauptstreckenförderung, für die ihre Bedeutung schon seit längerer Zeit feststeht, in erster Linie auf größere, mehr oder weniger ortsfeste Maschinen, wie auf Haspel in großen Blindschächten und auf Förderbandantriebe. Für die

zahlreichen mittlern und kleinen Blindschachthaspel und für die vor Ort verwendeten Maschinen behauptet die Preßluft heute noch fast ausschließlich das Feld. Nur in verhältnismäßig wenigen Fällen ist sie auch im Flözbetriebe von der Elektrizität verdrängt worden, so im Ruhrbezirk auf Betriebspunkten der Zechen Minister Stein, Rheinpreußen und Friedrich Thyssen 2/5, in Niederschlesien auf der Wenceslausgrube, in Sachsen auf den Gruben der Gewerkschaft Deutschland und Gottesseggen. In Oberschlesien hat sie bereits größere Verbreitung gewonnen, nicht zuletzt infolge der Verwendung elektrischer Drehbohrmaschinen, von denen mehrere tausend in Betrieb stehen. Im besondern seien hier die Castellengo- und die Abwehrgrube genannt.

Für diese verschiedene Entwicklung in Deutschland und in andern großen Kohlenländern könnte die Schlagwettergefährlichkeit eine Rolle spielen. Sie kommt aber dafür vielleicht für mehr oder weniger zahlreiche Einzelfälle, jedoch nicht allgemein in Betracht, denn sowohl in England und Schottland als auch in den Vereinigten Staaten verwendet man die Elektrizität in schlagwettergefährdeten wie in schlagwetterfreien Gruben. Zudem lassen sich die elektrischen Motoren, Geräte und Kabel so schlagwetter-sicher gestalten, daß Bedenken in dieser Beziehung kaum mehr gehegt zu werden brauchen. Infolgedessen gestattet man im britischen Kohlenbergbau immer zahlreichere Ausnahmen von der Vorschrift, daß elektrische Maschinen nicht betrieben werden dürfen, wenn der Methangehalt der Wetter $1\frac{1}{2}$ % übersteigt¹.

Belangreicher ist dagegen die Verschiedenartigkeit der Mechanisierung im britischen und nordamerikanischen Kohlenbergbau einerseits und im deutschen Kohlenbergbau andererseits. Dort Vorherrschen der Schrämmaschine, also einer Großmaschine mit drehender Bewegung, und gänzliches Zurücktreten von Abbauhämmern sowie auch von Bohrhämmern, weil die Sohlenbildung bei der vorherrschenden flachen und regelmäßigen Lagerung in der Kohle stattfindet und Gesteinarbeiten eine nur geringe Rolle spielen. In Deutschland dagegen sind die Schlagwerkzeuge im Abbau sowie in der Aus- und Vorrichtung von hervorragender Bedeutung, wenngleich sie in ihrer PS-Zahl und ihrem Kraftverbrauch hinter den Maschinen zurückstehen, die selbst eine Drehbewegung ausführen oder von Motoren mit Drehbewegung angetrieben werden können. Im Durchschnitt des Ruhrbergbaus entfallen etwa 18 % des Luftverbrauches auf die Schlagwerkzeuge, ein Anteil, der bei steiler Lagerung auf mehr als 20 % steigt und bei flacher Lagerung auf etwa 15 % oder weniger sinken kann.

¹ Erweiterte Fassung des am 16. Oktober 1930 auf der 3. Technischen Tagung des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaus in Essen gehaltenen Vortrages.

² In Schottland werden mehr als 50 % der Förderung durch Schrämarbeit hereingewonnen gegenüber 26 % im Durchschnitt Großbritanniens.

³ Fritzsche, Glückauf 1929, S. 128f.

¹ Fritzsche, Glückauf 1929, S. 152b.

Solange sich daher die schlagend wirkenden Maschinen, die Bohr- und Abbauhämmer, noch nicht durch Elektromotoren antreiben lassen, kommt für den Ruhrbergbau der vollständige Ersatz der Preßluft durch Elektrizität nicht in Frage. Es kann sich vielmehr nur darum handeln, zu untersuchen, ob der gemischte Antrieb dem reinen Preßluftantrieb gegenüber wirtschaftliche Vorteile bringt, ob es sich lohnt, unter Beibehaltung des Preßluftantriebes für die Schlagwerkzeuge Haspel, Schüttelrutschen und Bandantriebsmotoren sowie die Schrämmaschinen und Sonderventilatoren elektrisch zu betreiben. Da ein großer Teil dieser drehend bewegten Maschinen in erster Linie bei flacher Lagerung Verwendung findet, erscheint es als zweckmäßig, die Untersuchung zunächst auf diese zu beschränken.

Eine größere Anzahl von Veröffentlichungen hat sich in den letzten Jahren mit dieser Frage oder Einzelheiten daraus beschäftigt.

Die erste Anregung zu ihrer allgemeinen Erörterung gab ein Vortrag von Philippi¹ im Ausschuß für Bergtechnik, Wärme- und Kraftwirtschaft für den niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. Er behandelte darin die wichtigsten für den Betrieb untertage in Betracht kommenden Maschinen und Zubehörteile und wies allgemein auf die erheblich niedrigeren Betriebskosten des elektrischen Antriebs im Vergleich zum Preßluftantrieb hin, denen gegenüber die Höhe des von den größeren Anlagekosten abhängigen Kapitaldienstes zurücktrete. Als Verhältnis des Energieverbrauches beim elektrischen und Preßluftantrieb werde im Durchschnitt 1 : 6 bis 1 : 8 angegeben unter der Voraussetzung des gleichen Dampfverbrauches für die Erzeugung von 10 m³ a. L. (6 at) und 1 kWh. In der Erörterung des Vortrages bestätigte Beyling, daß die elektrischen Motoren und Zubehörteile völlig schlagwettersicher gebaut werden könnten, und es auch möglich sei, die Verlegung und Wartung der Kabel in einer Weise zu handhaben, daß keine sicherheitstechnischen Bedenken gegen ihre Verwendung erhoben zu werden brauchten. Weiterhin teilte J. Haack als Ergebnis seiner überschläglichen Berechnung für eine Zeche von 2000 t Tagesförderung mit, daß bei einem Preis von 0,3 Pf. für 1 m³ a. L. und von 5 Pf. für 1 kWh mit einer Ersparnis von 250000 *M* oder fast 0,40 *M*/t gerechnet werden könnte, wenn die Preßluft völlig durch Elektrizität ersetzt würde. Über die Höhe der Anlage- und Unterhaltungskosten bei beiden Antriebsarten wurden keine näheren Angaben gemacht.

Im Jahre 1926 äußerte sich Schweinitz² für die Maxgrube in Oberschlesien über die zweckmäßigste Antriebskraft des Betriebes untertage, wobei er zu dem Ergebnis kam, daß ein wirtschaftlicher Vorteil in der Anwendung der Elektrizität nicht zu erblicken sei. Allerdings legte er seiner Berechnung nur einen Preßluftverbrauch von 75 m³/t zugrunde und bezifferte die Verluste auf 15% der erzeugten Preßluftmenge. Ferner bemaß er die Lohnkosten für die Unterhaltung der elektrischen Anlagen auf die sechsfache Höhe der bei Preßluft erforderlichen Summe, eine zweifellos zu ungünstige Annahme. Im übrigen betonte Schweinitz mit Recht die Bedeutung der bei Verwendung von

Elektrizität höheren Anlagekosten bei einer vergleichenden Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Als beredter Verteidiger der Elektrizität wies Gaertner¹ in seinem 1927 im Reichskohlenrat gehaltenen Vortrage weniger die größere Wirtschaftlichkeit an Hand einer eingehenden Kostenberechnung als den geringen Wirkungsgrad der Kraftübertragung beim Preßluftbetriebe nach. Er betonte die Vorteile der elektrischen Beleuchtung sowie verschiedener Betriebseigenschaften des Elektromotors, seine Überlastbarkeit, bessere Überwachungsmöglichkeit und erzieherische Wirkung, zum Teil wichtige Unwägbarkeiten, die sich in einer Kostenrechnung nur schwer erfassen lassen.

Die ersten eingehenden Kostenberechnungen und Wirtschaftlichkeitsvergleiche sind Bruch² und Müller³ zu verdanken. Bruch vergleicht auf Grund von einjährigen Betriebserfahrungen in einer elektrisch betriebenen Steigerabteilung für die gesamte Zeche Minister Stein (flache Lagerung) die Kosten des reinen Preßluftbetriebes mit denen eines gemischten elektrischen und Preßluftbetriebes, bei dem nur noch 30% für den Preßluftbetrieb von Abbauhämmern und Bohrhämmern verbleiben. Bruch legt seiner Berechnung das für die Elektrizität sicherlich nicht zu günstige Wirtschaftsverhältnis in den Kraftkosten beider Energieträger von 1 : 6 sowie Preise von 0,24 und 2,2 Pf. für 1 m³ a. L. und 1 kWh zugrunde. Bei vorsichtiger Bewertung der Tilgungsbeiträge und einer vielleicht nicht ganz ausreichenden Bemessung der Kosten für die Unterhaltung der elektrischen Anlagen errechnet er eine Belastung von 0,42 *M*/t für den gemischten Betrieb und von 0,64 *M*/t für den Preßluftbetrieb. Somit ergibt sich zugunsten des ersten ein Unterschied von 0,22 *M*/t.

Die eingehendste Behandlung hat die zur Erörterung stehende Frage bisher — wenigstens für den Ruhrbergbau — durch Müller erfahren. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Verwendung von Elektrizität nur für Gruben mit flacher Lagerung, weitgehender Betriebszusammenfassung und Schrämmaschinenbetrieb eine Kostenersparnis mit sich bringt. Diese beträgt nach seiner Rechnung gegenüber dem reinen Preßluftbetrieb bei gemischtem Antrieb 7,7 Pf./t und bei vollständigem elektrischem Antrieb (einschließlich elektrischer Beleuchtung) 10,7 Pf. Für eine Idealgrube mit steiler Lagerung errechnet Müller unter der Voraussetzung des elektrischen Antriebes auch für die Schlagwerkzeuge eine Ersparnis von nur 0,39 Pf./t, wobei als Stromkosten 2,85 Pf./kWh und als Preßluftkosten 0,238 Pf./m³ a. L. zugrunde gelegt sind.

Darauf ist von Bohnhoff⁴ entgegnet worden, daß sowohl Müllers Entwurf der elektrischen Energieverteilung als auch die Auswertung der von ihm aufgestellten Ausnutzungsfaktoren für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung des elektrischen oder gemischten Betriebes nicht anerkannt werden könnten. Den ersten

¹ Gaertner: Der elektrische Betrieb im Steinkohlenbergbau, Glückauf 1927, S. 477.

² Bruch: Das Ergebnis des Elektrifizierungsversuches auf der Schachtanlage Minister Stein, Glückauf 1927, S. 525.

³ Müller: Druckluft oder Elektrizität als Antriebskraft für die Kleinheitsmaschinen im Steinkohlenbergbau untertage, Dissertation, Aachen 1928; s. a. Glückauf 1927, S. 519.

⁴ Bohnhoff: Druckluft oder Elektrizität als Antriebskraft für die Kleinheitsmaschinen im Steinkohlenbergbau untertage, 1929.

¹ Philippi: Elektrische Vorortmaschinen, Glückauf 1925, S. 389.

² Schweinitz: Druckluft oder Elektrizität bei den Arbeitsmaschinen im Bergbau, Kohle Erz 1926, Sp. 411.

Einwand hat auch Bruch¹ erhoben. Bohnhoff errechnet unter Beibehaltung aller übrigen Annahmen Müllers, mit Ausnahme der Art seines Entwurfes, bei vollelektrischem gegenüber dem Preßluftbetriebe für je eine Idealgrube mit steiler und mit flacher Lagerung Ersparnisse von 0,10 und 0,29 M/t . Diese Verschiedenheit der Beträge zeigt deutlich den erheblichen Einfluß der Anlagekosten des elektrischen Betriebes auf das Gesamtergebnis.

Eine sehr inhaltreiche und sorgfältige Arbeit über diesen Gegenstand hat ferner Reisch unter Zugrundelegung von Betriebserfahrungen auf dem Wartinbergschacht von Seegraben bei Leoben veröffentlicht². Für die Elektrizität errechnet er einen Gesamtwirkungsgrad der Kraftübertragung bis zu den 110-V-Motoren in der Grube von 71,5% gegenüber 17,1% bei Preßluft. Bei den mit Preßluft betriebenen Kleinarbeitsmaschinen werden nach seiner Angabe von der übertage aufgewendeten Energie nur 1,5–4% nutzbar abgegeben. Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnung lautet, daß bei Verwendung von Elektrizität eine Ersparnis von 0,36 M/t Kohle gegenüber der Preßluft erzielt wird. Dieses Ergebnis ist um so bemerkenswerter, als es sich auf dem Wartinbergschacht nur um einen mittlern Mechanisierungsgrad handelt und auch die Ausnutzung eines großen Teiles der Maschinen dort erheblich niedriger ist als z. B. durchschnittlich auf den Ruhrzechen.

Anlaß zu einer erneuten Aussprache über die Wahl des Energieträgers für den Betrieb untertage gab die Zweite Weltkraftkonferenz 1930. Das Ergebnis dieser Erörterung kann kurz damit gekennzeichnet werden, daß nach der allgemein vertretenen Ansicht die Zukunft im Grubenbetriebe, abgesehen von stoßend und schlagend wirkenden Maschinen, dem elektrischen Strom gehört, soweit die einschlägigen bergpolizeilichen Bestimmungen seine Anwendung nicht erschweren oder verhindern³.

Dieser Überblick über das vorliegende Schrifttum zur Frage der Verwendung von Preßluft oder Elektrizität im Betrieb von Steinkohlenzechen untertage sowie über die Beurteilung der beiden Energieträger in den einzelnen Ländern läßt eine große Mannigfaltigkeit in den Auffassungen erkennen. Immerhin geht daraus klar hervor, daß die Verfasser, die sich auf Grund ihrer Betriebserfahrungen über die Wirtschaftlichkeit beider Energiearten geäußert haben, zugunsten der Elektrizität eine nennenswerte Ersparnis feststellen. Sie weisen ferner auf eine Reihe weiterer in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht zum Ausdruck kommender betrieblicher Vorteile der Elektrizität gegenüber der Preßluft hin. Außer der Verschiedenheit, welche die Ergebnisse der einzelnen Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, ist noch hervorzuheben, daß fast jede Berechnung nach andern Gesichtspunkten vorgenommen worden ist, daß über die Art des Entwurfes der elektrischen Anlagen, über Laufzeit und Kraftverbrauch sowohl der mit Preßluft als auch der mit Elektrizität betriebenen Maschinen, über die Höhe der Tilgungssätze und die Höhe der Unterhaltungskosten der Anlagen für beide Energieträger sowie über die Kosten von 1 m^3 a. L. und von 1 kWh verschiedene Auffassungen herrschen und

dementsprechend verschiedene Annahmen zugrunde gelegt worden sind.

In Anbetracht der Wichtigkeit des ganzen Fragenbereiches und der Tatsache, daß sich zahlreiche Zechenverwaltungen mit der Absicht tragen, ihren Betrieb mehr als bisher auf die Verwendung von Elektrizität einzustellen, soll nachstehend die Berechtigung der verschiedenen Auffassungen und Urteile untersucht werden. Der zweckmäßigste Weg zur Lösung dieser Aufgabe beim augenblicklichen Stande der Elektrifizierung der Ruhrzechen scheint die Aufstellung neuer Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu sein unter Zugrundelegung von normalen bergmännischen Betriebsverhältnissen, die einen verschiedenen Grad der Betriebszusammenfassung und der Mechanisierung aufweisen. Selbstverständlich können solche Berechnungen, ihrem Charakter als Vorkalkulationen entsprechend, nur Ergebnisse zeitigen, die als Näherungswerte aufzufassen und nur nach ihrer Größenordnung zu beurteilen sind. Es liegt weiterhin auf der Hand, daß ihre Ergebnisse nicht für den einzelnen Betrieb, für die einzelne Zeche in vollem Umfange zutreffen und nicht ohne weiteres von ihr übernommen werden können. Dazu ist die Verschiedenheit der natürlichen und auch der jeweiligen betrieblichen Arbeitsbedingungen viel zu groß. Der Wert solcher Berechnungen ist vielmehr darin zu erblicken, daß sie eine Vorlage geben, nach der jede einzelne Zeche auf Grund ihrer Verhältnisse einen eigenen Wirtschaftlichkeitsvergleich vorzunehmen vermag, nach dem allein darüber entschieden werden kann, welche Energieart für sie die größten unmittelbaren und mittelbaren Vorteile bietet. Diesen Wert den nachstehend wiedergegebenen Berechnungen zu geben, ist dadurch angestrebt worden, daß ich in möglichst weitgehendem Maße Betriebserfahrungen mit der Verwendung von Preßluft und Elektrizität berücksichtigt habe. Ferner sind während mehrerer Monate auf verschiedenen Zechen des Ruhrbezirks für den Zweck der vorliegenden Untersuchungen Messungen über Laufzeit und Kraftverbrauch von Maschinen mit Preßluft- und mit elektrischem Antrieb vorgenommen worden.

Grundlegende Betrachtungen und Berechnungen.

Wie bereits gesagt, ist für die Beurteilung von Preßluft und Elektrizität hinsichtlich ihrer Zweckmäßigkeit ein Unterschied zu machen, je nachdem ob es sich um flache oder steile Lagerung handelt. Weist die Elektrizität gegenüber der Preßluft wirtschaftliche Vorteile auf, so müssen diese bei flacher Lagerung in stärkerem Maße hervortreten als bei steiler, weil die erste in der Regel eine weitergehende Betriebszusammenfassung gestattet, die Anlagekosten, welche in erster Linie die Elektrizität belasten, weniger in Erscheinung treten, Laufzeit und Kraftverbrauch der meisten Maschinen größer sind und der Anteil der drehend angetriebenen Maschinen an dem gesamten Maschinenpark bei flacher Lagerung höher ist als bei steiler. Aus diesem Grunde ist die flache Lagerung den nachstehenden Untersuchungen zugrunde gelegt worden.

Ein großer Teil der elektrischen Erfahrungszahlen entstammt dem Betriebe der Schachtanlage Minister Stein. Auch ein Teil der Messungen ist dort vorgenommen worden. Aus diesen Gründen erscheint es als ratsam, eine der Wirtschaftlichkeitsberechnungen

¹ Glückauf 1927, S. 525.

² Reisch: Untersuchungen über die technische und wirtschaftliche Eignung des elektrischen Betriebes im Kohlenbergbau im Vergleich mit dem Preßluftbetrieb, B. H. Jahrb. 1929, S. 33.

³ Glückauf 1930, S. 1007.

für die Zeche Minister Stein aufzustellen und dabei die Kosten zu vergleichen, die bei ausschließlicher Verwendung von Preßluft als Energieträger und bei Verwendung von Elektrizität für alle nicht schlagend wirkenden Werkzeuge, für die allein noch Preßluft vorzusehen ist, entstehen. Hierbei sollen der Stand der Betriebszusammenfassung und die Betriebszahlen des Jahres 1928 zugrunde gelegt werden.

Da im Jahre 1928 die Betriebszusammenfassung der Zeche Minister Stein noch mitten in der Entwicklung stand und man dort für die Hereingewinnung lediglich Abbauhämmer, für die Abbaustreckenförderung Streckenhaspel verwandte, ergab sich die Notwendigkeit, nach dem Vorbilde von Müller weitere Berechnungen für angenommene Hochleistungsschachtanlagen mit flacher Lagerung durchzuführen und für sie den Einfluß verschiedener Grade der Betriebszusammenfassung und der Mechanisierung auf die Kosten beider Energiearten zu ermitteln. Hierbei soll einmal Müllers ideale Grube mit flacher Lagerung zugrunde gelegt werden, die durch eine sehr weitgehende Zusammenfassung der Betriebe innerhalb der Abteilungen gekennzeichnet ist, jedoch nur eine mittelhohe Förderung je Betriebspunkt vorsieht. Ferner sollen Berechnungen für eine andere Hochleistungsschachanlage vorgenommen werden, die eine hohe Förderung je Betriebspunkt aufweist, bei der sich jedoch die Betriebspunkte auf eine größere Fläche des Grubengebäudes verteilen. Für diese Schachanlage wird angenommen, daß die Hereingewinnung einerseits lediglich durch Abbauhämmer und andererseits unter gleichzeitiger Verwendung von Abbauhämmern und Schrämmaschinen erfolgt. Ferner ist hier die Untersuchung des Einflusses einer Mechanisierung der Abbaustreckenförderung durch Bänder im Vergleich zu Streckenhaspeln vorgesehen.

Ehe jedoch mit der Untersuchung dieser gekennzeichneten Beispiele begonnen werden kann, ist es notwendig, eine Reihe wichtiger und grundlegender Fragen zu klären, die bei Vergleichen zwischen Preßluft und Elektrizität im Untertagebetrieb immer wiederkehren. Zu diesen Fragen gehören in erster Linie die Laufzeit und der Kraftverbrauch der einzelnen Maschinen, der Wirkungsgrad der Energieübertragung bei Preßluft und Elektrizität, die Lebensdauer der Maschinen und der Energiezuleitungen, die Kosten für Unterhaltung und Wartung, der Preis der Energieträger und schließlich die für den Entwurf elektrischer Anlagen untertage maßgebenden Gesichtspunkte.

Laufzeit und Kraftverbrauch der einzelnen Maschinen.

Das Ziel der ausgeführten Messungen war in erster Linie, dem Betriebe entnommene Werte über Laufzeit, Kraftverbrauch und Leistungen der verschiedenen entweder mit Preßluft oder mit Elektrizität angetriebenen Maschinen zu erhalten und auf diese Weise Ergebnisse von Versuchsstandmessungen sowie Angaben von Maschinenfabriken und Zechen ergänzen und nachprüfen zu können. Für Energieverbraucher, über deren Laufzeit und Kraftbedarf keine Zweifel bestanden, wie z. B. Abbauhämmer, Bohrhämmer und Düsen, erübrigten sich neue Messungen, dagegen wurden Haspel, Schüttelrutschenmotoren, Schrämmaschinen, Bandantriebsmotoren, Gegenzylinder, Bergehochkipper sowie Transformatoren so eingehend wie möglich untersucht. Hierbei ist besonderer

Wert auf Dauerversuche gelegt worden, und zwar in der Erkenntnis, daß stichprobenartige Messungen mit großen Fehlerquellen behaftet sein können, weil sie Wechsel und Verschiedenheiten des Betriebes nicht genügend berücksichtigen.

Zu der Auswertungsart der Messungen sei bemerkt, daß es für zweckmäßiger gehalten wurde, den Kraftverbrauch unter Berücksichtigung der in Tonnen Kohle ausgedrückten Leistung auf die Zeiteinheit zu beziehen und nicht auf die effektive Pferdekraftstunde. Zwei Gründe sind für dieses Vorgehen in erster Linie zu nennen. Der erste ist die Unmöglichkeit, die effektive Leistung der meisten Kleinarbeitsmaschinen im Untertagebetrieb anders als durch Schätzung zu ermitteln. Ein Indizieren dieser Maschinen läßt sich untertage nicht durchführen, sondern nur auf dem Versuchsstand. Versuchsstandergebnisse können jedoch erfahrungsgemäß nicht ohne weiteres auf den praktischen Betrieb übertragen werden, weil der Versuchsstand die verschiedenartigen Arbeitsbedingungen des bergmännischen Betriebes nicht nachzuahmen vermag. In der Regel ergeben daher Versuchsstandmessungen zu günstige Werte, ganz abgesehen davon, daß für sie vielfach neue Motoren mit einem gegenüber länger gebrauchten Maschinen häufig geringern Energieverbrauch herangezogen werden. Der zweite Grund ist, daß es sich bei einem Wirtschaftlichkeitsvergleich zweier Energiearten, wie Preßluft und Elektrizität, weniger um die Feststellung des spezifischen Kraftverbrauches handelt als um die des absoluten Kraftbedarfes der mit Preßluft oder Elektrizität angetriebenen Maschinen bei annähernd gleichen Arbeitsbedingungen.

Da es also auf den absoluten Kraftbedarf ankommt, erscheint auch der Ausnutzungsfaktor, soweit darin das Verhältnis der möglichen zur wirklichen Leistung Ausdruck findet, keine für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der in Frage stehenden Energiearten brauchbare Kennziffer zu sein. Der Ausnutzungsfaktor läßt keinerlei Rückschlüsse auf den absoluten Kraftbedarf zu. Er kann gleich bleiben, wenn bei höherem Kraftverbrauch auch die Maschinenleistung entsprechend höher gewählt wird. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß der Ausnutzungsfaktor eines Elektromotors und der eines Preßluftmotors ganz verschieden zu beurteilen sind. Der Elektromotor ist um ein Mehrfaches seiner Nennleistung überlastbar, so daß eine Leistungsreserve, die wegen zeitweilig hoher mechanischer Beanspruchung zu berücksichtigen ist, nur sehr gering bemessen zu werden braucht. Auch einen Spannungsabfall, der die Leistungsfähigkeit eines Elektromotors herabsetzen könnte, braucht man kaum in Rechnung zu stellen, da elektrische Energieübertragung praktisch als zeitlos anzusehen ist. In der Höhe seiner Energieaufnahme stellt sich der Elektromotor weitgehend auf die Belastung ein. Anders liegen die Verhältnisse beim Druckluftmotor. In seiner Energieaufnahme ist er weniger von der Belastung als von der jeweiligen Ventilstellung abhängig. Er besitzt nur eine geringe Überlastungsfähigkeit und ist dem im Betriebe untertage auch bei reichlich bemessenen Rohrquerschnitten niemals ganz vermeidbaren zeitlichen Druckabfall in hohem Maße ausgesetzt. Ein Druckluftmotor muß daher in der Regel mit einer weit größeren Leistungs-

reserve bemessen werden als der Elektromotor, so daß sich im Betriebe allein schon aus diesem Grunde der Ausnutzungsgrad eines Elektromotors günstiger stellen wird als der eines Druckluftmotors.

Schüttelrutschenmotoren.

Die Laufzeit der Schüttelrutschenmotoren entspricht bei streichendem Strebbaue mit streichendem Verhieb, der heute im Ruhrbezirk bei flacher Lagerung in den meisten Fällen angewandten Abbauart, während der Förder- und der Bergeversatzschicht ungefähr der reinen Arbeitszeit. Infolge stets vorkommender kleinerer Störungen ist sie meist etwas geringer als die reine Arbeitszeit, jedoch wird allgemein großer Wert darauf gelegt, diese Stillstände nach Möglichkeit zu vermeiden und das Abbaufördermittel so lange in Betrieb zu halten, wie der Streb belegt ist. Ein Stillstand der Rutsche führt nämlich meist auch zu einer Arbeitsunterbrechung bei der Strebbelegschaft oder mindestens zu einer Verminderung des Arbeitszeitmaßes. Theoretisch wird die Schüttelrutsche allerdings vielfach imstande sein, die im Streb je Schicht anfallende Kohle in erheblich kürzerer als der reinen Schichtzeit zu fördern. Für die Bergeförderung gilt dasselbe, wenn auch, je nach der Beschaffenheit der Berge und nach dem Einfallen, in wechselndem Maße. In vielen Fällen ist es jedoch weder in der Kohlenförderschicht noch in der Bergeschicht möglich, die Förderfähigkeit der Rutsche auszunutzen, weil in der Kohlenschicht die Zahl der die Rutsche beschieckenden Leute einem dauernden Wechsel unterworfen ist und in der Bergeschicht der Kippvorgang einen ähnlichen Wechsel in der Stärke der Beschickung verursacht. Jedenfalls ist in der Regel zu beobachten, daß bei streichendem Strebbaue mit streichendem Verhieb in der Kohlen- und in der Bergeschicht die Laufzeit etwa 5–6 h, also je Arbeitstag 10–12 h beträgt. Kleine Schwankungen treten, abgesehen von Störungen, je nach der Fördermenge und dem Einfallen auf, aber sie liegen bemerkenswerterweise innerhalb sehr enger Grenzen. Handelt es sich um einen Betrieb mit mehreren hundert Tonnen Förderung, und wird die Hereingewinnung durch Schrämarbeit vorbereitet, so reichen 12 h täglicher Laufzeit bei einem täglichen Abbaufortschritt von einem Feld sogar vielfach nicht aus. Um die Hauptförderschicht ganz für die Kohलगewinnung ausnutzen zu können, hat man es in solchen Hochleistungsstreben als zweckmäßig erkannt, das Schrämklein in der Schrämschicht nicht nur auszuräumen, sondern auch wegzuschaffen. Dieser Arbeitsvorgang beansprucht eine Laufzeit von weitem $1\frac{1}{2}$ –2 h, so daß sich die arbeitstägliche Gesamtlaufzeit auf 13–14 h erhöhen kann.

Der Kraftverbrauch hängt dagegen bei den mit Preßluft betriebenen Schüttelrutschenmotoren in etwas stärkerem Maße als die Laufzeit von der Fördermenge ab, jedoch ist ihr Einfluß geringer als häufig angenommen wird. Erheblich größere Einwirkungen auf den Kraftbedarf haben, abgesehen von Rutschenlänge und Art des Rutschenprofils, das Flözeinfallen und damit die Hublänge sowie vor allem die Ventilstellung. Bei ganz flacher oder welliger Lagerung ist der Kraftbedarf infolge der Notwendigkeit starker Antriebe, die bei großer Hublänge eine große Beschleunigungsarbeit zu leisten haben, am höchsten. Mit zunehmendem Einfallen kann die Hublänge verringert werden,

jedoch ist für die Hebung des Rutschengewichtes ein größerer Kraftbedarf erforderlich als bei flacher Lagerung, bei der die senkrechte Komponente eine geringere Rolle spielt. Welcher Einfluß der Ventilstellung beizumessen ist, beweisen auch die auf der Zeche Arenberg-Fortsetzung durchgeführten Versuche¹. Die Luftverbrauchszahlen lagen je h Laufzeit bei den in engen Grenzen schwankenden Rutschenlängen zwischen 254 und 475 m³. Die in der gleichen Zeit bewegte Fördermenge schwankte zwischen 13 und 37 t, wobei zu beachten ist, daß wohl die geringste Fördermenge mit dem geringsten Kraftverbrauch übereinstimmt, jedoch die größte Fördermenge nicht mit dem größten Kraftverbrauch. Vielmehr hat sich bei den Versuchen eine verhältnismäßig geringe Beeinflussung des Kraftverbrauches durch die Fördermenge ergeben. Besonders sei auf das geringe Sinken des Luftverbrauches bei Leerlauf gegenüber Vollast hingewiesen. Diese Verringerung belief sich auf nur 19%, obgleich der bei dem betreffenden Versuch verwandte doppelt wirkende Demag-Motor mit 380 mm Zylinderdurchmesser die Druckluftfüllung der Belastung mit Hilfe des eingebauten Sonderventils selbsttätig anpassen konnte. Eine solche Anpassung läßt sich natürlich auch durch Änderung der Einlaßventilstellung von Hand vornehmen, jedoch lehrt die Erfahrung, daß dieses Mittel meist nur in sehr unvollkommener Weise gehandhabt wird und gehandhabt werden kann.

Preßluftverbrauchsmessungen an Rutschenmotoren auf den Zechen Minister Stein und Rheinpreußen haben im großen und ganzen ähnliche Ergebnisse gezeigt. Bei Rutschenmotoren von 420 mm Zylinderdurchmesser, etwa 90 m Rutschenlänge und 2–5° Einfallen schwankte der Preßluftverbrauch je h zwischen 360 und 405 m³ und die Förderleistung je h unabhängig vom Luftverbrauch zwischen 30 und 60 t. Bei 350-mm-Rutschenmotoren und 60 m Rutschenlänge schwankten die entsprechenden Werte zwischen 160 und 340 m³ sowie 30 und 55 t.

Etwas näher sei auf Messungen an mehreren Rutschenmotoren der Zeche Rheinpreußen in einem Streb von 220 m Länge bei 8° Einfallen eingegangen. Es handelte sich um drei einseitig wirkende 420-mm-Eickhoffmotoren, von denen der obere durch einen ungesteuerten Rheinpreußen-Gegenzylinder von 200 mm Dmr. und die beiden andern durch gesteuerte Glückauf-Gegenzylinder von 260 mm Dmr. unterstützt wurden. Die Preßluft ging den Motoren und Gegenzylindern durch eine Ringleitung zu, an die auch die übrigen Preßluftverbraucher angeschlossen waren. Die Messungen erfolgten mit Askania-Geräten an dem jeweils höchstbelasteten der 3 Rutschenstränge, in der Bergeschicht am obersten, in der Hauptförderung und der Schrämschicht am untersten. Zur Vermeidung der infolge von Wirbelbildung möglichen Meßfehler war die verwendete Stauscheibe (Faktor 1 : 10000) derart in eine Rohrleitung eingebaut, daß 5 m vor und hinter ihr keinerlei Krümmung bestand. Die Ablesungen der Askaniabelastungsanzeiger erfolgten von Minute zu Minute. Die Laufzeit wurde durch die Stechuhr ermittelt.

Der in der Bergeschicht angestellte Versuch ergab eine mittlere Laufzeit der Rutsche von 4,6 h bei einem Luftverbrauch von 328 m³ a. L./h oder 5,48 m³/min.

¹ Presser und Müller: Vergleichsversuche mit Schüttelrutschenmotoren, Glückauf 1927, S. 553.

Bei einer durchschnittlichen Förderung von 235 t stellte sich die Leistung der Rutsche auf 52 t/h oder 0,86 t/min und der Luftverbrauch je t Versatz auf 6,66 m³ a. L. Der Luftbedarf des ungesteuerten Gegenzylinders, der zu 8% des Motorluftbedarfes angenommen werden kann, ist in diesen Zahlen eingeschlossen.

Die in den Hauptförderschichten vorgenommene Messung am untern Rutschenstrang ergab erheblich höhere Werte infolge des Luftverbrauchs des gesteuerten Gegenzylinders. Als durchschnittliche Laufzeit wurden 4,9 h ermittelt bei einer Förderung von 256 t und einem Luftverbrauch von 524 m³ a. L./h oder von 8,73 m³ a. L./min. Die Förderleistung der Rutsche errechnete sich aus diesen Zahlen im Durchschnitt zu 53 t/h oder zu 0,87 t/min bei einem Luftverbrauch von 10 m³/t. Dieser auf die Tonne Förderung bezogene Luftverbrauch ist das Mittel aus sehr weit auseinanderliegenden Einzelwerten, deren niedrigster und höchster sich auf 6,4 und 60 m³ stellten. Obwohl während der Förderschicht die Ventilstellung innerhalb gewisser Grenzen der Belastung angepaßt wurde, konnte ein Leerlauf nicht verhindert werden, bei dem der Luftverbrauch nur um 15–20% zurückging. Auch bei diesem Versuch zeigte sich also, daß der Luftverbrauch bei gleichbleibenden übrigen Arbeitsbedingungen nur in geringem Maße von der Belastung abhängt.

Während der Schrämkleinförderung wurde bei 2,5 h durchschnittlicher Laufzeit ein noch wesentlich höherer Luftverbrauch festgestellt, und zwar von 562–649 m³ je h Laufzeit und von 26,9–41,7 m³ je t Förderung. Diese hohen Werte finden ihre Erklärung in dem höhern Preßluftdruck während der Nacht, der gesteigerten Hubzahl bei wenig verminderter Hublänge, der Unmöglichkeit, bei schwacher Belegung die Ventilstellung zu ändern, sowie in der geringen Belastung des Rutschenstranges.

Es handelte sich nun darum, die Ergebnisse dieser verschiedenen Versuche für die folgenden Berechnungen auszuwerten. Hierbei ist es nicht möglich gewesen, zu ganz genauen Zahlen zu gelangen, vielmehr nur zu Mittelwerten, die in der Praxis sowohl etwas unter- wie überschritten werden können. Für 200 t täglicher Belastung der Rutsche und einen Motor von 350 mm Zylinderdurchmesser soll daher mit einem Luftverbrauch je h von 270 m³ gerechnet werden, für 350–400 t täglicher Rutschenbelastung und einen 420-mm-Motor mit einem Luftverbrauch von 375 m³ und für 600–650 t täglicher Belastung und einen 420-mm-Motor mit gesteuertem Gegenzylinder mit einem Luftverbrauch von 475–500 m³/h.

Die an elektrischen Schüttelrutschenantrieben auf der Zeche Minister Stein erzielten Meßergebnisse sind in der Zahlentafel 1 wiedergegeben. Wie aus ihnen zu ersehen ist, schwankte die Leistungsaufnahme zwischen 1,8 und 4,8 kW bei Rutschenlängen von 36 bis 90 m und stündlichen Fördermengen von 20–50 t, im Mittel von etwa 25 t. Deutlich geht aus ihnen der geringere Kraftverbrauch des elastischen Siemens-Antriebes mit Federgeschirr im Vergleich zum starren Eickhoff-Antrieb hervor. Es ist jedoch zu bemerken, daß die nur mit 6,5-kW-Motoren ausgerüsteten Siemens-Antriebe nur für kleinere bis mittlere Förderungen gebaut, dagegen die mit einem 11,2-kW-Motor ausgerüsteten schweren Eickhoff-Antriebe auch höhern Beanspruchungen, im besondern bei der

Bergeförderung, gewachsen sind. Nach den vorliegenden Meßergebnissen kann infolgedessen für den neuerdings verwendeten 8-kW-Antrieb mit einer mittlern Leistungsaufnahme von 4 kW und für die 11- oder 15-kW-Motoren, die dem 420-mm-Preßluftmotor ohne oder mit gesteuertem Gegenzylinder entsprechen, mit einer Leistungsaufnahme von 4,7 oder 6,1 kW gerechnet werden. Das Verhältnis des Kraftverbrauches bei den Schüttelrutschen zwischen Elektro- und Preßluftmotor errechnet sich somit zu 1:5,5 bis 1:6.

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Messungen an elektrischen Rutschenantrieben.

Einfallen	Förderleistung t/h	Kraftverbrauch kWh/h	Rutschenlänge m	Rutschen-gewicht kg	Motorleistung kW	Angriff am Rutschenstrang	Förderung
2–3	23,52	2,893	55	2475	6,5	unten	Kohle
2–3	31,74	1,958	33	1485	6,5	"	Berge
2–3	33,12	4,836	90	3600	11,2	"	Kohle
2–3	38,94	4,167	80	3200	11,2	"	Berge
3–5	27,96	2,684	51	2142	11,2	oben	Kohle
3–5	29,70	4,544	51	2142	11,2	"	Berge
3–5	50,58	2,296	60	2520	6,5	"	Kohle
3–5	30,42	3,742	60	2520	6,5	"	Berge
3–5	34,02	2,109	64	2880	6,5	"	Kohle
3–5	39,00	4,134	64	2880	6,5	"	Berge
3–5	26,70	2,910	64	2880	6,5	"	Berge
5–10	24,60	1,870	41	1845	6,5	"	Kohle
5–10	34,02	2,722	41	1845	6,5	"	Berge
5–15	20,76	2,429	50	2100	6,5	unten	Kohle
5–15	26,40	2,825	50	2100	6,5	"	Berge
Mittel	31,43	3,075	56,9	2441			

Schrämmaschinen.

Der Kraftverbrauch einer Schrämmaschine hängt bei gleicher Ausführung in weitem Maße ab von der Härte der Kohle, von Einlagerungen, von der Beschaffenheit des Liegenden, vom Einfallen sowie vom Abbaufortschritt, also der Stärke des Gebirgsdruckes, der auf der Kohle des zu unterschrämenden Feldes lastet. Dauerversuche mit einer mit Pfeilradmotor ausgerüsteten Kettenschrämmaschine ergaben in harter Fettkohle bei 7–8° Einfallen und 1,50 m Schramtiefe einen Luftverbrauch von 803–938 m³/h oder von 18–19 m³ je m² Schrämfäche. Andere Versuchswerte schwankten zwischen 789 und 1118 m³/h oder 21–23,8 m³ je m² Schrämfäche, wieder andere zwischen 1100 und 1300 m³. Versuche mit Kolbenschrämmaschinen bei 1,40–1,50 m Schramtiefe ergaben Luftverbrauchswerte je h Laufzeit von 714, 814 und 1139 m³ oder je m² Schrämfäche von 27,7, 31,6 und 53,8 m³. Die Schrämleistungen je h betragen hierbei 20–45 m Stoßlänge und 30–60 m² Schrämfäche.

Als brauchbarer Mittelwert erscheinen 1000 m³ Luftverbrauch je h bei Schrämleistungen von etwa 28 m oder 42 m². Die reine Laufzeit errechnet sich daraus für einen 80 m langen Streb bei 1,35–1,50 m Schramtiefe zu etwa 3 h. Längere Zeit nimmt natürlich der gesamte Arbeitsvorgang des Schrämens in Anspruch, da die Fortnahme und das Wiedersetzen der Stoßstempel, das Auswechseln der Schrämeißel usw. zu mehr oder weniger zahlreichen Unterbrechungen führen. Bei 3 h reiner Maschinenlaufzeit muß infolgedessen mit einer Gesamtarbeitszeit von 5–6 h gerechnet werden. Dabei ist es jedoch bequem möglich, einen 80–90 m langen Streb unter normalen Be-

dingungen innerhalb einer Schicht auf 1,50 m Tiefe zu unterschätzen.

Die elektrischen Schrämmaschinen, Stangen- oder Kettenschrämmaschinen, sind zurzeit noch vorwiegend mit 28-kW-Motoren ausgerüstet. Für ihre Bemessung ist die Stärke der entsprechenden Pfeilradmotoren maßgebend gewesen. Im Laufe der Zeit hat sich jedoch herausgestellt, daß der 28-kW-Motor im Hinblick auf die Überlastbarkeit zu stark bemessen war, so daß neuerdings eine Herabsetzung der Motorleistung auf 22 kW erfolgt ist. Die zur Feststellung der Leistungsaufnahme ausgeführten Messungen haben noch an Eickhoff-Kettenschrämmaschinen mit 28-kW-Motoren stattgefunden. Die Ergebnisse werden jedoch auch für einen 22-kW-Motor gelten, da die Leistungsaufnahme eines Elektromotors im Gegensatz zum Preßluftmotor von der Nennleistung nur in sehr geringem Grade abhängig ist und sich im wesentlichen auf die Belastung einstellt. Für 1 h Laufzeit ergaben sich in fester Fettkohle bei flachem Einfallen Kraftverbrauchswerte, die zwischen 10 und 17 kWh schwankten. Die Schrämlleistung je h Laufzeit lag zwischen 20 und 36 m bzw. 34 und 51 m³ bei einer Schramtiefe von 1,50 m. Ein Mittelwert, 12 kW/h, der auch mit dem Ergebnis anderer Untersuchungen gut übereinstimmt, wird infolgedessen hinreichend genau sein. Er entspricht einem Verhältnis im Kraftverbrauch zwischen Elektro- und Preßluftmotor von etwa 1:6,5, das im Betriebe häufig auch 1:7 oder 1:7,5 betragen wird. Als durchschnittliche Schrämlleistungen seien dieselben wie bei den Preßluftschrämmaschinen zugrunde gelegt, und zwar 28 m und 42 m³, obwohl bei elektrischen Schrämmaschinen infolge ihrer größern Durchgangskraft und der gleichmäßigeren Energiezufuhr vielfach höhere Leistungen festgestellt worden sind.

Blindschachthaspel.

Für die Beurteilung von Laufzeit und Kraftbedarf von Blindschachthaspeln mögen in erster Linie auf Schachtanlagen der Gewerkschaft Rheinpreußen erzielte Meßergebnisse Berücksichtigung finden. Über zwei Meßreihen aus zwei doppeltrummigen Blindschächten mit Zwillingshaspeln gleicher Bauart (300 mm Hublänge bei 400 mm Zylinderdurchmesser) seien nähere Angaben gemacht. Die Messungen wurden mit Hilfe eines selbstaufzeichnenden Belastungsanzeigers und eines Mengenmessers durchgeführt und erstreckten sich über 4 und 3 Tage.

Der eine Blindschacht hatte 84 m Höhe und diente lediglich der Berge- und Materialförderung. Bei 1301 Zügen wurden 1096 Bergewagen mit einer Nutzlast von 1319 t gefördert. Die Laufzeit in der Hauptförderschicht betrug 2 h gegenüber 2,77 h täglicher Laufzeit. Die Materialförderung und sonstige Züge erhöhten also die Laufzeit um 0,77 h oder 38 % der reinen Bergförderzeit. In der Hauptförderschicht wurde mit einer mittlern Geschwindigkeit von 2,88 m/s gefahren. Die durchschnittliche mittlere Geschwindigkeit betrug dagegen nur 2,7 m, da das Material langsamer gezogen wurde. Der angegebenen mittlern Geschwindigkeit entspricht eine Zugdauer von 30,7 s bei 18,3 m³ Luftverbrauch. Der Luftverbrauch je h Laufzeit belief sich demnach auf 2150 m³ a. L. Unter Zugrundelegung eines Schachtwirkungsgrades von 0,8 und eines mechanischen Wirkungsgrades von 0,9 errechnet sich die geleistete Arbeit zu 51 PS_e, der Kraft-

bedarf je Zug zu 0,44 PS_e und der Luftverbrauch je PS_eh zu 42 m³ a. L.

Der andere Blindschacht von 31,5 m Höhe förderte Kohle aufwärts und Berge abwärts, und zwar während der Versuchszeit von 3,26 Tagen 1074 Wagen Kohle und 404 Wagen Berge in insgesamt 1231 Zügen, zu denen für Materialien und andere Zwecke noch 156 Züge hinzukamen. Die geförderte Nutzlast wurde zu 359 t ermittelt, die geleistete Arbeit zu 11,0 PS_e. Als Laufzeit ergaben sich in der Hauptförderschicht 1,44 h und je Tag 1,61 h bei einer mittlern Zugdauer von 13,7 s und einer mittlern Seilgeschwindigkeit von 2,3 m/s. Der Luftverbrauch je h Laufzeit errechnet sich daraus zu 1840 m³ a. L., je Zug zu 7 m³ a. L. und je PS_e zu 167 m³ infolge der geringen Ausnutzung der Maschinenleistung. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß auch bei überhängender Last mit geöffnetem Ventil gefahren wurde, daß also Energieverbrauch auch dann stattfand, wenn er theoretisch nicht erforderlich war. Nur bei Abwärtsförderung eines Bergewagens und leerem Gegenkorb wurde der Haspel lediglich als Bremse benutzt.

Messungen an zwei andern Haspeln zeitigten erheblich höhere Luftverbrauchswerte, was auf dem schlechtern Zustand der Schächte und dem höhern Alter der Maschinen beruhte. Zudem war die Nutzlast je Zug in dem einen Fall besonders groß. Der eine der beiden Blindschächte hatte 75 m Teufe und förderte 2 Kohlenwagen aufwärts, was nach Abzug des Gewichtes der auf dem Gegenkorb stehenden beiden Leerwagen einer Nutzlast je Zug von 1,7 t entsprach. Die geleistete Arbeit des Haspels errechnet sich zu 73,8 PS_e, der Luftverbrauch je PS_eh zu 68,3 m³; der Luftverbrauch betrug je h Laufzeit während der Hauptförderschicht 5040 m³. Im Durchschnitt kann daher unter Einschluß der Materialförderzeiten ein Luftverbrauch von 4000–4500 m³/h angenommen werden. Der andere Blindschacht wies 115 m Höhe auf und diente der Aufwärtsförderung von 2 Bergewagen je Zug, entsprechend einer Nutzlast von 3,1 t. Der Luftverbrauch je h Laufzeit wurde zu 4000 m³ ermittelt, die geleistete Arbeit zu etwa 90 PS_e. Diese Messungsergebnisse lassen erkennen, daß der Preßluftverbrauch von Stapelhaspeln, abgesehen von Belastung, Stapelhöhe und mittlerer Geschwindigkeit, noch von einer Reihe anderer Faktoren, wie Zustand des Schachtes und der Maschine, sowie von Beanspruchungen der Stapel außerhalb der Hauptförderschichten abhängt, und daß es sehr schwer ist, für angenommene Verhältnisse den Preßluftverbrauch mit Genauigkeit vorauszubestimmen. Sie zeigen ferner, daß ein erheblicher Preßluftverbrauch auch dann stattfindet, wenn mit überhängender Last gefahren wird, und daß die Gesamtzugzahl stets größer ist als die Zahl der Züge, die sich theoretisch aus der entweder aufwärts oder abwärts zu befördernden größten Wagenzahl ergibt. Zwei Ursachen sind hierfür maßgebend: die Materialförderung sowie die Tatsache, daß die Körbe nicht immer ausgenutzt und leer gezogen werden, wenn Wechselwagen (volle, leere oder Bergewagen) gerade nicht zur Verfügung stehen und der Stapel infolgedessen nur in einer Förderrichtung benutzt werden kann.

Für die Zwecke der weiter unten folgenden Berechnungen sind je nach Höhe und Belastung des

Blindschachtes in Anlehnung an die obigen Meßergebnisse Luftverbrauchswerte von 1800–3600 m³ je h Laufzeit angenommen worden, und zwar 1800 und 2500 m³ für Blindschächte von 25 und 50 m Höhe, bei denen die abwärts zu fördernde Last (Kohlenwagen) die aufwärts gehende (Bergewagen) an Wagenzahl übertrifft, und 3600 m³ für 75–100 m hohe Blindschächte, die lediglich der Aufwärtsförderung von Bergewagen dienen. Die tägliche Laufzeit der verschiedenen Blindschachthaspel schwankt je nach der zu leistenden Zugzahl, der Weglänge und der durchschnittlichen Geschwindigkeit, die zu 1,8–2,8 m angenommen werden kann, zwischen 1,7 und 7,2 h.

Weitere Messungen wurden an Blindschächten und Haspeln mit 64-kW-Motoren der Siemens-Schuckert-Werke vorgenommen. Bei zweien handelte es sich um doppeltrummige Bergestapel von 80 und 108 m Höhe und Nutzlasten je Zug von 0,9 und 1,8 t. Bei der mittlern Geschwindigkeit von 1,95 m belief sich der Kraftverbrauch je h Laufzeit in dem einen Falle auf 49, im andern auf 58 kW. Da unter ähnlichen Verhältnissen bei Preßlufthaspeln ein Luftverbrauch von 3600 und 4400 m³ a. L. je h Laufzeit festgestellt werden konnte, ergibt sich ein Verhältnis des Kraftverbrauches zwischen elektrischem und Preßluftantrieb von etwa 1 : 6. Ein ähnliches Ergebnis wurde über den Kraftverbrauch je Schacht-PSh gewonnen. Der Luftverbrauch je Schacht-PSh schwankte bei einer Anzahl von Untersuchungen zwischen 60 und 165 m³ a. L. und mag im Mittel zu etwa 90 m³ a. L. angenommen werden. Demgegenüber wurde ein Kraftverbrauch je Schacht-PSh von 1,3–1,4 kWh festgestellt, der sich in ähnlicher Höhe auch durch Rechnung ergibt. Bei einem Motorwirkungsgrad von 0,9, einem Wirkungsgrad des Vorgeleges von 0,8 und einem Schachtwirkungsgrad von 0,8 stellt sich der Stromverbrauch je Schacht-PSh auf 0,736 kWh : 0,9 · 0,8 · 0,8 = 1,28 kWh. Das Verhältnis des Kraftverbrauches zwischen Elektro- und Preßluftmotor ist somit bei den Blindschachthaspeln 1 : 5,6, so daß das auf Grund praktischer Versuche festgestellte Verhältnis 1 : 6 der Wirklichkeit im Durchschnitt ungefähr entsprechen wird. Bei gut ausgenutzten Motoren stellt sich dieses Verhältnis für die Preßluft günstiger und für die Elektrizität ungünstiger, so daß etwa 1 : 4 eingesetzt werden könnte, während bei weniger gut ausgenutzten Motoren das Umgekehrte der Fall ist und sich ein Verhältnis von 1 : 10 erreichen läßt. Angesichts der Unmöglichkeit, an verschiedenen mit Elektrizität oder Preßluft betriebenen Blindschachthaspeln jeweils die gleichen Belastungsverhältnisse und Förderbedingungen anzutreffen und genaue Parallelmessungen anzustellen, sowie der Schwierigkeit, in jedem Falle die effektive Leistung zu errechnen, erscheint es als am zweckmäßigsten und einwandfreisten, den Stromverbrauch der elektrisch angetriebenen Haspel unter Berücksichtigung des Kraftverbrauchsverhältnisses beider Antriebsarten auf Grund des festgestellten Luftverbrauches zu errechnen. Ein Haspel, der einen Luftverbrauch von 1800 m³ a. L./h aufweist, hat demnach bei elektrischem Antrieb eine Leistungsaufnahme von 22 kW, ein Haspel mit einem Luftverbrauch von 3000 m³ eine Leistungsaufnahme von 37 kW usw.

Abbauhämmer und Bohrhämmer.

Laufzeit und Luftverbrauch von Abbauhämmern und Bohrhämmern sind in den letzten Jahren mehr-

fach Gegenstand eingehender Erhebungen¹ gewesen, die auch Ergebnisse von solcher Genauigkeit gezeitigt haben, daß von besondern Untersuchungen für den Zweck der vorliegenden Arbeit abgesehen werden konnte. Die mittlere tägliche Laufzeit eines Bohrhammers beläuft sich auf 1 h 36 min, sein Luftverbrauch auf 66 m³ a. L. h. Die entsprechenden Werte für einen Abbauhämmer liegen bei 3 h 8 min und 49 m³. Diese Laufzeiten geben den mittlern Wert für alle Hämmer an, die zum größten Teil einschichtig, zum Teil aber auch zweischichtig und dreischichtig in Betrieb sind. Unter der Voraussetzung, daß jeder Mann ein eigenes Werkzeug führt, ist als dessen tägliche Laufzeit die Laufzeit je Schicht einzusetzen. Diese ist naturgemäß geringer als die für den Durchschnitt des Ruhrbezirks geltenden Werte und beläuft sich für die Bohrhämmer auf 1,1 h und für die Abbauhämmer auf 2,1 h. Auf eine Unterscheidung je nach der Verwendungsart, ob im Abbau oder bei Unterhaltungsarbeiten oder in der Vorrichtung bei den Abbauhämmern und bei den Bohrhämmern, ob sie in Gesteinbetrieben, im Nebengestein oder bei Unterhaltungsarbeiten verwandt worden sind, sei hierbei verzichtet.

Streckenhaspel.

Bei Streckenhaspeln wurde auf der Zeche Minister Stein als Mittel aus zahlreichen Messungen ein Luftverbrauch von 353 m³ je h Laufzeit festgestellt. Allerdings handelte es sich hier um Zubringerhaspel, die nur zum Vorziehen der einzelnen Wagen unter den Rutschenladetisch dienten. Die Leerwagen wurden also einzeln unter die Rutsche gezogen und nach dem Füllen mit einem oder auch mehreren folgenden Leerwagen so weit vorgezogen, daß diese ebenfalls unter den Rutschnaustrag gelangten. Infolge des geringen Abstandes zwischen Rutschnaustrag und Haspel, der sich nur auf 25 m belief, erfolgte kaum eine Verschiebung des etwa aus 10 Wagen bestehenden Zuges. Bei eigentlichen Streckenförderhaspeln ist der Luftverbrauch daher auch höher. Er wurde auf mehreren Anlagen zu 400, 590, 450, 482, 536, 646 und 723 m³ bestimmt. Ein Wert von 570 m³ wird daher bei einer Motorgröße von etwa 12 PS dem Durchschnitt der Verhältnisse entsprechen, während bei Verschiebhaspeln 350 m³ anzunehmen sind. Die Laufzeit schwankt je nach Entfernung, mittlerer Geschwindigkeit, die nicht höher als rd. 1 m gewählt werden kann, und Höhe der Förderung zwischen ½ und 2 h.

Für die Feststellung des Kraftverbrauches elektrischer Streckenhaspel wurde auf der Zeche Minister Stein eine Reihe von Messungen durchgeführt. Sie ergaben unter verschiedenen Streckenverhältnissen und bei wechselnder Wagenzahl eine Leistungsaufnahme, die zwischen 4,57 und 7,73 kW schwankte und im Mittel bei etwa 5,24 kWh lag. Als Streckenförderhaspel verwendet man allgemein Haspel, die durch 9-kW-Motoren angetrieben werden. Ihre Leistungsaufnahme kann, wie die Untersuchungen auf Minister Stein ergeben haben, bei mittlerer Beanspruchung zu etwa 4 kW angenommen werden, bei stärkerer Beanspruchung, wie sie den spätern Berechnungen zugrunde gelegt ist, zu etwa 6 kW.

Aufschiebevorrichtungen.

Aufschiebevorrichtungen werden seit einigen Jahren in steigendem Maße auch zur Erhöhung der

¹ Wedding, Glückauf 1930, S. 421.

Leistungsfähigkeit von Blindschächten benutzt. Ihr Antrieb erfolgt durchweg mit Hilfe von Preßluft. Gebräuchlich ist ein Preßluftzylinder von 98 mm Durchmesser und 1800 mm Hublänge. Sein Luftverbrauch beträgt bei einer einmaligen hin- und hergehenden Bewegung 15–20 l, ist also so gering, daß er selbst bei einem Blindschacht mit einer Tagesleistung von 700–800 Wagen vernachlässigt werden kann.

Förderbandantriebe.

Bei Förderbändern besteht zwischen elektrischem und Preßluftantrieb insofern eine weitgehende Ähnlichkeit, als in beiden Fällen ein doppeltes Vorgelege notwendig ist. Der Kraftverbrauch hängt ab von der Art des Bandes (Gummibänder haben trotz ihrer höhern Geschwindigkeit einen geringern Kraftbedarf), von der Länge und Breite des Bandes, der Geschwindigkeit, der Art der Verlagerung und dem Einfallen. Einen verhältnismäßig geringen Einfluß hat im besondern beim Preßluftantrieb die Stärke der Beladung, da sich selbst bei Leerlauf der Preßluftverbrauch noch auf 80–90% des Vollastverbrauches beläuft. Bei durchschnittlicher Belastung kann für ein Band von 150 m Länge und etwa 650 mm Breite mit einem Kraftverbrauch von etwa 600 m³ a. L./h oder von 5–7 kWh gerechnet werden. Für 300 m Bandlänge, die äußerste, die bisher untertage in Betrieb steht, steigt der Luftverbrauch auf 800–1000 m³ oder 9–11 kWh. Diese Kraftverbrauchswerte entsprechen einem Verhältnis von Elektrizität zu Preßluft wie 1 : 7.

Der Wirkungsgrad der Energieübertragung bei Preßluft und bei Elektrizität.

Eine Untersuchung der Wirkungsgrade bei der Energieübertragung hat zu unterscheiden zwischen Erzeugung, Fortleitung und Antrieb.

Da es bei der Gegenüberstellung des Wirkungsgrades der beiden Energieübertragungsarten in erster Linie auf den Unterschied zwischen den für Elektrizität und Preßluft vorliegenden Verhältnissen ankommt, ist es nicht notwendig, bis auf den Wirkungsgrad der Dampfanlage zurückzugehen. Vielmehr genügt es, die Kompressor- und Generatoranlage von der Antriebswelle aus zu betrachten. Hier ist festzustellen, daß man als isothermischen Wirkungsgrad einer neuzeitlichen Turbokompressoranlage 0,65 bis 0,70 annehmen kann. Bei Kolbenkompressoren, die häufig zur Aushilfe dienen und für die Aufnahme von Spitzenleistungen herangezogen werden, liegt der Wirkungsgrad dagegen bei 0,70–0,72. Für eine Generatoranlage von 3000–6000 kVA beträgt der Wirkungsgrad etwa 0,9.

Bei der Fortleitung der Preßluft ist zwischen Druck- und Mengenverlusten zu unterscheiden, denen bei der Elektrizität lediglich Spannungs- (Druck-) verluste gegenüberstehen. Die Druckverluste der Preßluft werden hervorgerufen durch die von dem Rohrquerschnitt bedingte Reibung und durch die Zeit, welche die Preßluft bei starker örtlicher Entnahme für das Nachströmen benötigt. Theoretisch ließen sich die durch Reibung in den Rohrleitungen verursachten Verluste auf ein sehr geringes Maß herabsetzen, wenn man den Rohrleitungsquerschnitt genügend groß bemessen könnte. Im praktischen Betriebe sind dem jedoch durch die Höhe der Anlagekosten sowie durch Raumbeanspruchung und Unhandlichkeit Grenzen ge-

setzt, so daß in der Regel mit einem Druckabfall von 1–2 at gerechnet werden muß. Die Hauptmenge dieser Verluste tritt auf in den Revierleitungen mit ihren geringern Querschnitten und ihren zahlreichen Krümmungen und Ventilen, die erhebliche Drosselverluste verursachen. Der genannte Druckabfall entspricht 10,5–33% oder im Mittel 25% des zu 6 at_ü angenommenen Anfangsdruckes. Im gleichen Verhältnis des Druckabfalls sinkt die Leistung, so daß der durch den Druckabfall bedingte Wirkungsgrad zu 75% veranschlagt werden kann.

Die Mengenverluste werden durch Undichtigkeiten des Rohrleitungsnetzes hervorgerufen, die je nach dem Zustande der Leitungen in sehr weiten Grenzen schwanken und bei strömender Luft geringer als bei ruhender Luftsäule sind. Häufig werden diese Mengen lediglich als Funktion des gesamten Luftverbrauches aufgefaßt. Sie hängen jedoch in erster Linie nicht von der Höhe dieses Verbrauches ab, sondern von der Oberfläche oder dem Inhalt des Rohrleitungsnetzes, mit andern Worten von der Anzahl und dem Querschnitt der Verbindungs- und Anschlußstellen. Es ist daher neuerdings üblich geworden, sie auf eine dieser beiden Größen zu beziehen, von denen im vorliegenden Falle die Rohroberfläche gewählt werden soll. Hier erscheint ein Verlust von 0,25 m³ je m² Rohroberfläche und Stunde ein brauchbarer Mittelwert zu sein, wobei zu bemerken ist, daß beim reinen Preßluftbetriebe mit diesem Verlust während aller Tage des Jahres gerechnet werden muß, da eine vollständige Außerbetriebsetzung der Kompressoranlage nur ausnahmsweise in Betracht kommen kann, während sich beim gemischten Betrieb, bei dem die Sonderbewetterung lediglich durch elektrisch betriebene Maschinen erfolgt, ein Stillsetzen an Sonn- und Feiertagen häufiger ermöglichen läßt. Trotzdem ist beim gemischten Betriebe der Preßluftverlust, in Anteilen vom Gesamtverbrauch ausgedrückt, größer als beim reinen Preßluftbetriebe. Während bei diesem im Mittel mit 20% gerechnet werden kann, liegt er beim Restluftbetriebeil des gemischten Betriebes bei 30–40%. Der durch die Mengenverluste bedingte Wirkungsgrad beläuft sich also für den reinen Preßluftbetrieb auf 0,80, beim Restluftbetrieb auf 0,70. Der Wirkungsgrad der Fortleitung bei Preßluft beträgt somit $0,75 \cdot 0,8 (0,7) = 0,6 (0,52)$.

Diesen Druckabfallverlusten entsprechen bei der Elektrizität die Spannungsverluste. Sie sind wie jene vom Leitungsquerschnitt abhängig, der jedoch in diesem Falle in Anbetracht der gegenüber den Rohrleitungen geringen Querschnitte leichter so reichlich bemessen werden kann, daß der Spannungsabfall in Grenzen von etwa 5% bleibt. Bei hohem Gleichzeitigkeitsfaktor der in Betrieb stehenden Maschinen kann dieser Mittelwert ähnlich wie bei der Druckluft etwas überschritten und bei einem geringen Gleichzeitigkeitsfaktor unterschritten werden. Dieser Spannungsverlust entspricht unter Berücksichtigung des $\cos \varphi$ einem Leistungsverlust von rd. 7%. Mengenverluste im Sinne der Undichtigkeitsverluste der Preßluft treten bei der Elektrizität nicht auf. Dagegen sind die Leerlaufverluste der Transformatoren als Mengenverluste aufzufassen, die im Mittel auf 3% veranschlagt werden können. Infolgedessen ergibt sich als Fortleitungswirkungsgrad bei der Elektrizität der Wert von $0,93 \cdot 0,97 = 0,9$.

Der Wirkungsgrad des Antriebes bei Preßluftmaschinen wird von den Herstellerfirmen für neuzeitliche Pfeilradmotoren mit 22% angegeben. Dieser Wert gilt natürlich für eine fabrikneue Maschine und zudem für Vollast. Bei Kolbenmaschinen ist er noch etwas geringer. Je nach dem Alter der Maschinen, ihrer Wartung, ihrer Größe und der Höhe ihrer Belastung ändert er sich stark und sinkt erheblich unter den angegebenen Höchstsatz. Da jedoch Messungen des Wirkungsgrades unter diesen verschiedenen Arbeitsbedingungen nicht vorliegen, soll mit 20% gerechnet werden, ein Wert, der zweifellos in der Praxis weit unterschritten wird.

Beim Elektromotor liegen die Verhältnisse wesentlich eindeutiger. Für die im Grubenbetriebe für die Gewinnungs- und Arbeitsmaschinen in Betracht kommenden Leistungen kann mit genügender Genauigkeit ein Wirkungsgrad des Antriebes von 0,85 angenommen werden. Hierbei sei besonders darauf hingewiesen, daß er im Gegensatz zum Preßluftmotor von Alter und Wartung so gut wie unabhängig ist und daß die Einflüsse der Belastungsschwankungen in weit engeren Grenzen liegen.

Der Gesamtwirkungsgrad der Energieübertragung beträgt somit bei der Preßluft $0,7 \cdot 0,65 \cdot 0,2 = 0,091$ und bei der Elektrizität $0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,69$. Hieraus geht hervor, daß beim Druckluftbetriebe an der Kompressorwelle ein etwa 7,7 mal so großer Kraftaufwand wie beim elektrischen Betrieb an der Generatorwelle aufzuwenden ist, wobei bemerkt sei, daß in der Praxis ein Wirkungsgrad von 0,091 beim Preßluftbetrieb wohl selten erreicht wird und daher vielfach mit einem 8–9 mal höhern Kraftaufwand bei der Preßluft gerechnet werden kann. Den spätern Berechnungen ist jedoch nur ein Verhältnis von etwa 1 : 7 im Durchschnitt zugrunde gelegt.

Die Kosten von 1 m³ a. L. und 1 kWh.

Aus den vorstehenden Ausführungen über den Kraftverbrauch der einzelnen Maschinengruppen geht bereits hervor, daß die Preßluftmaschinen einen ungleich höhern Kraftbedarf — gemessen an den

Antriebswellen des Kompressors und des Generators — aufweisen als die elektrischen. Die einem Wirtschaftlichkeitsvergleich beider Energieträger zugrunde gelegten Luftkosten werden daher von besonders großer Bedeutung sein, während den Stromkosten eine geringere Rolle beizumessen ist, weil an Stromeinheiten nur ein ganz geringer Bruchteil der Preßlufteinheiten verbraucht wird.

Da ein Urteil über die Zweckmäßigkeit der Umstellung von reinem Preßluftbetrieb auf gemischten Betrieb sich auf die heute geltenden Preise gründen muß, erschien es als zweckmäßig, die tatsächlich aufzuwendenden Kraftkosten einzusetzen. Diese sind für den Durchschnitt der Ruhrzechen etwa 0,3 Pf. für 1 m³ a. L. und 2,88 Pf. für 1 kWh.

Eine Reihe von Zechen verfügt jedoch bereits über ganz neue Energieerzeugungsanlagen, die einen geringern Aufwand sowohl für die Preßluft als auch für den elektrischen Strom bedingen. Im folgenden soll daher versucht werden, die absolute Höhe und und das gegenseitige Verhältnis von Preßluft- und Stromkosten unter der Annahme neuzeitlicher Energieerzeugungsanlagen festzustellen. Zu diesem Zwecke sind 6 neuzeitliche Anlagen untersucht und ihre Betriebsergebnisse verwertet worden. Die besondern Kennzeichen jeder Anlage gehen aus den Zahlentafeln 2 und 3 hervor. Die Anlage A ist vollständig auf minderwertige Brennstoffe (Zwischenprodukte) eingestellt. Heizflächengröße und Dampfdruck stellen mit 400 m² und 28 atü einen Mittelwert dar. Die Anlage B ist eine Hochdruckanlage, die abgesiebte Staubkohle verwendet. Die Anlage C verfeuert neben Staub Zwischenprodukte und hochwertige Kohle, während die Anlage D nur Kohlenstaub verbraucht und die Anlagen E und F Gas, Mittelprodukte, Koksgrus und Staubkohle verwenden.

Die Bewertung des Brennstoffes erfolgt in den einzelnen Fällen nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten. Es war daher notwendig, einheitliche Verrechnungspreise aufzustellen, die auf Grund der Syndikatsverrechnungspreise und eines mittlern Heiz-

Zahlentafel 2. Berechnung des mittlern Dampfpreises.

Anlage	A	B	C	D	E	F
Kesselzahl, Heizfläche, Druck, Temperatur, Feuerung	4 Steilrohrkessel, je 400 m ² , 28 atü, 400°, Martinrost (minderwertige Kohle)	4 Hochdruck-Sekt.-Kessel, je 620 m ² , 35 atü, 425°, Kohlenstaubfeuerung	6 Steilrohrkessel, je 600 m ² , 28 atü, 400°, Kohlenstaubfeuerung und Wanderrost	4 Hochl.-Steilrohrkessel, je 675 m ² , 19 atü, 400°, Kohlenstaubfeuerung	13 Kessel, 4300 m ² , 22 atü, 350°, Kohlenstaubfeuerung und Wanderrost	4 Steilrohrkessel, je 600 m ² , 26 atü, 400°, Zonenwanderrost
Verdampfung	2,84	7,59	5,6	7,35	7,45	5,9
Leistung	12–14 t/h	25 t/h	26–38 t/h	27–40 t/h	11,5–15 t/h	27–33 t/h
Dampfkosten je t	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Betriebskosten:						
Brennstoff	0,58	1,19	1,75	1,39	1,44	1,40
Wasser	0,11	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
Materialien	0,11	0,30	0,33	0,16	0,20	0,30
Löhne, Soz. Lasten, Gehälter	0,29	0,30	0,32	0,20	0,12	0,35
Elektrische Energie	0,22	0,27	—	0,60	0,02	—
zus.	1,31	2,08	2,43	2,37	1,80	2,07
Kapitalkosten ¹ :						
15% Tilgung und Verzinsung	1,29	0,91	0,50	0,33	0,68	0,77
insges.	2,60	2,99	2,93	2,70	2,48	2,84

Mittelwert 2,75 ℳ, Ausnutzungsfaktor 0,60.

¹ Kapitalkosten für Neuwert der Anlage.

wertes ermittelt wurden. Auch die Ausnutzungsfaktoren der verschiedenen Anlagen schwanken innerhalb weiter Grenzen. Der niedrigste Wert liegt bei 0,45, der höchste bei 0,69. Für die Errechnung eines

mittlern Dampfpreises war auch hier ein einheitlicher Faktor anzunehmen, als der 0,6 gewählt wurde. Die Berechnung, deren Einzelwerte aus der Zahlentafel 2 zu ersehen sind, ergab als Dampfpreis 2,75 *Mark*/t.

Zahlentafel 3. Berechnung von Strom- und Luftkosten.

Anlage	A		B		C		D		E	F
	Elektrizität, 2 Turbogeneratoren, je 4340 kW, 1085000 kWh, 7,28 kg/kWh	Preßluft, Turbokompressor, 30000 m ³ a. L./h, 13797000 m ³ a. L., 0,63 kg/m ³ a. L.	Elektrizität, 2 Turbogeneratoren, je 12500 kW, 9718300 kWh, 5,3 kg/kWh	Preßluft, Turbokompressor, 36000 m ³ a. L./h, 17158500 m ³ a. L., 0,825 kg/m ³ a. L.	Elektrizität, 2 Turbogeneratoren, je 10000 kW, 6267750 kWh, 5,4 kg/kWh	Preßluft, Turbokompressor, 27500 m ³ a. L./h, 12250000 m ³ a. L., 0,64 kg/m ³ a. L.	Elektrizität, 2 Turbogeneratoren, je 5000 kW, 2500000 kWh, 4,45 kg/kWh	Preßluft, 2 Turbo- kompressoren, 60000 m ³ a. L./h, 44500000 m ³ a. L., 0,53 kg/m ³ a. L.	Preßluft, 2 Turbo- kompressoren, je 32000 m ³ a. L., 23546000 m ³ a. L., 0,69 kg/m ³	Preßluft, 3 Turbo- kompressoren, je 45000 m ³ a. L., 40000000 m ³ a. L., 0,55 kg/m ³
Strom- oder Luftkosten	Pf./kWh	Pf./m ³ a. L.	Pf./kWh	Pf./m ³ a. L.	Pf./kWh	Pf./m ³ a. L.	Pf./kWh	Pf./m ³ a. L.	Pf./m ³ a. L.	Pf./m ³ a. L.
Betriebskosten:										
Dampf	1,890	1,164	1,571	0,246	1,590	0,188	1,20	0,143	0,172	0,157
Wasser	0,060	0,004	0,035	0,016	0,010	0,040	0,05	0,052	0,006	0,006
Materialien	0,300	0,004	0,149	0,018	0,110	0,002	0,03	0,004	0,019	0,009
Löhne, Soz. Lasten, Gehälter	0,075	0,017	0,099	0,017	0,153	0,004	0,06	0,017	0,007	0,007
Elektr. Energie	0,010	0,010	—	—	—	—	0,07	0,004	—	—
zus.	2,335	0,199	1,854	0,297	1,863	0,234	1,41	0,220	0,204	0,179
Kapitalkosten:										
15% Tilgung und Verzinsung	0,991	0,050	0,415	0,045	0,595	0,039	0,46	0,034	0,033	0,035
insges.	3,326	0,249	2,269	0,342	2,458	0,273	1,87	0,254	0,237	0,214

Mittelwerte: 2,486 Pf./kWh und 0,261 Pf./m³ a. L.¹

¹ Verhältniszahl $\frac{1}{9,6}$

Auch für die Feststellung der Strom- und Luftkosten wurden die Betriebsangaben nach einheitlichen Gesichtspunkten für Tilgung und Verzinsung und nach dem gleichmäßigen Ausnutzungsfaktor 0,5 umgerechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der Zahlentafel 3 zusammengestellt. Sie lassen erkennen, daß die niedrigsten Stromkosten bei 1,87 Pf. je kWh und die niedrigsten Luftkosten bei 0,214 Pf./m³ a. L. liegen. Im Durchschnitt der untersuchten neuzeitlichen Anlagen beläuft sich der Preis für Preßluft auf 0,261 Pf. und für elektrischen Strom auf 2,486 Pf. Das Verhältnis beider Preise ist 1 : 9,6 und ändert sich selbst bei schwankender Belastung der Anlagen in nur sehr engen Grenzen. Den spätern Berechnungen werden auch diese Preise zugrunde liegen.

Um nun aber einer möglichen Entwicklung Rechnung zu tragen und Anlagen mit noch geringern Luftkosten als 0,26 Pf./m³ a. L. zu berücksichtigen sowie den Einfluß niedriger Luftkosten allgemein zu erfassen, wird man zweckmäßig noch einen dritten Preis in Betracht ziehen. Er ist zu 0,22 Pf./m³ a. L. gewählt worden, entsprechend einem Strompreise von 2,11 Pf./kWh, so daß also mit folgenden drei Preisgruppen gerechnet werden wird:

Preßluft	Pf./m ³ a. L.	0,30	0,26	0,22
Strom	Pf./kWh	2,88	2,49	2,11

Die Kapitalkosten.

Ein Posten, der die Wirtschaftlichkeit beider Antriebsarten wesentlich beeinflusst, sind die Kapitalkosten. Sie setzen sich zusammen aus den der allmählichen Entwertung der Maschinen und Einrichtungen entsprechenden Tilgungsbeträgen sowie aus den Zinsen für das Kapital, das in diesen Maschinen und Einrichtungen festgelegt ist. Es soll davon abgesehen werden, bei dieser Berechnung zwischen Maschinen, ihrem Zubehör und den nur für sie bestimmten

Leitungen sowie den Einrichtungen für die Verteilung der Energie für das gesamte Grubenfeld zu unterscheiden. Von den Kosten für die Verteilung der Energie entfällt nach der Werttheorie auf jede Maschine nur ein Anteil, dessen Höhe theoretisch aus dem Verhältnis ihres Anschlußwertes zu dem gesamten Anschlußwert aller Maschinen unter Berücksichtigung ihrer Laufzeit und ihres Energieverbrauches zu errechnen ist. Die Umständlichkeit einer solchen Berechnung steht jedoch in keinem Verhältnis zu dem Nutzen für die vorliegenden Untersuchungen, und so sollen die Kapitalkosten lediglich auf Grund des Anschaffungswertes und der Lebensdauer der Maschinen und Einrichtungen unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Zinssatzes ermittelt werden.

Ein solcher Zinssatz ist in eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung, wie die vorliegende, im Gegensatz zu einer Rentabilitätsberechnung einzusetzen, wobei es nicht darauf ankommt, ob die Anschaffungen mit Hilfe eigenen oder fremden Kapitals getätigt worden sind. Im Hinblick auf die Lage des Geldmarktes und die seit Jahren zu beobachtende sinkende Richtung der Zinssätze erscheinen 7 1/2 % für den vorliegenden Zweck als ein brauchbarer Wert.

Bei der Bemessung der Tilgungssätze hat nicht der Standpunkt des Kaufmanns, der die Abschreibungen je nach der Konjunktur und dem Vermögensstand des Unternehmens von Jahr zu Jahr und je nach dem Gegenstand und seinem Werte verschieden bemißt, Berücksichtigung gefunden, sondern lediglich der Standpunkt des Ingenieurs, der für die Sicherheit seines Betriebes verantwortlich und für den die Lebensdauer der Maschine in erster Linie maßgebend ist.

Die Lebensdauer einer Maschine hängt einmal von ihrer tatsächlichen Abnutzung ab, die von der Anzahl

bewegter und empfindlicher Teile sowie von der Laufzeit, der Sorgfalt der Wartung und der Gefährdung bestimmt wird. Außerdem ist die Überalterung infolge des technischen Fortschritts zu berücksichtigen. Dieser technische Fortschritt kann maschinen-technisch sein und durch die Konstruktion einer billigeren oder leistungsfähigeren und betriebssichereren Maschine hervorgerufen werden, oder er kann berg-technischer und betriebswirtschaftlicher Art sein und mit der Notwendigkeit einer Verwendung größerer Maschinenbauarten zusammenhängen. Beides ist in den letzten Jahren häufig der Fall gewesen. Es sei nur an die rasche Entwicklung des Abbauhammers erinnert sowie an die Zunahme der durchschnittlichen Haspelleistung, die sich im Laufe der Jahre als Folge der Betriebszusammenfassung und der Schaffung von Großabbaubetriebspunkten ungefähr verdoppelt hat. Der durch die wachsende Zahl und Leistung der in Betrieb stehenden Maschinen verstärkte Energieverbrauch je Abteilung hat zudem auf zahlreichen Zechen zu einer mehrfachen Erweiterung und damit Erneuerung eines großen Teiles des Rohrleitungsnetzes geführt.

Bei der Bemessung der Lebensdauer der einzelnen mit Preßluft oder Elektrizität betriebenen Maschinen sowie der Energiezuleitungen und ihrer Zubehörteile sind die auf den Ruhrzechen gemachten Erfahrungen zugrunde gelegt worden. Diese sind natürlich auf den einzelnen Anlagen verschieden, so daß die gewählten Sätze Mittelwerte darstellen. Sie sind in den Zahlentafeln 4 und 5 wiedergegeben und lassen erkennen, daß für die mit Elektrizität betriebenen Maschinen in den meisten Fällen eine höhere Lebensdauer angenommen worden ist als für die mit Preßluft betriebenen. Dieser Unterschied findet seine Begründung in der Tatsache, daß die Preßluftmaschinen in der Regel eine größere Anzahl bewegter und dem Verschleiß unterliegender Teile, wie Steuerorgane, Zylinder und Kolben, aufweisen als die Elektromotoren. Auch die Pfeilradmotoren sind darin den Elektromotoren unterlegen. Bei diesen ist wieder ein Unterschied zu machen zwischen den Schleifringmotoren und den in weitestem Maße unempfindlichen Kurzschlußläufern.

Das Kabelnetz ist dem Rohrleitungsnetz zum mindesten ebenbürtig. Da es zudem Leistungssteigerungen gegenüber weit aufnahmefähiger ist als eine Preßluftrohrleitung, die bei zunehmendem Energiebedarf weit eher erweitert werden muß als der Querschnitt eines Kabels, muß man sogar früher mit einer Überalterung gerade der Rohrleitungen von geringem Querschnitt rechnen.

Bei dem unter Berücksichtigung von Lebensdauer und durchschnittlichem Zinssatz in Hundertteilen des Anschaffungswertes zu bemessenden Tilgungs- und Verzinsungssatz wurde die Rentenformel $x = q^n \cdot 100 \frac{q-1}{q^n-1}$ angewandt, worin $q = 1 + \frac{p}{100}$, $p = 7\frac{1}{2}\%$, n = Anzahl der Tilgungsjahre und x der Tilgungs- und Verzinsungssatz ist.

Die Ersatzteilkosten.

In den Zahlentafeln 4 und 5 ist die Höhe der Ersatzteilkosten in Hundertteilen des Anschaffungswertes der mit Preßluft und Elektrizität betriebenen Maschinen angegeben. Sie liegen den Geldwert nach bei den Preßluftmaschinen unter denen der mit Elek-

trizität betriebenen, weil deren Anschaffungswert in vielen Fällen höher ist. Der Hundertsatz stellt sich jedoch bei den elektrischen Maschinen und Einrichtungen niedriger, und zwar infolge der schon bei der Besprechung der Lebensdauer der einzelnen Maschinengattungen erwähnten Ursachen. Die dem Verschleiß

Zahlentafel 4. Preßluftbetrieb.

	Lebensdauer Jahre	Tilgung und Ver- zinsung %	Ersatz- teil- kosten %
Hassel, große	6	21,30	10
Hassel, kleine	5	24,74	10
Rutschenmotoren	5	24,74	20
Bandantriebsmotoren	5	24,74	10
Bohrhämmer	3	38,50	15
Abbauhämmer	2	55,60	15
Großschrämmaschinen	5	24,74	8
Luttenventilatoren	4	29,90	15
Pumpen	5	24,74	6
Gegenzylinder	5	24,74	10
Düsen	10	14,57	—
Rohrleitungen in Hauptstrecken	15	11,33	—
Blindschächten und Ort- querschlägen	10	14,57	—
Abbaustrecken	5	24,74	—
Streben	3	38,50	—
Armaturen	5	24,74	—
Schrauben	2	55,60	—
Dichtungen	3	38,50	—
Schläuche	2	55,60	—
Rohraufhängungen	10	14,57	—

Zahlentafel 5. Elektrischer Betrieb.

	Lebensdauer Jahre	Tilgung und Ver- zinsung %	Ersatz- teil- kosten %
Hassel, große	10	14,57	3
Hassel, kleine	7	18,90	2
Rutschenmotoren	5	24,74	5
Bandantriebsmotoren	7	18,90	2
Großschrämmaschinen	5	24,74	6
Luttenventilatoren	7	18,90	7
Pumpen	7	18,90	4
Hochspannung: Strecken-kabel	20	9,81	—
Schaltanlagen	20	9,81	2
Verteilungsanlagen	20	9,81	2
Transformatoren	20	9,81	—
Niederspannung: Strecken-kabel	10	14,57	—
Schalt- und Verteilungs- anlagen	15	11,33	2
Trockentransformatoren	10	14,57	—
Gummischlauchkabel für Strecke	10	14,57	—
Streb	5	24,74	3
Schrämmaschinen	3	38,50	3
Beleuchtung	3	38,50	—
Kabelmuffen	20	9,81	—
Kabelbefestigungen	15	11,33	—
Steckvorrichtungen	10	14,57	5
Transformatorkammern	3	38,50	—

unterliegenden Teile sind bei den Elektromotoren geringer als bei den Preßluftmotoren. Den Steuerorganen, Kolben und Zylindern bei Kolbenmaschinen und den Rotoren usw. bei Pfeilradmotoren stehen bei den Elektromotoren lediglich die Lager gegenüber, die heute als nur wenig verschleißende Rollenlager ausgebildet sind. Bei Schleifringmotoren kommt der Bürstenverschleiß und der Kontaktverschleiß an der Steuervorrichtung hinzu. Die Mehrzahl der Ersatz-

teile beanspruchen Getriebe und Vorgelege, so die Schwinghebel und Federn bei Rutschenantrieben sowie Ritzel, Zahnräder u. dgl. bei andern Maschinen.

Lohnkosten für Verlegung und Unterhaltung.

Die bisher vorliegenden Erfahrungen gehen eindeutig dahin, daß nach einer gewissen Übergangs- und Einarbeitungszeit hinsichtlich der Lohnkosten, sowohl für die Verlegung und Unterhaltung als auch für die Beaufsichtigung insgesamt betrachtet, zwischen Preßluft und gemischtem Betrieb keine erheblichen Unterschiede bestehen. Dieser Umstand mag zunächst überraschen angesichts der sehr verbreiteten Annahme, daß es sich beim Preßluftbetriebe um einfache und leicht zu überwachende, beim elektrischen Betriebe um empfindliche und verwickelte Einrichtungen handle. Dazu ist allgemein zu bemerken, daß untertage, im Gegensatz zu übertage, nur die einfachsten und widerstandsfähigsten elektrischen Maschinen und Geräte zur Verwendung gelangen, die von jedem Laien bedient werden können. Als Beispiel sei erwähnt, daß für Antriebe, abgesehen von den größeren Blindschachthaspeln, nur Kurzschlußläufermotoren mit einfachen Schalteinrichtungen verwandt werden, deren Betätigung sich von der Bedienung eines Lichtschalters nicht unterscheidet. Ferner sei darauf hingewiesen, daß man in keinem elektrischen Betrieb Steckvorrichtungen in so ausgedehntem Maße anwendet wie im Betrieb untertage, und zwar, um auch dem Nichtfachmann, ähnlich wie bei den elektrischen Hausgeräten, den Anschluß und die Verlegung elektrischer Vorrichtungen und Maschinen zu ermöglichen.

Im einzelnen bestehen natürlich mannigfache Unterschiede in der Verlegung und Wartung von Preßluft- und elektrischen Leitungen. So braucht man weit weniger Zeit, elektrische Kabel als Rohrleitungen zu verlegen, vor allem dort, wo es sich um ortsfeste Anlagen handelt. Das Kabel kann in größeren Längen von 200–300 m von der Kabeltrommel abgerollt und in den Aufhängevorrichtungen verlegt werden, die überdies bei Rohrleitungen einer Stärkern und bessern Befestigung bedürfen. Im Gegensatz zu den Kabeln müssen die Rohre, die schon infolge ihres großen Durchmessers und ihrer Länge unhandlicher sind, Länge für Länge befördert, aufgehängt und miteinander verbunden werden, was in den Hauptstrecken in der Regel durch das zeitraubende Schweißen zu geschehen hat. So ist es z. B. möglich, ein etwa 2 km langes Kabel nach Vorbereitung der Aufhängevorrichtungen in zwei Schichten zu verlegen. Ein ähnliches Verhältnis besteht für die Abbaubetriebe, in denen man für die elektrische Energiezufuhr nur biegsame, aus Einzellängen von 30–40 m zusammengesetzte Gummischlauchleitungen verwendet. Die Verbindung dieser Einzellängen erfolgt durch elektrisch oder mechanisch verriegelbare Steckvorrichtungen, die sich auch wieder leicht lösen lassen, so daß das mit fortschreitendem Abbau fast täglich notwendige Umlegen leicht und schnell vonstatten geht. Im Gegensatz zum Kabel besteht die Rohrleitung im Streb aus einer großen Anzahl von starren Einzelstücken, deren Verbindungen jedesmal gelöst und wieder hergestellt werden müssen, was allerdings bei den sich neuerdings immer mehr einführenden Patentverbindungen schneller möglich ist als bei den alten Flanschenverbindungen.

Auch hinsichtlich der Wartung des Leitungsnetzes besteht ein ähnlicher Unterschied. Das Rohrleitungsnetz ist infolge seiner Starrheit leichter Einwirkungen des Gebirgsdruckes ausgesetzt als das nachgiebig verlegte Kabel. Hierdurch auftretende Undichtigkeiten verlangen rasche Beseitigung und somit ständige Wartung, während Ausbesserungsarbeiten am Kabelnetz nur ganz gelegentlich vorgenommen zu werden brauchen. Allerdings muß das Kabel sorgfältiger behandelt und z. B. bei etwa notwendiger Schießarbeit in den Strecken gegen Steinfall durch Abdeckung geschützt werden.

So erfordert die Elektrizität bei der Verlegung und Wartung des eigentlichen Leitungsnetzes einen wesentlich geringern Lohnaufwand als die Preßluft, wird aber durch die Errichtung der notwendigen Transformatorstellen und den Einbau von Schalt- und Verteilungsanlagen stärker belastet. Hinsichtlich der Wartung dieser Einrichtungen liegen allerdings die Dinge wieder günstiger. Transformatorstellen mit den dazugehörigen Hochspannungsschaltern bedürfen praktisch fast keiner Wartung, während die Unterhaltung der häufig zu betätigenden Motorschalter etwa der Unterhaltung der Ventile entspricht, bei denen leicht Undichtigkeiten und Drosselverluste eintreten können.

Hinsichtlich der Maschinen selbst sind die mit Elektrizität betriebenen, soweit der Antriebsmotor in Betracht kommt, den Preßluftmaschinen, was Wartung und Unterhaltung angeht, unbedingt überlegen, ein Umstand, auf den bereits bei der Behandlung der Ersatzteilkosten näher eingegangen worden ist. Die Hauptstörungen werden bei Preßluftmaschinen durch die große Anzahl der betriebsmäßigen Verschleiß unterliegenden Teile hervorgerufen, die zudem einer sorgfältigen und dauernden Reinigung und Schmierung bedürfen. Beim Elektromotor ist dagegen keine Schmierung notwendig, da das Rollenlagerfett nur in Abständen von 6 bis 8 Monaten erneuert zu werden braucht, wobei gleichzeitig eine Reinigung der Lager vorgenommen wird. Äußerlich zeigt sich dies schon darin, daß die neuzeitlichen Rollenlagermotoren keine Staufferbüchsen mehr besitzen.

Bei den mechanischen Teilen der Maschinen, den Getrieben und Vorgelegen, besteht in vielen Fällen kein erheblicher Unterschied zwischen elektrischem und Preßluftbetrieb. So ist bei Schrämmaschinen, Förderbandantrieben und Ventilatoren der mechanische Teil in beiden Fällen gleich. Elektrische Förderhaspel haben dagegen ein doppeltes Vorgelege, ähnlich wie Pfeilrad- und schnellaufende Mehrzylinderomotoren, im Gegensatz zu den langsam laufenden Zwillingkolbenhaspeln, die nur ein einfaches Vorgelege benötigen. Eine größere Verschiedenheit liegt bei den Schüttelrutschenantrieben vor, die bei Verwendung von Elektromotoren eines doppelten Vorgeleges bedürfen, während der Preßluftmotor unmittelbar angreifen kann.

Die Wartung der Preßluftantriebe erfordert noch aus einem andern Grunde besondere Sorgfalt. Nur durch ständige Pflege und Reinigung ist bei Preßluftmotoren die Erhaltung eines guten Wirkungsgrades, besonders bei zunehmendem Alter, gewährleistet. Bei Elektromotoren dagegen besteht eine weitgehende Unabhängigkeit des Wirkungsgrades von der

Wartung; er bleibt mehr oder weniger gleich, solange der Motor überhaupt noch läuft, also betriebsfähig ist, d. h. solange die Lager noch nicht zerstört sind oder an der elektrischen Ausrüstung (Wicklung) Schäden aufgetreten sind. Andererseits besteht beim elektrischen Betriebe die Notwendigkeit, allein aus sicherheitlichen Gründen die Überwachung so wirksam wie möglich zu gestalten.

Aus den vorstehenden Ausführungen kann somit geschlossen werden, daß die elektrischen Einrichtungen geringere Lohnkosten für Unterhaltung und Wartung beanspruchen als die mit dem Preßluftbetriebe verbundenen Einrichtungen. Beim gemischten Betrieb wird jedoch dieser Vorsprung gegenüber dem Preßluftbetriebe dadurch wieder ausgeglichen oder sogar in sein Gegenteil verkehrt, daß bei ihm für die Einrichtungen beider Energiearten gesorgt werden muß. Immerhin ist die durch den Preßluftbetrieb verursachte zusätzliche Belastung deshalb nicht erheblich, weil die Elektriker in erster Linie Bereitschaftsdienst zu leisten haben und zu fordern ist, daß sich diese Leute nicht nur im Notfall, sondern auch nach Möglichkeit regelmäßig des Preßluftleitungsnetzes annehmen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß Patentrohrverbindungen, die in zunehmendem Maße für die Strebrohrleitungen verwendet werden, Ersparnisse in der Unterhaltung durch Verzicht auf Schlosserschichten beim Umlegen usw. ermöglichen.

Die Kosten für Unterhaltung und Wartung gliedern sich beim Preßluft- und beim gemischten Betrieb in Lohnkosten für Werkstattsschlosser und -elektriker, für die Revierschlosser und -elektriker und für die Aufsicht.

Der reine Preßluftbetrieb einer Zeche mit etwa 5000 t Tagesförderung erfordert 6 Schlosserschichten je Tag in der Werkstatt. Für jedes Revier, das 2 Großabbaubetriebspunkte umfassen möge, sind täglich 3 Schlosserschichten vorzusehen, so daß in einer Grube mit 13 Revieren 45 Schlosserschichten je Tag verfahren werden. Die Aufsicht erfordert 2 Maschinensteiger und 1 Aufseher.

Bei gemischtem Betrieb einer Zeche mit derselben Förderung braucht man in der Werkstatt nicht die gleiche Anzahl Elektriker wie Schlosser beim reinen Preßluftbetriebe vorzusehen, weil die Revierelektriker infolge ihres Bereitschaftsdienstes zum Teil zu Werkstattarbeiten herangezogen werden können. Drei Elektrikerschichten in der Werkstatt genügen daher je Tag. Außerdem sind 3 Schlosserschichten erforderlich, da ein großer Teil der Unterhaltungsarbeiten auf die Schlagwerkzeuge entfällt. In den Revieren muß mit 3 Elektrikern je Tag und 1 Schlosser für das Leitungsnetz des Restluftbetriebes gerechnet werden, so daß sich bei 13 Revieren die für die Unterhaltung und Wartung erforderliche Schichtenzahl auf 58 beläuft. Dagegen hat man für die Aufsichtsbeamten dieselbe Zahl, und zwar je Arbeitstag 2 Steiger und 1 Aufseher einzusetzen, da im einen wie im andern Falle 1 Beamter je Schicht genügt.

Von allen elektrischen Einrichtungen untertage beansprucht die Abbaubeleuchtung das größte Maß von Unterhaltung. Die daher naheliegende Annahme, daß dafür besondere Elektriker notwendig sind, bestätigt sich jedoch in der Regel nicht. Der Bereitschaftsdienst der vorhandenen Elektriker verwandelt sich infolge der Sorge für die Abbaubeleuchtung in

stärkerem Maße in eine regelmäßige Tätigkeit, mit andern Worten, die Ausnutzung der Elektriker wird größer.

Allgemeines über Planung und Ausführung elektrischer Anlagen untertage.

Bei der Planung und Ausführung elektrischer Anlagen untertage spielt die Art der Energieübertragung und -verteilung eine hervorragende Rolle. In Anbetracht der besondern Betriebsverhältnisse sind hier größtenteils ganz andere Gesichtspunkte maßgebend als übertage. Die Führung der Kabel und die Anordnung der Verteilungsanlagen müssen unter Berücksichtigung der für den Untertagebetrieb gültigen Vorschriften in erster Linie vereinfacht werden, d. h. aus betriebstechnischen Gründen übersichtlich, leicht zu bedienen und zu überwachen und aus wirtschaftlichen Gründen billig sein. Dem stellen sich nicht unerhebliche Schwierigkeiten dadurch entgegen, daß einmal die Entfernungen untertage sehr groß (bis 30 km und mehr Gesamtstreckenlänge), zum andern die benötigten Arbeits- und Gewinnungsmaschinen sehr zahlreich und zudem im Abbau zum größten Teil ortsveränderlich oder ortsbeweglich sind.

Von den Arbeits- und Gewinnungsmaschinen untertage lassen sich die nachstehend aufgeführten auch in Schlagwettergruben ohne weiteres elektrisch betreiben.

1. Aufbruch- und Gesenkhaspel: ortsfest, Schleifringmotor mit Steuereinrichtungen und Widerständen sowie Sicherheitsvorrichtungen für Seilfahrt, Leistung etwa 30–200 PS, Betriebsspannung 220 bis 5000 V.

2. Seilbahnmaschinen: ortsfest, Schleifringmotor mit Umkehranlasser, Leistung etwa 20–80 PS, Betriebsspannung 220–3000 V.

3. Seilbahnmaschinen: ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Sterndreieck-Anlaßschalter, Leistung etwa 5–20 PS, Betriebsspannung 125–500 V, Seilgeschwindigkeiten höchstens 1 m/s.

4. Streckenhaspel: ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Sterndreieck-Anlaßschalter, Leistung 3–20 PS, Betriebsspannung 125–500 V, Seilgeschwindigkeit bis 0,75 m/s.

5. Bandförderer: ortsfest oder ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Motorschutzschalter für unmittelbare Einschaltung, Leistung 5–30 PS, Betriebsspannung 125–500 V.

6. Schüttelrutschenantriebe: ortsfest oder ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Motorschutzschalter, Leistung 5–20 PS, Betriebsspannung 125 bis 500 V.

7. Schrämmaschinen: ortsbeweglich, Kurzschlußmotor mit angebautem Umschalter, Leistung 30–40 PS, Betriebsspannung 125–500 V.

8. Stoß- und Drehbohrmaschinen: ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Ständerschalter, Leistung 0,5–1 PS, Betriebsspannung 65 und 120 V verkettet, in trocknen Grubenräumen auch 220 V.

9. Sonderbewetterungsmaschinen: ortsfest oder ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Motorschutzschalter, Leistung 0,3–3 PS, Betriebsspannung 125–500 V.

10. Pumpen für Hilfswasserhaltungen: ortsfest oder ortsveränderlich, Kurzschlußmotor mit Motorschutzschalter, Leistung 3–15 PS, Betriebsspannung 125–500 V.

11. Kleinkompressoren: ortsfest oder ortsveränderlich, Schleifringmotor mit Anlasser oder Kurzschlußmotor mit Motorschutzschalter, Leistung 20 bis 150 PS, Betriebsspannung 220–5000 V.

Außerdem kann die elektrische Starkstromenergie zur Speisung hochkerziger Abbaubeleuchtung ausgenutzt werden, in Strecken ortsfest, in Abbaubetrieben ortsveränderlich, Stärken 16–200 HK, Spannungen 65, 110 und 220 V.

Von der Hauptverteilung am Schacht, die sich in der Umformer- oder in der Pumpenkammer befindet, wird der elektrische Strom in Form von hochgespanntem Drehstrom (2000, 3000 oder 5000 V) durch das Hauptstreckennetz möglichst auf der Einziehsole an die Bauabteilungen herangeführt. Hierbei empfiehlt es sich, einen einheitlichen Kabelquerschnitt von 3×16 oder 3×25 mm zu wählen, damit eine möglichst einfache Energieverteilung unter Vermeidung abgesetzter Querschnitte erreicht wird, da jede Verminderung des Kabelquerschnittes einen besondern Schutz erfordern und dadurch die Zahl der notwendigen Verteilungsschaltanlagen unnötig erhöht würde. Überdies ist es allein aus Gründen der mechanischen Festigkeit vorteilhaft, mit der Bemessung des Kabelquerschnittes in nicht zu engen Grenzen zu bleiben, zumal da der Preis bei den geringen Querschnitten der Hochspannungsleitung nicht sonderlich ins Gewicht fällt. Auch mit Rücksicht auf Änderungen in der Betriebsanordnung und einer möglichen Erhöhung des Kraftverbrauchs insgesamt oder in einzelnen Abteilungen wird es zweckmäßig sein, von vornherein mit einer gewissen Aus Hilfsmöglichkeit zu rechnen. Als Hochspannungskabel werden mit Rücksicht auf ihre ortsfeste Verlegung nur eisenbandbewehrte Bleikabel ohne Juteumspinnung benutzt. Ihrer Verlegung muß besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Abweichend von den übertage üblichen Festschellen legt man sie in eiserne oder hölzerne Traghaken und befestigt diese im obern Drittel eines Streckenstoßes in Abständen von etwa 3 m. Hierbei ist dem Kabel, auf die Streckenlänge gerechnet, ein Durchhang von etwa 10% zu geben, damit beim Zubruchgehen von Streckenteilen den dabei auftretenden Zugbeanspruchungen begegnet wird.

Maschinen mit Leistungen über 100 kW, z. B. große Blindschachthaspel, können unmittelbar mit der zur Verfügung stehenden Hochspannung gespeist werden. Für kleinere Leistungen empfiehlt sich mit Rücksicht auf die Anlagekosten eine Transformierung auf eine niedrigere Betriebsspannung, die, wenn zugänglich, von vornherein entsprechend der vor Ort zu verwendenden, auf 220 V genormten Spannung bemessen wird. Je nach den Entfernungen und der Stärke der eingebauten Maschinenleistungen kann es sich allerdings empfehlen, für die Haspel und die Maschinen in den Abbaustrecken eine Mittelspannung von 380 oder 500 V vorzusehen, die besonders beim Vorhandensein von Förderbandantrieben Vorteile bietet.

Bei der Aufstellung der ölgefüllten Transformatoren ist es mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit zweckmäßig, möglichst wenige, dafür aber gut ausgenutzte Anlagen zu errichten. Daher sollte man, wenn nicht der Grad der Mechanisierung dem ent-

gegensteht, für jede Bauabteilung mit einer Transformatorstelle auszukommen suchen. Vielfach wird dieses Ziel auch bei verhältnismäßig hohem Grade der Mechanisierung durch Verwendung der erwähnten Mittelspannung zu erreichen sein. Allerdings ist der Transformatorleistung mit 320 kVA in der Regel eine Grenze gesetzt, weil die üblichen Streckenquerschnitte in den meisten Fällen die Beförderung größerer Transformatoren nicht erlauben. Die Transformatoren sowie die für ihre Bedienung notwendigen Ölschalter werden in feuersichern Kammern untergebracht. Für diesen Zweck wird man häufig Haspelkammern erweitern können; Haspelraum und Transformatorraum sind durch eine Halbschichtmauer mit eiserner Tür zu trennen. Aus Gründen der Sicherheit baut man in die Kammerfundamente Ölfangtrichter mit Kiesfilterabdeckung ein, deren Abflußrohre zu einem Ölsammelbecken führen.

Die Transformator-kammern nehmen außerdem die Anlagen für die Niederspannungshauptverteilung auf. Von dieser gehen die Niederspannungskabel zu den Stromverbrauchern bis vor Ort. Häufig ist auch noch die Zwischenschaltung einer Niederspannungsunterverteilung notwendig, und zwar z. B. dann, wenn ein im Blindschacht hochgeführtes Kabel der Versorgung von 2 Abbaustrecken und somit 2 Abbau betriebspunkten dient; dann braucht nicht bereits von der Hauptverteilung aus die Führung je eines besondern Kabels für jeden Streb vorgesehen zu werden. Die Belastungen der Kabel und die zu überwindenden Entfernungen werden im Zusammenhang mit den Anlagekosten jeweils den Ausschlag geben, ob das eine oder andere vorzuziehen ist. Die Niederspannungskabel werden in den Blindschächten und Abbaustrecken als eisenbandbewehrte Bleikabel nach denselben Gesichtspunkten wie die Hochspannungskabel verlegt. Schienenkasten mit aufgebauten Motorschaltern dienen als Abzweige von den Kabeln zu den in ihrem Zuge liegenden Stromverbrauchern, wie Kleinwasserhaltungen, Zughaspeln, Streckenhaspeln, Luttenventilatoren, Förderbandantrieben usw. Hierdurch erübrigt sich die Errichtung von kostspieligen und unübersichtlichen Verteilungsschaltanlagen sowie die Parallelführung mehrerer Kabel. Der auf den Schienenkasten aufgebaute Motorschutzschalter übernimmt dabei auch die Absicherung der Abzweigleitung und des Motors, so daß sich besondere Abzweigschalter erübrigen. Hier sei erwähnt, daß bei allen im Niederspannungsnetz außerhalb der Transformator-kammer liegenden Vorrichtungen kein Öl verwandt wird, sondern der Schlagwetterschutz, ebenso wie bei den Motorschleifringen, durch druckfeste Kapselung erfolgt. Das bewehrte Streckenkabel endigt in einem sogenannten Streckenendschaltkasten, der die Aufgabe hat, das von ihm ausgehende Strebkabel abschaltbar zu machen und zu schützen. Dieses ist mit Rücksicht auf die Beweglichkeit und auf das ständige Vorrücken des Abbaus ein Gummischlauchkabel. Damit man den Streckenendschalter nur in größern Zeitabständen zu versetzen braucht, rollt man in der Abbaustrecke zunächst 50 m dieses Gummischlauchkabels zu einem Ring auf. Nach seiner Abrollung wird der Streckenendschaltkasten vorgesetzt und das bewehrte Kabel nachgeführt. Es hat sich als praktisch erwiesen, das bewehrte Streckenkabel in Einzellängen von 100 m zu unterteilen und beim Vorführen ein über das andere Mal jeweils 50 m eben-

falls zu einem Ring aufzurollen. Die einzelnen Längen der bewehrten Kabel werden durch Muffen verbunden.

Die Energieverteilung in den Abbaubetrieben selbst hat in den letzten Jahren grundlegende Wandlungen erfahren. Vor einigen Jahren waren z. B. für 4 im Streb eingesetzte Maschinen in der Strecke eine fünffeldrige Verteilungsanlage und somit im Streb 4 Kraftkabel und bei Abbaubeleuchtung außerdem 1 Beleuchtungskabel erforderlich. Außerdem benötigte jede Maschine noch einen besondern Anlaßschalter. Abgesehen davon, daß diese Anordnung teuer war, mußte noch die Schwierigkeit der Unterbringung und Umlegung der zahlreichen Kabel und Anlaßschaltkasten im Streb in Kauf genommen werden. Heute genügen ein einziges Kraftkabel für jeden Streb zur Speisung der Maschinen und ein Kabel für die Beleuchtung. Die Verteilung vom Kraftkabel zu den einzelnen Maschinen erfolgt in einfacher Weise durch T-Abzweige, die mit Hilfe elektrisch verriegelter Steckvorrichtungen je nach Bedarf alle 30 bis 50 m in das Kraftkabel eingeschaltet werden können. Zur Absicherung des Kraftkabels genügt an Stelle der umständlichen Verteilungsanlage der sogenannte Streckenendschaltkasten, der mit Überstrom- und Spannungsrückgangs-Schnellauslöser ausgerüstet ist. Die Absicherung der einzelnen Motoren mit Ausnahme des Schrämmotors erfolgt in Verbindung mit den Anlaßschaltern. Die Schrämmotoren können neuerdings in der Maschine selbst durch thermische Auslöser, die bei Überlastung den Hilfsstromkreis des Spannungsrückgangsauslösers unterbrechen, abgesichert werden. Im übrigen ist der Schrämmotor so reichlich bemessen, daß man den Streckenendautomaten für die ganze Strebbelastung einzustellen vermag, ohne dadurch den Schrämmotor in unvorschriftsmäßiger Weise zu übersichern. Die Absicherung des Beleuchtungskabels geschieht dagegen unabhängig durch einen getrennten Schalter. Hierdurch wird erreicht, daß die Abbaubeleuchtung bei Ansprechen des Automaten infolge von Überlastung der Motoren unbeeinflusst bleibt.

Diese vereinfachte Strebverteilung durch Einschaltung der Stecker-T-Abzweige hat erst die elektrische Verriegelung der Steckvorrichtungen ermöglicht. Sie ist wesentlich einfacher als die früher übliche Schalterverriegelung und wird durch fünfpolige Ausführung der Steckvorrichtung erreicht sowie dadurch, daß das Kabel außer dem vierten Erdleiter einen fünften Hilfsleiter enthält. Diese beiden Leiter führen über den Spannungsrückgangs-Schnellauslöser einen schwachen Hilfsstrom. Der Auslöser bringt, sobald der Hilfsstrom durch Ziehen einer Steckvorrichtung oder durch Beschädigung des Kabels unterbrochen wird, den Streckenendschalter zur Auslösung, und zwar vor der Unterbrechung der Hauptphasen. Einer der Hilfsstecker ist zu diesem Zwecke kürzer gehalten als die übrigen. Die Kraftkontakte können infolgedessen nur in strom- und spannungslosem Zustande betätigt werden. Ein Hilfsschalter im Streckenendschaltkasten macht beim Ansprechen des Automaten auch den Hilfsstromkreis spannungslos, so daß bei gezogener Steckvorrichtung keine spannungsführenden Teile vorhanden sind.

Die Vorteile dieser vereinfachten Strebverteilung sind mannigfaltig und die Anlagekosten nicht unerheblich geringer. Die Unterbringung und das Umlegen

der Kabel einschließlich der Verteilungsanlagen sind wesentlich einfacher. Das Kraftkabel selbst bleibt während des Betriebes fest liegen. Die zu den ortsbeweglichen Maschinen, wie Schrämmaschinen, führenden Schleppkabel, die durch Schleifen auf dem Liegenden und durch Biegungsbeanspruchungen einen betriebsmäßigen Verschleiß erleiden, haben lediglich eine Länge von etwa 15 m. Sie werden je nach dem Standort der Maschine an den betreffenden Kupplungsstellen des Kraftkabels angeschlossen. Bei der früheren Anordnung, bei der jede Maschine ihr besonderes Zuführungskabel hatte, diente dieses dagegen in der ganzen Länge als Schleppkabel.

Infolge der geschilderten Neuerungen gleicht sich die elektrische Energieübertragung in ihrer Einfachheit dem Druckluftbetriebe an. Hierauf ist es auch zurückzuführen, daß die Belegschaft schon nach kurzer Zeit mit der Handhabung und Bedienung der elektrischen Einrichtungen genau so vertraut wird wie beim Druckluftbetriebe.

Hier sei noch auf einen andern Punkt hingewiesen. Es ist von einer Seite die Forderung aufgestellt worden, mehr oder weniger überall im Kabelnetz eine Schaltvorrichtung und einen Schienenkasten dort vorzusehen, wo das Preßluftrohrnetz einen Schieber und ein Abschluß- oder Anschlußventil aufweist. Eine solche schematische Übertragung im Preßluftbetrieb üblicher Maßnahmen auf den elektrischen Betrieb erscheint jedoch angesichts der unterschiedlichen Eigenschaften von Preßluft und Elektrizität nicht als gerechtfertigt. Tritt in der Rohrleitung einer Abbaustrecke oder eines Strebs eine größere Rohrdichtigkeit auf, so muß man diesen Teil der Rohrleitung absperren, um durch den eintretenden Luftverlust nicht den Betrieb benachbarter Abteilungen zu gefährden. Der Kurzschluß in einem Kabel ruft jedoch infolge automatischer Abschaltung des Stromes keinerlei Energieverluste hervor; der schadhafte Kabelteil kann am nächsten Schienenkasten abgeklemmt werden, der Betrieb der übrigen Abteilungen nimmt seinen Fortgang und die Ausbesserung des Schadens kann beginnen. Die zahlreichen Anschlußventile einer Preßluftleitung dienen in der Regel der Möglichkeit eines schnellen Anschlusses von Bohr- oder Abbauhämmern zum Zwecke der Vornahme von Instandsetzungsarbeiten. Diese schlagend wirkenden Werkzeuge fallen für den elektrischen Betrieb ohnehin aus, zudem wäre es leicht, eine größere Anzahl von Schienenkasten einzubauen und z. B. statt Verbindungsmuffen Schienenkasten vorzusehen, deren Preis nur etwa 50% über dem der Verbindungsmuffen liegt. In der Regel besteht jedoch eine solche Notwendigkeit nicht, so daß die Zahl der Schalt- und Anschlußeinrichtungen des Kabelnetzes weit geringer sein kann als die Zahl der entsprechenden Vorrichtungen im Rohrleitungsnetz.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen an Hand von Beispielen.

Nach Erörterung der grundlegenden Fragen wird nachstehend die Wirtschaftlichkeit des Preßluftbetriebes und des gemischten Betriebes bei einer bestehenden und bei vier angenommenen Schachtanlagen eingehender untersucht.

Zeche Minister Stein.

Die Zeche Minister Stein hat als erste des Ruhrbezirks Versuche mit elektrisch angetriebenen

Maschinen vor Ort angestellt. Um die Mitte des Jahres 1930 waren 3 $\frac{1}{2}$ Reviere elektrisch ausgestaltet, deren Förderung sich auf etwa 20–25 % der Gesamtförderung belief. Anfang 1929 betrug dieser Satz 10 %, im Durchschnitt des Jahres 1928 etwa 5 %. Angesichts der zunehmenden Verwendung von Elektrizität auf dieser Zeche lag es nahe, für sie einen Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Preßluft- und gemischtem Betriebe durchzuführen. Da eine Anzahl von Untersuchungen und Messungen zu Beginn des Jahres 1929 vorgenommen worden sind, erschien es als zweckmäßig, die Betriebsverhältnisse des Jahres 1928 zugrunde zu legen, die insofern von den heutigen erheblich abweichen, als die Betriebszusammenfassung weiter fortgeschritten ist und die Förderung je Abbaubetriebspunkt heute höher liegt als damals.

Betriebsverhältnisse.

Die Zeche Minister Stein förderte im Jahre 1928 aus der obern Fettkohlengruppe (Flöze Ernestine, Röttgersbank, Otto, Rudolf und Wilhelm) rd. 1,44 Mill. t, wovon 60 % aus Flözen mit einem Einfallen von 0–10°, 34 % aus Flözen mit 10–25° und die restlichen 6 % aus Flözen mit 25–35° stammten. Die flache Lagerung herrschte also durchaus vor. Das Abbauverfahren war streichender Strebbau. Für die Hereingewinnung fanden fast ausschließlich Abbauhämmer Verwendung, auf die 97,99 % der Förderung entfielen; insgesamt standen 1055 Abbauhämmer in Betrieb. Der Rest der Förderung von 2,61 % wurde durch Hand- und Schießarbeit gewonnen. An Abbaubetriebspunkten waren in 16 Steigerabteilungen 48 vorhanden. Die Förderung je Abbaubetriebspunkt belief sich somit im Jahresdurchschnitt einschließlich der beim Abbaustreckenvortrieb und bei Vorrichtungsarbeiten gewonnenen Kohle auf 1440000 : 48 = rd. 30000 t oder arbeitstäglich etwa 100 t. Da Förderwagen von 750 l verwandt wurden, deren Inhalt an verwertbarer Förderung 665 kg beträgt, waren für die Verladung von 100 t annähernd 150 Wagen erforderlich, und der geförderten Kohlenmenge entsprach eine Bergemenge von arbeitstäglich etwa 100 Wagen.

Die Abbauförderung erfolgte mit Ausnahme weniger Betriebe, die feste Rutschen verwenden konnten, durch Schüttelrutschen. Die gesamte in Betrieb befindliche Rutschenlänge betrug 8000 m, wovon 800–1000 m auf Vorrichtungsbetriebe entfielen. Als durchschnittliche Streblänge ergaben sich somit 150 m. Die tatsächliche Streblänge war jedoch bei den meisten Streben 160–180 m, während der Rest eine Länge von 70–90 m aufwies. An Rutschenmotoren waren an Abbaubetriebspunkten 83 eingesetzt, davon je 2 in den langen Streben und je einer in den kurzen Streben. Die auf einen Rutschenmotor entfallende Rutschenlänge belief sich somit auf etwa 80 m. In den Vorrichtungsbetrieben befanden sich 13 Rutschenmotoren, während 13 zur Aushilfe dienten.

Als Streckenfördermittel wurden Streckenhaspel benutzt, von denen einschließlich einer Anzahl von Zug- und Verschiebehaspeln 225 in Betrieb standen. Die Bremsförderung fand ausschließlich durch 57 Blindschächte und die entsprechende Anzahl von Haspeln statt. An sonstigen kraftverbrauchenden Maschinen und Einrichtungen sind noch zu nennen

142 Bohrhämmer, 11 ungesteuerte Gegenzylinder, 14 Bergehochkipper, 9 Pumpen der Sonderwasserhaltung, 35 Luftventilatoren und 90 Düsen.

Preßluftbetrieb.

Das Rohrleitungsnetz der Zeche wies eine Gesamtlänge von 57 km auf bei einem durchschnittlichen Durchmesser von 121 mm. Aus der Zahlentafel 6 ist seine Zusammensetzung im einzelnen zu ersehen. Die Rohroberfläche errechnet sich zu 17851 m², der Rohrinhalt zu 649 m³.

Zahlentafel 6. Niederdruckluftleitungsnetz der Zeche Minister Stein im Jahre 1928.

Druckluftleitung		Anlagekosten	
Dmr. mm	Länge m	€/m	insges. ₰
25	1 550	1,60	2 480
50	13 678	2,41	32 964
80	21 119	4,04	85 321
100	11 863	4,57	54 214
125	330	7,70	2 541
150	470	9,90	4 653
200	2 930	19,01	55 703
250	3 021	26,33	79 535
300	1 280	38,74	49 581
350	705	41,63	29 352
im Mittel 121	56 946	im Mittel 6,96	396 344

Da die Elektrifizierung 1928 erst einen geringen Umfang aufwies und infolgedessen noch keine nennenswerte Beeinflussung des Rohrleitungsnetzes hinsichtlich einer Verringerung der Querschnitte stattgefunden hatte, kann dasselbe Leitungsnetz auch unter der Voraussetzung des Preßluftantriebs aller Maschinen zugrunde gelegt werden. Die Zubehörteile des Netzes, also Armaturen, Schrauben, Dichtungen, Wasserabscheider, Rohraufhängevorrichtungen und Anschlußschläuche, sind nach Menge und Wert der Zechenkartei entnommen und in der Zahlentafel 7

Zahlentafel 7. Menge und Wert der Zubehörteile des Rohrleitungsnetzes.

	Anzahl betrieben	Anlagekosten	
		je Stück ₰	insges. ₰
Armaturen	2 097	10,00	20 970
Schrauben	53 000	0,09	4 771
Dichtungen	9 374	0,05	469
Schläuche m	23 697	3,05	72 275
Wasserabscheider . .	35	70,00	2 450
Rohraufhängungen . .	12 000	1,00	12 000
	—	—	112 935

wiedergegeben. Demnach beliefen sich die Anlagekosten des Rohrleitungsnetzes einschließlich Zubehör auf 509279 ₰, eine Summe, die nach den Sätzen der Zahlentafel 8 einen Kapitaldienst von 107898 ₰ erforderte.

Für die Unterhaltung des ganzen Preßluftbetriebes untertage wurden 45 Schlosserschichten je Arbeitstag zu 7,60 ₰ verfahren. Die Werkstattlöhne beliefen sich auf 11664 ₰ und die Ausgaben für Aufsicht (1 Maschinensteiger und 1 Aufseher) auf 9620 ₰. Die Kosten für Unterhaltung und Wartung betragen daher zusammen:

Schlosserlöhne untertage	45 · 300 · 7,60 . . .	102600
Werkstattlöhne		11664
Aufsicht des Maschinenbetriebes		9620
		zus. 123884

Für Laufzeit und Kraftverbrauch der einzelnen Maschinen wurden die im folgenden angegebenen Werte gewählt.

An Rutschenmotoren standen einfach- und doppelwirkende Maschinen von 320 und 350 mm Zylinderdurchmesser in Anwendung. Ihr Preßluftverbrauch wurde im Durchschnitt zu 275 m³ je h Laufzeit und diese zu 9 h ermittelt. Einen Teil davon unterstützten ungesteuerte Gegenzyylinder, deren Luftverbrauch, hauptsächlich infolge von Undichtigkeitsverlusten, etwa 15 m³ je h betrug. Wegen seiner Geringfügigkeit soll er jedoch nicht besonders auf-

Zahlentafel 8. Jahreskosten des reinen Preßluftmaschinenbetriebes auf der Schachanlage Minister Stein.

Gegenstand	Anzahl		Luftverbrauch		Anlagekosten		Kosten			Gesamtkosten		
	vor- han- den	be- trie- ben	Menge m ³ a. L.	Kosten ¹ M	Stück St	insges. M	für Tilgung und Verzinsung M	für Ersatz- teile M	zus. M	M	Pf./t	%
Haspel, große, Abbau . . .	49	47	25 380 000	76 140	2300	112 700	24 005	11 270	35 275	111 415	7,7	9,88
„ „ Vorricht.	10	10	1 800 000	5 400	2300	23 000	4 899	2 300	7 199	12 599	0,9	1,12
„ kleine	235	225	11 812 500	35 438	1200	282 000	69 767	28 200	97 967	133 405	9,3	11,83
Rutschenmotoren, Abbau . . .	97	83	61 627 500	184 884	474	45 978	11 375	9 196	20 571	205 455	14,3	18,22
„ „ Vorricht.	15	13	4 680 000	14 040	474	7 110	1 759	1 422	3 181	17 221	1,2	1,53
Gegenzyylinder, Abbau . . .	28	11	—	—	169	4 732	1 171	473	1 644	1 644	0,1	0,15
Pumpen	11	9	1 620 000	4 860	614	6 754	1 671	405	2 076	6 936	0,5	0,62
Ventilatoren	41	35	22 680 000	68 040	335	13 735	4 107	2 060	6 167	74 207	5,2	6,58
Düsen	127	90	12 393 000	37 179	10	1 270	185	—	185	37 364	2,6	3,31
Bohrhämmer	154	142	2 556 000	7 668	106	16 324	6 285	2 449	8 734	16 402	1,1	1,45
Abbauhämmer	1076	1055	28 485 000	85 455	86	92 536	51 450	13 880	65 330	150 785	10,4	13,39
Undichtigkeiten (0,27 m ³ /m ² Rohroberfl.)	—	—	42 690 300	128 071	—	—	—	—	—	128 071	8,9	11,35
zus.	—	—	215 724 300	647 175	—	606 139	176 674	71 655	248 329	895 504	62,2	79,43
Rohrleitung und Zubehör	—	—	—	—	—	509 279	107 898	—	107 898	107 898	7,5	9,58
Löhne und Aufsicht für Unterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	123 884	—	10,99
insges.	—	—	215 724 300	647 175	—	1 115 418	284 572	71 655	356 227	1 127 286	78,3	100

¹ 0,30 Pf./m³ a. L.

geführt, sondern es soll angenommen werden, daß er beim Luftverbrauch des eigentlichen Rutschenmotors eingeschlossen ist. Für die in der Vorrichtung eingesetzten Rutschenmotoren verringert sich die Laufzeit auf etwa 6 h und der Druckluftverbrauch auf 200 m³ a. L. Insgesamt ergibt sich also für die Rutschenmotoren ein jährlicher Luftverbrauch von

$$\begin{aligned} & \text{m}^3 \text{ a. L.} \\ & 83 \cdot 275 \cdot 9 \cdot 300 = 61\,600\,000 \\ & 13 \cdot 200 \cdot 6 \cdot 300 = 4\,680\,000 \\ & \text{zus. } 66\,280\,000 \end{aligned}$$

Die Streckenhaspel weisen einen Luftverbrauch von 350 m³/h und eine Laufzeit von 0,5 h auf, woraus sich ein jährlicher Luftverbrauch von 225 · 350 · 0,5 · 300 = 11 800 000 m³ ergibt.

Für Blindschachthaspel stehen Motoren von 200–250 mm Zylinderdurchmesser und 3000 mm Hublänge in Betrieb. Je nach der Höhe der Schächte und ihrer Belastung schwanken Luftverbrauch und Laufzeit innerhalb erheblicher Grenzen. Im großen Durchschnitt wird jedoch ein Luftverbrauch von 1800 m³/h und eine tägliche Laufzeit von 1,0 h/Motor erreicht. Für die der Aus- und Vorrichtung dienenden Haspel verringern sich diese Werte auf 1200 m³/h und 0,5 h. Der Gesamtluftverbrauch der Haspel stellt sich somit auf

$$\begin{aligned} & \text{m}^3 \text{ a. L.} \\ & 47 \cdot 300 \cdot 1800 \cdot 1,0 = 25\,380\,000 \\ & 10 \cdot 300 \cdot 1200 \cdot 0,5 = 1\,800\,000 \\ & \text{zus. } 27\,180\,000 \end{aligned}$$

Die Laufzeit der bei der Gewinnung eingesetzten Abbauhämmer beläuft sich auf 2,1 h, da jeder Hauer mit einem eigenen Hammer ausgerüstet ist, die Hämmer also nur einschichtig arbeiten. Diese Laufzeit kann man jedoch nicht für die Gesamtzahl der auf der Zeche in Betrieb befindlichen Hämmer einsetzen, weil ein Teil bei Unterhaltungs- und sonstigen Arbeiten Verwendung findet, die eine geringere Beanspruchung dieser Werkzeuge mit sich bringen. Im Durchschnitt ist daher je Hammer nur mit einer Laufzeit von 1,8 h und einem Luftverbrauch von 50 m³/h zu rechnen. Der Jahresluftbedarf der Abbauhämmer beträgt demnach 1055 · 50 · 1,8 · 300 = 28 485 000 m³.

Die Bohrhämmer sind durchschnittlich 1 h in Betrieb. Bei einem Luftverbrauch von 60 m³ a. L./h stellt sich ihr Jahresluftbedarf auf 142 · 60 · 1,00 · 300 = 2 556 000 m³.

Die Laufzeit der Pumpen beträgt unter Berücksichtigung der Sonn- und Feiertage bei den geringen Wasserzuflüssen der Zeche Minister Stein nur 1,5 h je Arbeitstag. Ihr Luftverbrauch wurde zu 400 m³/h ermittelt, so daß sich ein jährlicher Luftverbrauch von 9 · 400 · 1,5 · 300 = 1 620 000 m³ ergibt.

Der Sonderbewetterung dienen Luttenventilatoren und Düsen, und zwar ist eine Regelung in der Weise getroffen, daß an Arbeitstagen die Ventilatoren und ein Teil der Düsen gleichzeitig in Betrieb stehen, während an Sonn- und Feiertagen die Luttenventilatoren durch Düsen ersetzt werden. Die mittlere Düsenbetriebszeit je Arbeitstag läßt sich wie folgt ermitteln:

	Düsenstunden
35 · 24 · 65 (Tage) =	54 600
55 · 24 · 300	= 396 000
90	450 600

$\frac{450\,600}{27\,000} = \text{rd. } 17$ Düsenbetriebsstunden je Arbeitstag.

Da man einen Luftverbrauch je Düse und Stunde von 27 m^3 und je Luttenventilator und Stunde von 90 m^3 annehmen kann, ergibt sich ein Gesamtpreßluftverbrauch der Sonderbewetterung von m^3 a. L.

35 · 24 · 90 · 300 =	22 680 000
90 · 17 · 27 · 300 =	12 393 000
zus.	35 073 000

Die mittlere Ventilatorleistung errechnet sich unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Betriebszahlen bei einer Wetterleistung von $35 \text{ m}^3/\text{min}$, einem statischen Druck von 43 mm W.-S. , dem mechanischen Wirkungsgrad $0,8$ und dem Liefergrad

$$0,7 \text{ zu } N = \frac{35 \cdot 43 \cdot 0,736}{60 \cdot 0,8 \cdot 0,7} = 0,44 \text{ kW.}$$

Der Luftverbrauch der Bergehochkipper und der Aufschiebevorrichtungen erreicht, da eine verhältnismäßig geringe Stückzahl in Betrieb stand, nur einige $100\,000 \text{ m}^3$ und mag daher unberücksichtigt bleiben.

Die Undichtigkeitsverluste konnten nur mit annähernder Genauigkeit bestimmt werden; sie beliefen sich bei einem Betriebsdruck von $6,1 \text{ atü}$ im Jahresmittel auf $42\,690\,300 \text{ m}^3$ a. L. oder bei einer Rohroberfläche von $17\,851 \text{ m}^2$ auf $\frac{42\,690\,300}{17\,851 \cdot 365 \cdot 24} = 0,273 \text{ m}^3$ a. L. je m^2 Rohroberfläche und h.

Der gesamte Jahresluftverbrauch der Anlage verteilt sich somit wie folgt:

	m^3 a. L.	%
Blindschachthaspel . . .	27 180 000	15,71
Streckenhaspel	11 812 500	6,83
	38 992 500	
Rutschenmotoren	66 307 500	38,32
Pumpen	1 620 000	0,94
Ventilatoren	22 680 000	13,11
Düsen	12 393 000	7,16
Abbauhämmer	28 485 000	16,45
Bohrhämmer	2 556 000	1,48
	173 034 000	100,00
Verluste	42 690 300	
	215 724 300	

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß unter Berücksichtigung der auf die einzelnen Kraftverbraucher entfallenden Leitungsverluste die schlagend wirkenden Maschinen, die Bohr- und Abbauhämmer, nur etwa 18% , die durch drehende Bewegung angetriebenen Maschinen dagegen 82% des Gesamtluftverbrauchs beanspruchen. Von den einzelnen Maschinenarten stehen hinsichtlich der Höhe des Kraftverbrauches die Rutschenmotoren an erster Stelle. Es folgen die Abbaustrecken- und Blindschachtfördermittel, darauf die Sonderbewetterung. Die letzte Stelle nehmen Bohrhämmer und Pumpen ein.

Für die Bemessung der Kosten, die der Kraftverbrauch verursacht, nehme ich drei verschiedene Preise $0,3$, $0,26$ und $0,22$ Pf. je m^3 a. L. an, um den Einfluß der wechselnden Preßluftpreise auf die Maschinenbetriebskosten zu zeigen. Die Preßluft-

kosten betragen demnach bei einem Preise von $0,3 \text{ Pf./m}^3$ a. L. $647\,175 \text{ M.}$, bei $0,26 \text{ Pf.}$ $560\,885 \text{ M.}$ und bei $0,22 \text{ Pf.}$ $474\,594 \text{ M.}$

Als letzte Kostenarten verbleiben die Anlagekosten der insgesamt vorhandenen Maschinen, ihr Kapitaleinsatz sowie die Ersatzteilkosten der in Betrieb befindlichen Maschinen. Die Anlagekosten belaufen sich auf $606\,139 \text{ M.}$ und erfordern einen Kapitaleinsatz von $176\,674 \text{ M.}$, während für Ersatzteile jährlich $71\,655 \text{ M.}$ ausgegeben werden.

Die Anlagekosten des Preßluftmaschinenbetriebes betragen nach der Zahlentafel 8 insgesamt $1\,115\,418 \text{ M.}$, eine Summe, von der $54,34\%$ auf die Maschinen einschließlich Düsen und $45,66\%$ auf das Rohrleitungsnetz einschließlich Zubehör und Anschlußschläuche entfallen.

Die jährlichen Betriebskosten setzen sich somit aus folgenden Kostenarten zusammen:

	Insges. M.	Pf./t	%
Kapitaleinsatz:			
Maschinen	176 674	12,26	15,67
Rohrleitungsnetz	107 898	7,49	9,57
Ersatzteile	71 655	4,97	6,36
Kraftkosten bei $0,3 \text{ M./m}^3$ a. L.	647 175	44,94	57,41
Unterhaltung und Wartung (Lohnkosten)	123 884	8,60	10,99
zus.	1 127 286	78,27	100,00

Die Gesamtbelastung je t Jahresförderung beträgt demnach beim reinen Preßluftbetrieb auf der Zeche Minister Stein $0,78 \text{ M.}$. Bemerkenswert ist dabei die Verteilung auf die einzelnen Kostenarten, aus der hervorgeht, daß nahezu 60% auf die Kraftkosten nur 25% auf den Kapitaleinsatz, der Rest auf Überwachung und Unterhaltung entfallen.

Gemischter Betrieb.

Der gemischte Betrieb auf der Zeche Minister Stein, der für die vorliegende Untersuchung als auf der Gesamtanlage bestehend angenommen werden soll (Zahlentafel 9), ist dadurch gekennzeichnet, daß Preßluft lediglich für die Abbauhämmer, die Bohrhämmer und die Düsen verwendet wird, während bei allen andern in Betracht kommenden Maschinen der elektrische Antrieb an die Stelle des Preßluftantriebes tritt. Man könnte auch noch die Düsen durch elektrische Luttenventilatoren ersetzen, jedoch ist dies bei der vorliegenden Berechnung nicht berücksichtigt worden, weil auch die Zeche Minister Stein in den elektrisch eingerichteten Abteilungen Düsen verwendet und das Preßluftnetz infolge der ausgedehnten Verwendung von Abbauhämmern im Flözbetriebe ohnehin die gleiche Ausdehnung behält wie bei ausschließlicher Verwendung von Preßluft, die Benutzung von Düsen also auf keine besonderen Schwierigkeiten stößt.

In der Organisation von Abbau und Vorrichtung und somit auch hinsichtlich der Zahl der im Betrieb und als Aushilfe benötigten Maschinen ändert sich nichts beim gemischten Antrieb im Vergleich zum reinen Preßluftantrieb. Eine erhebliche Änderung erfährt dagegen das Preßluftnetz insofern, als die Rohrleitungen infolge des weit geringern Luftverbrauches enger bemessen werden können. Während sich beim Preßluftantrieb aller Maschinen der mittlere Durchmesser der Rohrleitung auf 121 mm belaufen

werden mögen, so daß bei gemischtem Betriebe ein jährlicher Verbrauch an elektrischem Strom von 1490550 kWh zu verzeichnen ist.

Stromverbrauch der Maschinen beim gemischten Betriebe.

	kWh
Blindschachthassel der Abbaubetriebe, 47 · 22 · 1,0 · 300	310 200
Blindschachthassel in Vorrichtungsbetrieben, 12 · 15 · 0,5 · 300	22 500
Rutschenmotoren im Abbau, 83 · 3,1 · 9 · 300	694 710
Rutschenmotoren in Vorrichtungsbetrieben, 13 · 2,2 · 7 · 300	60 060
Streckenhaspel, 225 · 4 · 0,5 · 300	135 000
Pumpen, 9 · 4,5 · 1,5 · 300	18 225
Lüftventilatoren, 35 · 0,4 · 24 · 300	100 800
Verbrauch der Maschinen	1 341 495
Stromverluste (10%)	149 055
insges.	1 490 550

Bei der Berechnung der Kraftkosten seien, ähnlich wie beim reinen Preßluftbetrieb für Luft, drei verschiedene Strompreise berücksichtigt, und zwar entsprechen den Luftpreisen von 0,30, 0,26 und 0,22 Pf. je m³ a. L. Strompreise von 2,88, 2,496 und 2,112 Pf. je kWh. Für diese Preissätze stellen sich die Kraftkosten wie folgt:

	₤	₤	₤	%
Elektrizität	42 929	37 205	31 479	19,15
Preßluft	181 286	157 115	132 943	80,85
zus.	224 215	194 320	164 422	100,00

Die Kraftkosten betragen also beim gemischten Betrieb nur etwa ein Drittel von dem entsprechenden Werte beim reinen Preßluftbetriebe. Bemerkenswert ist dabei, daß von der erheblich kleiner gewordenen Gesamtsumme der Kraftkosten der Hauptteil auf die Preßluftkosten des Restluftbetriebes entfällt, während die Stromkosten, obgleich der weitaus größte Teil der Kraftverbraucher durch Elektrizität angetrieben wird, nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Anlagekosten, die nach Angaben der Zeche und den für 1928 geltenden Preisen festgestellt worden sind, erhöhen sich dagegen beim gemischten Betriebe auf 1,9 Mill. ₤ und liegen damit um rd. 0,8 Mill. ₤ höher als beim reinen Preßluftbetriebe. An diesem Betrage sind der Strom- und der Preßluftbetrieb im Verhältnis von 4 : 1 beteiligt, wie die nachstehende Zusammenstellung zeigt.

	₤	%
Elektrische Maschinen	1 108 150	57,71
Kabelnetz und Zubehör	441 153	22,97
Preßluftmaschinen	110 130	5,74
Rohrleitungsnetz und Zubehör	260 857	13,58
zus.	1 920 290	100,00

Der durch diese Summe bedingte jährliche Kapitaldienst beläuft sich auf 397680 ₤, wovon rd. 70% auf den elektrischen Betrieb und 30% auf den Restluftbetrieb entfallen.

Erheblich geringer (53836 ₤) sind die Kosten für Ersatzteile, während an Lohnkosten für Unterhaltung und Wartung eine etwas höhere Summe als beim reinen Preßluftbetriebe eingesetzt werden soll, nämlich 165884 ₤.

Insgesamt gliedern sich die Kosten demnach wie folgt:

	₤	%	₤/t
Kapitaldienst	397 680	47,26	0,276
Kraftkosten bei Preisen von 0,3 Pf./m ³ a. L. und 2,88 Pf./kWh	224 215	26,64	0,156
Ersatzteile	53 836	6,39	0,037
Lohnkosten für Unterhaltung und Wartung	165 884	19,71	0,115
	841 615	100,00	0,583

Einem Gesamtkostenbetrag von 1127324 ₤ beim reinen Preßluftbetrieb steht somit ein Betrag von 841 615 ₤ beim gemischten Betrieb gegenüber, so daß eine jährliche Ersparnis zugunsten des gemischten Betriebes von 285709 ₤ eintritt. Die Belastung je t stellt sich beim gemischten Betrieb auf 0,58 ₤ gegenüber 0,78 ₤ beim Preßluftbetrieb. Die auf der Zeche Minister Stein durch Einführung der Elektrizität je t Förderung erzielte Ersparnis errechnet sich also bei den genannten Energiepreisen zu 0,20 ₤.

Beachtenswert ist das beim gemischten Betrieb gegenüber dem Preßluftbetrieb gänzlich verschiedene Bild der Beteiligung der Kostenarten an den Gesamtkosten. Die Kraftkosten sind auf fast 1/3 gesunken und nehmen mit 15,5 Pf. nur 1/4 der Gesamtkosten ein, während der Kapitaldienst auf 1/2 der Gesamtkosten angewachsen ist, obgleich seine Steigerung zahlenmäßig nur 8 Pf. beträgt. Das restliche Viertel entfällt auf Unterhaltung und Wartung, wobei die höhern Lohnkosten durch geringere Ersatzteilkosten teilweise wieder ausgeglichen werden.

Schachanlage A, mittlere Betriebszusammenfassung mit Schrämbetrieb.

Die der vorstehenden Wirtschaftlichkeitsberechnung zugrunde gelegten Betriebsverhältnisse der Zeche Minister Stein kennzeichnen eine Schachanlage, deren Betriebszusammenfassung etwa der des Durchschnitts der Ruhrzechen im Jahre 1928 entsprochen hat. Heute hält die genannte Zeche wie zahlreiche andere Anlagen des Ruhrbezirks ihre Förderung aus einer weit geringern Anzahl von Betriebspunkten mit erheblich größerer Förderung je Betriebspunkt aufrecht. Während die Durchschnittsförderung je Streb auf der Zeche Minister Stein im Jahre 1928 noch etwa 100 t betrug, beläuft sie sich heute in zahlreichen Streben des Bezirks bereits auf 200, 300, ja 400 t und mehr. Dazu kommt, daß sich auf der Zeche Minister Stein die Mechanisierung damals auf die Verwendung von Abbauhämmern beschränkte, so daß Schrämmaschinen mit ihrem hohen Kraftverbrauch und der Möglichkeit des elektrischen Antriebs nicht berücksichtigt werden konnten. Es erscheint daher als zweckmäßig, die Wirtschaftlichkeit von Preßluft- und gemischtem Betrieb auch bei Anlagen mit einem höhern Grade der Betriebszusammenfassung und der Mechanisierung zu vergleichen. Zur Vereinfachung der Rechnung empfiehlt es sich hierbei, nicht eine vorhandene Zeche, sondern eine Schachanlage mit angenommenen Verhältnissen zugrunde zu legen, und zwar soll zunächst ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Preßluft- und gemischtem Betrieb für eine Schachanlage mit mittlerer Betriebszusammenfassung und Schrämbetrieb durchgeführt werden, wie sie Müller in seinem oben angeführten Aufsatz für flache Lagerung zugrunde gelegt hat.

Betriebsverhältnisse.

Die Schachanlage verfügt über ein Grubenfeld von 4000 · 6600 m Größe, in dem die 1,20 m mächtigen Flöze in regelmäßigem Abstand voneinander gelagert sind und mit durchschnittlich 10⁰ einfallen. Als Sohlenabstand sind 100 m angenommen, was einer flachen Bauhöhe von je 575 m entspricht. Diese ist in vier einschließlich der Abbaustrecken 144 m hohe Streben eingeteilt. Der Abstand der Abteilungsquerschläge beträgt 600 m, so daß sich bei zwei-flügeligem Betrieb eine streichende Abbaulänge von jeweils 300 m ergibt. Auf jeden Abteilungsquerschlag entfallen 7 · 4 Aufbrüche, von denen gleichzeitig 4 zum Abbau zweier Flöze mit einem Kohleninhalt von zusammen 631 360 m³ notwendig sind. Wird je Streb eine Tagesförderung von 210 t Kohle, entsprechend einem Abbaufortschritt von rd. 1 m, erzielt, so sind zur Erreichung einer Tagesförderung von 5000 t 25 Streben und somit zwei Gruppen zu je 4 Aufbrüchen mit 12–13 Streben je Aufbruchgruppe erforderlich. Hinsichtlich der Aufbrüche ist zu bemerken, daß sie bei Verwendung von Förderwagen mit 1000 l Inhalt mindestens je Arbeitstag 520 Wagen Berge (Aufbruch I) und als Höchstleistung 840 Wagen Kohle und 520 Wagen Berge (Aufbruch II) zu befördern haben. Dem Vorschlag von Müller entsprechend sind die Aufbrüche doppel-

trummig und zur Erreichung einer hohen Leistungsfähigkeit mit einbödigem Gestellen für je zwei Wagen hintereinander ausgerüstet. Für die Bemessung des Antriebs der Haspel sind die Höchstlast von 2 Bergewagen zu je 1300–1400 kg Nettogewicht sowie die angenommene mittlere Seilgeschwindigkeit von 2 m maßgebend. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, für die Blindschachtförderung Haspel von etwa 100 PS Leistung zu wählen.

Die Hereingewinnung erfolgt mit Hilfe von Schrämmaschinen ohne Einsatz von Abbauhämmern, die nur in der Vorrichtung und beim Abbaustrecken-vortrieb Verwendung finden. Für die Abbaustrecken-förderung sind keine Maschinen vorgesehen. Zur Erleichterung der Bremsförderung dienen an deren Sohlenanschlagen lediglich Verschiebehassel. Außer den beiden in Betrieb befindlichen Aufbruchgruppen soll sich eine dritte Gruppe von vier Aufbrüchen in der Ausrichtung befinden, die bereits mit den notwendigen Maschinen ausgerüstet sind. Der Maschinenpark der zugehörigen Streben hat jedoch keine Berücksichtigung gefunden.

Preßluftbetrieb.

Die genannte Anzahl in Betrieb befindlicher Streben und Blindschächte macht den Einsatz folgender Maschinen erforderlich (Zahlentafel 10).

Zahlentafel 10. Jahreskosten des reinen Preßluftbetriebes auf der Hochleistungsschachanlage A bei flacher Lagerung.

Gegenstand	Anzahl		Luftverbrauch		Anlagekosten		Kosten			Gesamtkosten		
	vorhan-	be-	Menge	Kosten ¹	Stück	insges.	für Tilgung und Verzinsung	für Ersatzteile	zus.	„	Pf./t	%
	den	trieben	m ³ a. L.	„	„	„	„	„	„	„	„	„
Haspel, große	14	12	27 720 000	83 160	6 500	91 000	19 383	9 100	28 483	111 643	7,4	10,80
„ kleine	14	12	1 260 000	3 780	800	11 200	2 771	1 120	3 891	7 671	0,5	0,74
Rutschenmotoren	70	60	81 000 000	243 000	525	36 750	9 092	7 350	16 442	259 442	17,3	25,10
Schrämmaschinen	30	25	33 750 000	101 250	8 000	240 000	59 376	19 200	78 576	179 826	12,0	17,40
Pumpen	9	9	1 620 000	4 860	700	6 300	1 559	378	1 937	6 797	0,5	0,66
Luftventilatoren	14	14	11 037 600	33 113	300	4 200	1 256	630	1 886	34 999	2,3	3,39
Gehäuseventilatoren	6	6	10 512 000	31 536	600	3 600	891	540	1 431	32 967	2,2	3,19
Düsen	10	10	2 628 000	7 884	15	150	22	—	22	7 906	0,5	0,76
Bohrhämmer	340	300	6 210 000	18 630	100	34 000	13 090	5 100	18 190	36 820	2,4	3,57
Abbauhämmer	70	60	1 350 000	4 050	100	7 000	3 892	1 050	4 942	8 992	0,6	0,87
Undichtigkeiten (0,27 m ³ /m ² Rohroberfl.)	—	—	36 475 216	109 426	—	—	—	—	—	109 426	7,2	10,59
zus.	—	—	213 562 816	640 689	—	434 200	111 332	44 468	155 800	796 489	52,9	77,07
Rohrleitung und Zubehör	—	—	—	—	—	615 361	107 302	—	107 302	107 302	7,2	10,38
Löhne und Aufsicht für Unterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	129 750	8,7	12,55
insges.	—	—	213 562 816	640 689	—	1 049 561	218 634	44 468	263 102	1 033 541	68,9	100

¹ 0,30 Pf./m³ a. L.

Große Haspel. Da 8 Aufbrüche dem Abbau und 4 der Ausrichtung dienen, stehen insgesamt 12 Aufbrüche in Betrieb. Ihr Luftverbrauch kann zu 3500 m³/h und ihre durchschnittliche Laufzeit zu 2,2 h angenommen werden, wobei die nur sehr geringe, auf etwa 1 h zu bemessende Betriebszeit der Ausrichtungsstapel gebührende Berücksichtigung gefunden hat. Zwei weitere große Haspel mögen zur Aushilfe bereitstehen.

Kleine Haspel. Für jeden Aufbruch ist ein Verschiebehassel vorhanden, wobei 8 im Abbau und 4 in der Ausrichtung verwendet werden, während 2 als Ersatz dienen. Ihr Luftverbrauch beträgt 350 m³/h, ihre Laufzeit 1 h.

Schrämmaschinen. Jeder Streb ist mit 1 Schrämmaschine ausgerüstet, so daß sich ihre Gesamtzahl

einschließlich 5 Ersatzmaschinen auf 30 beläuft. Der Luftverbrauch je Maschine beträgt 1000 m³/h und die reine Laufzeit 4,5 h, entsprechend einer Schrämleistung von etwa 30 m²/h.

Schüttelrutschenmotoren. Da die flache Bauhöhe von 140 m von einem Rutschenmotor nicht bewältigt werden kann, sind je Streb zwei Motoren vorzusehen. Ihre arbeitstägliche Laufzeit beträgt angesichts der Notwendigkeit einer gesonderten Abförderung des Schrämkleins 12 h. Der Luftverbrauch der 380er oder 420er Motoren stellt sich im Durchschnitt auf etwa 375 m³ a. L./h Laufzeit.

An Pumpen für die Sonderwasserhaltung sind 9 Stück als ausreichend erachtet worden. Ihre Betriebszeit beläuft sich auf 1,5 h bei einem Luftverbrauch von 400 m³/h.

Die Zahl der Luttenventilatoren und Gehäuseventilatoren beträgt 14 und 6 Stück und ihre Laufzeit 24 h bei einem Luftverbrauch von 90 und 200 m³ a. L./h, während die Düsen (10 Stück) etwa 30 m³ bei einer Laufzeit von ebenfalls 24 h erfordern.

Mit Bohrhämmern sind Gesteinhauer, Reparatur-hauer und der Abbaustreckenvortrieb ausgerüstet. Die Gesamtzahl der Hämmer errechnet sich zu 340 Stück einschließlich 40 Ersatzhämmer. Ihre Laufzeit ist in den Gesteinbetrieben am höchsten, bei der Unterhaltung am niedrigsten. Als Durchschnitt kann man die vom Ausschuß für Betriebswirtschaft ermittelte mittlere Laufzeit von 1,15 h annehmen und als Luftverbrauch je Bohrhammer 60 m³/h.

An Abbauhämmern sind 70 Stück im Abbaustreckenvortrieb und in der Vorrichtung eingesetzt; ihre mittlere Laufzeit beträgt 1,5 h bei einem Luftverbrauch von 50 m³/h.

Der durch die Luftverluste infolge von Undichtigkeiten des Rohrleitungsnetzes bedingte Luftverbrauch hängt außer von der Güte und Wartung des Rohrleitungsnetzes von dessen Ausdehnung ab. Länge, Durchmesser und Preis der Rohrleitungen ergeben sich aus der nachstehenden Zusammenstellung. Für ihre Berechnung wurde ein Druckabfall von durchschnittlich 1,5 at zugelassen und berücksichtigt, daß die je Einheit größten Luftverbraucher, die Schrämmaschinen, während einiger Stunden zusammen mit den Rutschenmotoren, Haspeln usw. in Betrieb stehen. Ferner sei bemerkt, daß für die Bemessung der Rohrleitungsquerschnitte im Schacht und in den Richtstrecken nicht die Entfernung der zurzeit in Betrieb befindlichen Abteilungsquerschläge in Betracht gezogen worden ist, sondern eine streichende Ausdehnung des Grubengebäudes, die auch die folgenden Abteilungsquerschläge umfaßt. Für die Streben sind Ringleitungen vorgesehen, wodurch sich ein angesichts der hohen Spitzenbeträge im Luftverbrauch erträglicher Rohrleitungsquerschnitt ergibt. Einzelangaben über das Rohrleitungsnetz enthält die nachstehende Zusammenstellung.

Rohr- durchmesser mm	Länge m	Ober- fläche m ²	Preis	
			insges. M	je lfd. m M
450	900	1 272,31	54 675	60,75
400	5 800	7 288,28	296 612	51,14
300	1 400	1 319,43	51 618	36,87
250	1 160	911,03	31 088	26,80
200	870	546,62	17 487	20,10
100	10 000	3 141,50	55 400	5,54
80	3 750	942,45	40 950	10,92
—	23 880	15 421,62	547 830	—

Durchschnittlicher Preis: 22,94 M/m. Dazu kommen noch Dichtungen und Armaturen, und zwar unter der Voraussetzung der Verwendung von Patentverbindungen bei den Strebrohrleitungen und einer durchschnittlichen Rohrlänge von 5 m etwa 5000 Dichtungen (einschließlich Ersatz), 80 Schieber und 75 Ventile. Die Kosten der Schieber und Ventile gehen aus der folgenden Übersicht hervor.

Die Anlagekosten für das Rohrleitungsnetz erhöhen Armaturen und sonstiges Zubehör um 34951 M, Anschlußschläuche um 32580 M auf einen Gesamtbetrag von 615361 M, der einen Kapitaldienst von jährlich 107302 M erfordert.

	Lichter Dmr. mm	Preis	
		je Stück M	insges. M
2 Schieber . . .	450	510,00	1 020
2 Schieber . . .	400	392,00	784
9 Schieber . . .	300	210,00	1 890
9 Schieber . . .	250	148,00	1 332
18 Schieber . . .	200	100,00	1 800
40 Schieber . . .	100	38,15	1 526
75 Ventile . . .	80	58,00	4 350
		zus.	12 702

Für die Bestimmung der Preßluftverluste im Rohrleitungsnetz erscheint die Annahme eines Luftverlustes von 0,27 m³ je m² Rohroberfläche und h als notwendig und ausreichend. Da die Gesamtrohroberfläche 15421,62 m² beträgt, ergibt sich ein jährlicher Preßluftverlust von 15421,62 · 0,27 · 24 · 365 = 36475216 m³. Diese Menge entspricht nur etwa 17% des Gesamtluftverbrauches.

Der jährliche Preßluftverbrauch von 213562816 m³ a. L. setzt sich wie folgt zusammen:

	m ³ a. L.	%	
Große Haspel	27 720 000	15,65	
Kleine Haspel	1 260 000	0,71	
Rutschenmotoren	81 000 000	45,73	
Schrämmaschinen	33 750 000	19,06	
Pumpen	1 620 000	0,91	
Luttenventilatoren	11 037 600	6,23	
Gehäuseventilatoren	10 512 000	5,94	
—	zus.	166 899 600	94,25
Düsen	2 628 000	1,48	
Bohrhämmer	6 210 000	3,51	
Abbauhämmer	1 350 000	0,76	
—	zus.	10 188 000	5,75
	177 087 600	100,00	
Undichtigkeitsverluste	36 475 216		
	insges.	213 562 816	

Bei einem Preise von 0,3 Pf./m³ a. L. verursacht diese Luftmenge einen Kostenaufwand von insgesamt 640 689 M.

Für den reinen Preßluftbetrieb sind weiterhin noch die Kapitalkosten des Maschinenparks sowie die Unterhaltungskosten zu berücksichtigen.

Nach der Zahlentafel 10 betragen die Anlagekosten des Maschinenparks 434 200 M, die entsprechenden Kapitaldienstkosten 111 332 M, während für Ersatzteile 44 468 M einzusetzen sind. Wartung und Unterhaltung erfordern je Arbeitstag 6 Werkstattsschichten und 39 Revierschlosserschichten, wobei für die Bemessung der letztgenannten angenommen wird, daß die 25 in Abbau befindlichen Streben zu 13 Revieren zusammengefaßt sind und je Revier 3 Schlosserschichten je Tag verfahren werden. Bei einem Lohn von 8,50 M je Schlosserschicht erwachsen demnach an jährlichen Lohnkosten 45 · 8,50 · 300 = 114 750 M, wozu man noch 15 000 M für 2 Maschinensteiger und einen Aufscher hinzuzählen muß, so daß die Unterhaltung und Wartung an Arbeitslöhnen und Gehältern jährlich 129 750 M erfordern.

Die jährlichen Betriebskosten betragen demnach insgesamt 1 033 541 M, woraus sich bei einer Jahresförderung von 1,5 Mill. t eine Belastung je t von 69 Pf. ergibt.

Gemischter Betrieb.

Beim gemischten Betrieb (Zahlentafel 11) kann elektrischer Strom für den Antrieb der Haspel, Rutschenmotoren, Pumpen sowie der Lutten- und

Gehäuseventilatoren verwandt werden, während man Preßluft lediglich für die Bohr- und Abbauhämmer vorzusehen braucht. Auch die Düsen werden zweckmäßig durch Luftventilatoren ersetzt, einmal wegen ihres verhältnismäßig hohen Luftverbrauchs je Tag, ferner aber, weil es allein ihretwegen notwendig wäre, die Kompressoren auch an Sonn- und Feiertagen in Betrieb zu halten und die jährlichen Leitungsverluste entsprechend der größeren Anzahl von Betriebstagen

eine erhebliche Zunahme erfahren würden. Hinsichtlich der Zahl und der Laufzeit der Maschinen besteht zwischen dem gemischten Betrieb und dem reinen Preßluftbetrieb, abgesehen von den Düsen und Luftventilatoren, kein Unterschied. Eine erhebliche Veränderung erfährt dagegen das Rohrleitungsnetz, weil der größte Teil des Kraftverbrauchs durch das Kabelnetz übertragen wird, das zum Rohrleitungsnetz hinkommt.

Zahlentafel 11. Jahreskosten des gemischten Betriebes auf der Hochleistungsschachtanlage A bei flacher Lagerung.

Gegenstand	Anzahl		Ein- gebaute Lei- stung kW	Verbrauch		Anlagekosten		Kosten			Gesamtkosten		
	vor- han- den	be- trie- ben		Menge kWh oder m ³ a. L.	Kosten ¹ M	Stück	insges. M	für Tilgung und Verzinsung M	für Ersatz- teile M	zus. M	M	Pf./t	%
Haspel, große	14	12	74	340 560	9 808	16 000	224 000	32 637	6 720	39 357	49 165	3,27	8,36
„ kleine	14	12	5	14 400	415	2 200	30 800	5 821	616	6 437	6 852	0,45	1,16
Rutschenantriebe	70	60	11	1 015 200	29 238	3 500	245 000	60 613	12 250	72 863	102 101	6,80	17,36
Schrämmaschinen	30	25	22	405 000	11 664	10 000	300 000	74 220	18 000	92 220	103 884	6,92	17,66
Pumpen	9	9	6	18 225	525	1 000	9 000	1 701	360	2 061	2 586	0,17	0,44
Luftventilatoren	24	24	0,5	84 096	2 422	400	9 600	1 814	672	2 486	4 908	0,33	0,83
Gehäuseventilatoren	6	6	1,5	63 072	1 815	500	3 000	437	90	527	2 343	0,16	0,40
Stromverluste (10%)	—	—	—	215 617	6 210	—	—	—	—	—	6 210	0,41	1,06
Elektrischer Teil	—	—	—	2 156 170	62 098	—	821 400	177 243	38 708	215 951	278 049	18,51	47,27
Bohrhämmer	340	300	—	6 210 000	18 630	100	34 000	13 090	5 100	18 190	36 820	2,45	6,26
Abbauhämmer	70	60	—	1 350 000	4 050	100	7 000	3 892	1 050	4 942	8 992	0,60	1,53
Undichtigkeiten (0,22 m ³ /m ² Rohroberfl.)	—	—	—	8 711 224	26 134	—	—	—	—	—	26 134	1,74	4,44
Preßluftteil	—	—	—	16 271 224	48 814	—	41 000	16 982	6 150	23 132	71 946	4,79	12,23
Rohrleitung und Zubehör	—	—	—	—	—	—	132 454	29 706	—	29 706	29 706	1,97	5,05
Kabelnetz, Transforma- toren sowie Schalt- und Verteilungsanlagen	—	—	—	—	—	—	275 420	40 968	4 687	45 655	45 655	3,05	7,76
Löhne und Aufsicht für Unterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	162 900	10,86	27,69
insges.	—	—	—	—	110 912	—	1 270 274	264 899	49 545	314 444	588 256	39,21	100

¹ 2,88 Pf./kWh; 0,30 Pf./m³ a. L.

Zunächst sei der Restluftbetrieb behandelt. Der durch ihn verursachte Luftverbrauch errechnet sich für die Bohrhämmer zu $300 \cdot 1,15 \cdot 60 \cdot 300 = 6 210 000$ m³ a. L., für die Abbauhämmer zu $60 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 300 = 1 350 000$ oder im ganzen zu $7 560 000$ m³ a. L. Die für die Übertragung dieser Luftmenge einschließlich der Undichtigkeitsverluste erforderliche Rohrleitung setzt sich aus folgenden Einzelleitungen zusammen:

	Länge m	Lichter Dmr. mm	Preis	
			je m M	insges. M
Schachtleitung	900	150	10,20	9 180
Richtstrecke	4 200	150	10,20	42 840
Abteilungsquerschlag	4 160	100	5,54	23 046
Aufbrüche	870	80	4,00	3 480
Abbaustrecken	10 000	50	2,22	22 200
zus.	20 130	105	5,00	100 746

Dazu kommen noch Armaturen, Schrauben und Dichtungen im Werte von 5728 M, die Rohraufhängung für 3000 M sowie je 10 m Anschlußschlauch für die Bohr- und Abbauhämmer im Werte von 22 960 M.

Die Rohroberfläche beträgt 5499 m². Bei Annahme eines Luftverlustes von 0,22 m³ je m² Rohroberfläche — diese Verminderung gegenüber dem Druckluftvollbetrieb erscheint wegen der etwas geringeren Drücke als gerechtfertigt — errechnet sich der Preßluftverlust unter Berücksichtigung von 300 Arbeitstagen zu $0,22 \cdot 300 \cdot 24 \cdot 5499 = 8 711 224$ m³, so daß der Gesamtpreßluftverbrauch auf 16 271 224 m³ ansteigt.

Für den elektrischen Betrieb sind Kraftverbrauch sowie Art und Umfang des Kabelnetzes festzustellen. Zur Ermittlung des Kraftverbrauches muß man außer Laufzeit und Zahl der Maschinen noch die Leistungsaufnahme je Maschine wissen. Ihre Höhe ist aus der nachstehenden Übersicht, deren Werte in Anlehnung an den Luftverbrauch unter Zugrundelegung der aufgeführten Untersuchungen und Messungen festgesetzt worden sind, zu ersehen.

	Luft- verbrauch m ³ a. L./h	Leistungs- aufnahme kW
Große Haspel	3500	43,0
Kleine Haspel	350	4,0
Rutschenmotoren	375	4,7
Schrämmaschinen	1000	12,0
Pumpen	400	4,5
Luftventilatoren	90	0,4
Gehäuseventilatoren	200	1,2

Der jährliche Stromverbrauch jeder Maschinengattung sowie der elektrisch angetriebenen Maschinen in ihrer Gesamtheit errechnet sich demnach wie folgt:

	kWh	%
Große Haspel, 12 · 43 · 2,2 · 300	340 560	17,55
Kleine Haspel, 12 · 4 · 1 · 300	14 400	0,74
Rutschenantriebe, 60 · 4,7 · 12 · 300	1 015 200	52,32
Schrämmaschinen, 25 · 12 · 4,5 · 300	405 000	20,87
Pumpen, 9 · 4,5 · 1,5 · 300	18 225	0,94
Luftventilatoren, 24 · 0,4 · 24 · 365	84 096	4,33
Gehäuseventilatoren, 6 · 1,2 · 24 · 365	63 072	3,25
zus.	1 940 553	100,00

Da ein Stromverlust von 10% angenommen werden muß, beläuft sich der Jahresverbrauch der Schachtanlage A an elektrischer Energie auf 2156170 kWh, wodurch bei einem kWh-Preis von 2,88 Pf. Kosten von 62098 *M* erwachsen.

Weit höher sind die Anlagekosten der elektrischen Maschinen. Sie betragen der Zahlentafel 11 entsprechend 821400 *M*, woraus sich ein Kapitaldienst von 177243 *M* oder 22% des Anlagekapitals ergibt, während für Ersatzteile nur 38708 *M* angesetzt zu werden brauchen, die weniger als 5% des Anlagekapitals ausmachen.

Eine nähere Beschreibung erfordert das elektrische Kabelnetz für Hoch- und Niederspannung mit den zugehörigen Verteilungsanlagen und Transformatorstationen, das an Hand des in Abb. 1 wiedergegebenen Schalt- und Verteilungsschemas erörtert sei.

Für die Bemessung der Kabelquerschnitte sind die durchschnittliche Belastung, der Spannungsabfall sowie die höchstzulässige Belastung der Kabel mit Rücksicht auf die Erwärmung maßgebend. Der durchschnittliche Luftbedarf der elektrisch zu betreibenden Maschinen und Einrichtungen errechnet sich im Höchstfall zu etwa 61000 m³ a. L./h. Dieser Höchstverbrauch kann während 1½–2 h je Förderschicht infolge des gemeinsamen Betriebes von Rutschmotoren und Schrämmaschinen eintreten. Die genannte Luftmenge entspricht rd. 650 kWh unter Zugrundelegung eines Verhältnisses im Kraftverbrauch zwischen Preßluft und Elektrizität von rd. 1 : 7. Zu dem gleichen Ergebnis gelangt man unter Berücksichtigung der Zahl der in Betrieb befindlichen Maschinen, ihrer Leistungsaufnahme und eines Gleichzeitigkeitsfaktors für jede Maschinengattung, der aus der nachstehenden Zusammenstellung ersichtlich ist.

Maschinengattung	Anzahl	Leistungsaufnahme kW	Gleichzeitigkeitsfaktor	Kraftverbrauch kW
Große Haspel . . .	12	43,0	0,40	206,0
Kleine Haspel . . .	12	4,0	0,10	4,8
Rutschmotoren . . .	60	4,7	0,95	268,0
Schrämmaschinen . . .	25	12,0	0,35	105,0
Pumpen	9	4,5	—	—
Lüftventilatoren . . .	24	0,4	1,00	9,6
Gehäuseventilatoren	6	1,2	1,00	7,2
		Stromverluste		63,4
		zus.		664,0

Diese gesamte Energiemenge ist bei der Bemessung des Schachtkabels zu berücksichtigen, das sich bei Wahl von 5000 V Spannung, einem Spannungsabfall von 5% und $\cos \varphi = 0,7$ zu $3 \times 25 \text{ mm}^2$ errechnet.

Am Schachtfußpunkt, von der Hochspannungshauptverteilungsschaltanlage in der Pumpenkammer ab, verteilt sich die Energiemenge in 2 ungefähr gleiche Teile, entsprechend den beiden Bauabteilungen im Ost- und Westfelde. Zu ihrer Übertragung würde, sowohl auf den Spannungsabfall als auch auf die zulässige Erwärmung berechnet, je ein Kabel von $3 \times 16 \text{ mm}^2$ ausreichen. Mit Rücksicht auf die Möglichkeit eines zeitweilig stärkern Kraftbedarfes und auf Verschiebungen in der Förderverteilung sowie auf Änderungen im Umfange der Ausrichtung sei jedoch ein Kabel von $3 \times 25 \text{ mm}^2$ Leiterquerschnitt gewählt, das für die Übertragung der nahezu doppelten Energiemenge genügen würde.

Das zur westlichen Bauabteilung führende Hochspannungskabel endigt zur weiteren Verteilung der Energie in die Abteilungsquerschläge in einer Hochspannungsunterverteilungsanlage zu 3 Feldern. In der östlichen Bauabteilung ist in Höhe des südlichen Abteilungsquerschlagelages nur eine Hochspannungsabschaltstelle erforderlich, jedoch soll mit Rücksicht auf eine spätere Erweiterung des Betriebes auch hier eine Verteilungsanlage eingebaut werden.

Eine weitere Verteilung des hochgespannten Stromes in den Abteilungsquerschlägen ist am Fußpunkt jedes Aufbruches erforderlich. Sie geschieht durch Trennschaltkasten in Gestalt von Hochspannungsabzweigen. Hinsichtlich der Zweckmäßigkeit eines solchen Vorgehens sei auf die allgemeinen Ausführungen auf S. 1395 verwiesen.

Von den Kraftverbrauchern sind die 100-PS-Aufbruchhaspel unmittelbar an die Hochspannung angeschlossen, während alle übrigen Maschinen mit Niederspannung von 220 V betrieben werden. Zur Erzeugung dieser Niederspannung dient in jeder Abteilung, also für jeweils 4 Aufbrüche, eine Transformatorstelle, in der sich der Transformator und die Niederspannungsschaltanrichtung befinden. Die Leistung dieses Transformators errechnet sich unter Zugrundelegung der in der vorstehenden Übersicht genannten Gleichzeitigkeitsfaktoren zu 320 kVA.

Von der Transformatorstelle aus erfolgt durch die bereits erwähnte aus 3 Feldern bestehende Niederspannungsschaltanlage die Verteilung des elektrischen Stromes in die Reviere. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß im Gegensatz zum Preßluftrohrleitungsnetz von einer Ringleitung abgesehen werden kann, weil die Spannungsabfall- und Nachströmungsverhältnisse bei der Elektrizität ungleich günstiger sind als bei der Preßluft. Infolgedessen braucht man nur das Niederspannungskabel jeweils im zweiten und vierten Aufbruch jeder Abteilung hochzuführen, wodurch sich die Möglichkeit bietet, von derselben Abbaustrecke aus 2 übereinander liegende Streben, einen obern und einen untern, mit Strom zu versorgen. Da am zweiten Aufbruch 8 Abbaubetriebspunkte, jeweils 4 von 2 Flözen, angeschlossen sind, ist es zur Vermeidung eines zu starken Kabelquerschnittes ratsam, die beiden übereinanderliegenden Flöze getrennt zu speisen. Dadurch wird im untern, 25 m messenden Teil dieses Aufbruchs die Parallelführung von 2 gleichen Kabeln erforderlich. Diese Regelung ist auch deswegen vorzuziehen, weil man auf diese Weise in den Aufbrüchen Kabel gleichen Querschnittes verwenden kann, der sich zu $3 \times 95 \text{ mm}^2$ errechnet.

An den Anschlüssen der Aufbrüche wird die Verteilung der Energie in die beiden Abbaufügel vorgenommen, und zwar dienen hierzu zweifeldrige Niederspannungsschaltanlagen, die man im Gegensatz zur Hochspannungsverteilung nicht in besondern Räumen unterzubringen braucht, sondern in der Haspelkammer oder in einer einspringenden Nische aufstellt. Der Querschnitt der Abbaustrecken-kabel ergibt sich zu $3 \times 50 \text{ mm}^2$.

Die bewehrten Abbaustrecken-kabel endigen in Streckenendschaltkasten, von denen je einer für jeden Streb benötigt wird. Hier nehmen die in die Streben führenden beweglichen Gummischlauchleitungen ihren

Ausgang, deren Querschnitt $4 \times 35 \text{ mm}^2$ beträgt. Sie werden alle 60 m durch Kupplungssteckvorrichtungen unterteilt, die zugleich als Abzweige zu den Strom-

verbrauchern dienen. Hinsichtlich der Art der Schaltung sei ebenfalls auf die Ausführungen über die Planung elektrischer Anlagen untertage verwiesen.

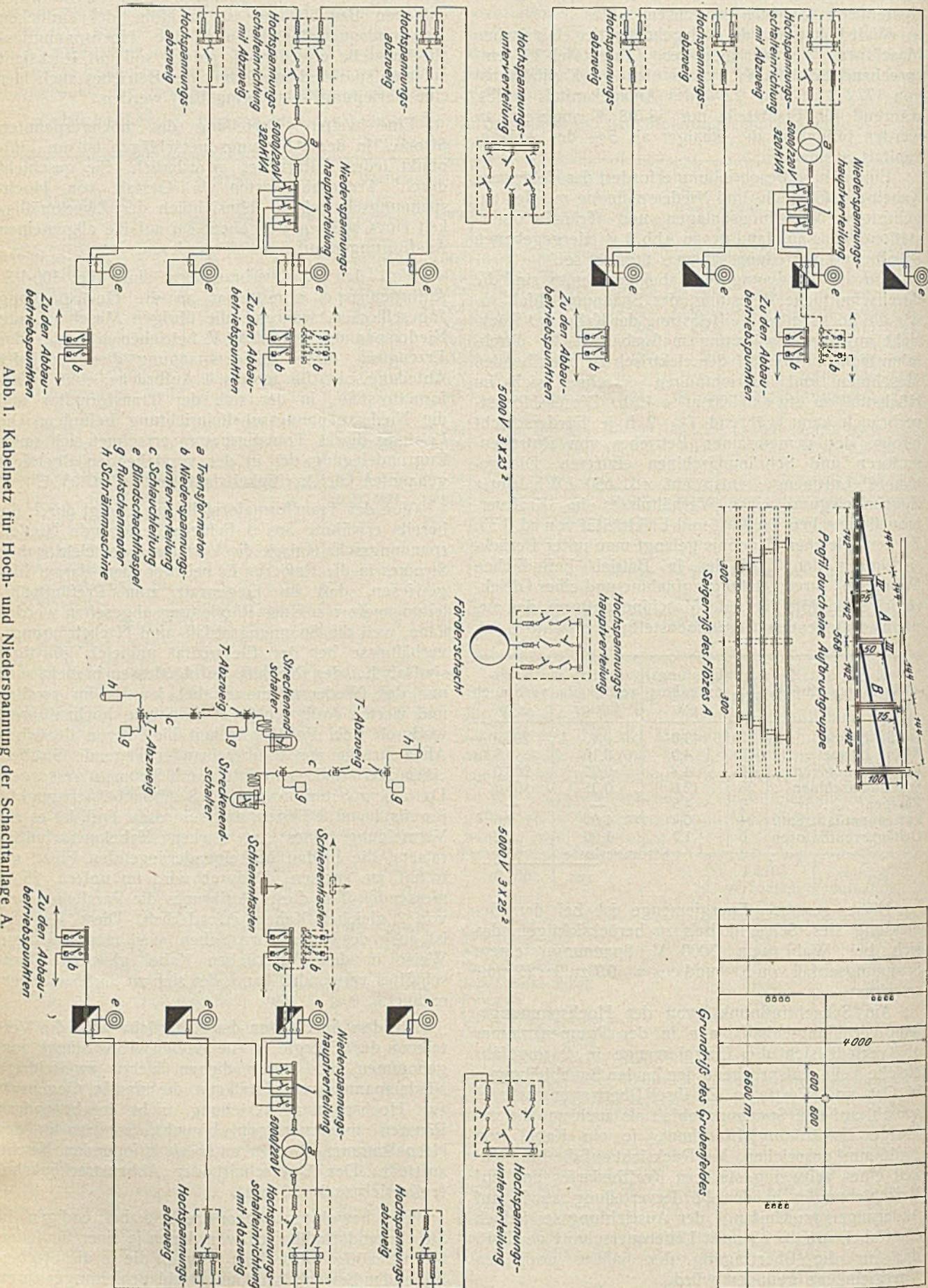


Abb. 1. Kabelnetz für Hoch- und Niederspannung der Schachtanlage A.

Insgesamt verteilen sich die angegebenen Querschnitte auf folgende Kabellängen.

	Länge m	Quer- schnitt mm	Preis je m od. je Stück M
Hochspannungskabel, Schacht, Richtstrecken, Abteilungs- querschläge und Aufbrüche	10 720	3 × 25	4,50
Niederspannungskabel			
Aufbrüche	1 370	3 × 95	9,50
Abbaustrecken	3 700 ¹	3 × 50	6,00
Gummischlauchleitungen			
Strecken	625	4 × 35	12,00
Streb.	4 500 ²	4 × 35	12,00
Abzweigkabel zu den Rutschenantrieben	300	4 × 16	5,00
Außerdem sind erforderlich:			
Transformatoren	3 zu 320 kVA		6700,00
Transformatorammern	3		1200,00
Trennschaltkasten	9		370,00
Niederspannungsverteilungs- anlagen	9 zu 2 Feldern 3 zu 3 Feldern		1500,00 2250,00
Streckenendeschaltkasten	25		12600,00
Kabelaufhängevorrichtungen	4200		0,50
Steckvorrichtungen	100 (i. Betrieb 85)		330,00
Kabelmuffen	100		16,00

¹ 3360 m für die Abbauteilungen und 340 m für die Ausrichtung.
² 3750 m im Abbau.

Die Anlagekosten für das gesamte Kabelnetz einschließlich Zubehör und Verteilungsanlagen sind in der Zahlentafel 11 wiedergegeben. Von der Gesamtsumme von 275420 M entfallen 146440 M oder etwas mehr als die Hälfte auf die Kabel einschließlich 63000 M, die allein für die Gummischlauchleitungen erforderlich sind. Der Kapitaleinsatz dieses Anlagewertes der elektrischen Energieverteilung beläuft sich auf 40968 M oder im Durchschnitt auf etwa 15% des Anlagekapitals. Auf die Gummischlauchleitungen entfällt hierbei, wie gesagt, der verhältnismäßig größte Anteil. Die Ersatzteilkosten, die insgesamt nur 4687 M oder 1,6% des Anlagekapitals ausmachen, sind in erster Linie auf die Gummischlauchkabel und auf die Steckvorrichtungen zurückzuführen.

An Lohn- und Aufsichtskosten für die Unterhaltung und Wartung der Kraftübertragungsleitungen sowie des Maschinenparks ist je Revier eine Schlosserschicht mehr einzusetzen als beim reinen Preßluftbetrieb, während sich die Zahl der Aufsichtspersonen nicht ändert. Die Ausgaben für Löhne und Gehälter erhöhen sich dadurch auf 162900 M.

Die gesamten Betriebskosten (Kapitaleinsatz, Kraftkosten, Ersatzteil- und Lohnkosten, Aufsicht) betragen somit beim gemischten Betrieb 588256 M, denen Anlagekosten von 1270274 M gegenüberstehen. Je t tritt infolgedessen eine Belastung durch die Betriebskosten von 0,39 M ein.

Die Gegenüberstellung der Anlage- und der Betriebskosten von Preßluft- und gemischtem Betrieb auf der Schachanlage A ergibt folgendes Bild.

Anlagekosten des Preßluftbetriebes.

	M	%
Maschinenpark	434 200	41,37
Rohrleitungsnetz nebst Zubehör	615 361	58,63
zus.	1 049 561	100,00

Anlagekosten des gemischten Betriebes.

	M	%
Maschinenpark	862 400	67,89
Kabel und Rohrleitungsnetz	407 874	32,11
zus.	1 270 274	100,00

Die Anlagekosten des gemischten Betriebes übersteigen also die des reinen Preßluftbetriebes um etwa 20%.

Betriebskosten des Preßluftbetriebes.

	M	%
Kapitaleinsatz	218 634	21,15
Kraftkosten bei 0,3 Pf. Luftpreis	640 689	61,99
Ersatzteilkosten	44 468	4,30
Lohnkosten für Unterhaltung	129 750	12,56
zus.	1 033 541	100,00

oder je t Förderung bei Zugrundelegung einer Jahresförderung von 1 1/2 Mill. t rd. 0,69 M.

Betriebskosten des gemischten Betriebes.

	M	%
Kapitaleinsatz	264 899	45,04
Kraftkosten bei einem Preis von 0,3 Pf. je m ³ a. L. und 2,88 Pf. je kWh	110 912	18,85
Ersatzteilkosten	49 545	8,42
Lohnkosten für Unterhaltung	162 910	27,69
zus.	588 256	100,00

oder je t Förderung rd. 0,39 M. Besonders bemerkenswert ist die vom Preßluftbetrieb gänzlich verschiedene Beteiligung der einzelnen Kostenarten an dieser Summe.

Bei der Schachanlage A mit 5000 t Tagesförderung, flacher Lagerung sowie Abbaubetriebspunkten von 160 m flacher Bauhöhe und rd. 200 t Tagesförderung beläuft sich somit die Betriebskostensparnis zugunsten des gemischten Betriebes im Vergleich zum reinen Preßluftbetrieb auf 445285 M oder 0,30 M/t.

Schachanlage B, stärkere Betriebszusammenfassung.

Die vorstehend behandelte Schachanlage A zeichnet sich durch einen Grad der Betriebszusammenfassung aus, der, ausgedrückt in Fördermenge je Abbaubetriebspunkt und Abbaufortschritt, bereits über dem gegenwärtig für flache Lagerung geltenden Durchschnittssatz im Ruhrbezirk liegt. Es gibt jedoch eine Anzahl von Zechen, die wenigstens für einen Teil ihrer Abbaubetriebspunkte einen höhern Abbaufortschritt und eine größere Förderung aufweisen. Ferner ist mit Bestimmtheit zu erwarten, daß die kommenden Jahre noch eine Steigerung der Betriebszusammenfassung bringen werden. Es erhebt sich daher die Frage, wie sich Anlage- und Betriebskosten bei gemischtem und reinem Preßluftbetrieb für eine Hochleistungsschachanlage von stärkerer Betriebszusammenfassung als die Schachanlage A im Vergleich zu dieser stellen und wie hoch sich die infolge der stärkern Ausnutzung der Maschinen und des Kraftübertragungsnetzes zu erwartende Ersparnis zugunsten des gemischten Betriebes beläuft.

Die Lösung dieser Frage soll im folgenden versucht und daran anschließend bei gleichem Stande der Betriebszusammenfassung dem Einfluß verschiedener Arten der Mechanisierung bei der Hereingewinnung und der Abbaustreckenförderung nachgegangen werden.

Betriebsverhältnisse.

In einem Grubenfelde von 6600 m streichender und 4000 m querschlägiger Ausdehnung sind 8 Fettkohlenflöze von 1,20 m Mächtigkeit in wenig gestörter Lagerung bei 8° Einfallen aufgeschlossen. Diese Annahmen entsprechen den Verhältnissen der Schachanlage A mit Ausnahme des Einfallens, das für eine etwas

längere Bemessung der Strebhöhen um wenige Grade flacher gewählt ist. Der Kohlenvorrat stellt sich demnach auf 48 Mill. t und die Lebensdauer bei 6000 t Tagesförderung auf etwa 27 Jahre. Die Hereingewinnung soll durch Schrämarbeit ohne Zuhilfenahme von Abbauhämmern erfolgen.

Während der Abbaufortschritt auf der Schachtanlage A nur etwa 1 m beträgt, soll er auf der Schachtanlage B für 75 % der Förderung 1,50 m, für 25 % aber nur 0,75 m betragen, womit Schwierigkeiten der Lagerung und des Betriebes, die nur selten einen gleichmäßig hohen Abbaufortschritt zulassen, Rechnung getragen wird. Der mittlere gewogene Abbaufortschritt liegt unter diesen Bedingungen bei 1,33 m. Bei 6000 t Tagesförderung ergibt sich demnach eine Länge der Abbaufront von

$$\frac{6000 \cdot 3}{4 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,25} + \frac{6000 \cdot 1}{4 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 1,25} \\ = 2000 + 1340 = 3340 \text{ m.}$$

Als Streblänge sollen 160 m zugrunde gelegt werden, einmal weil bei einer flachen Bauhöhe dieses Ausmaßes und 100 m Sohlenabstand die zwischen 2 Hauptsohlen liegenden Flözstreifen in 4 gleichen Streben abgebaut werden können, ferner weil eine Streblänge von 160 m der Leistungsfähigkeit und Ausnutzungsmöglichkeit von Rutschenmotoren und Schrämmaschinen gut entspricht.

Die Zahl der Hochleistungsstreben mit 1,50 m Abbaufortschritt errechnet sich alsdann zu $\frac{2000}{160} = 13$ und ihre Förderung zu rd. 4600 t insgesamt oder rd. 360 t je Streb, während die Zahl der Normalleistungsstreben mit 0,75 m Abbaufortschritt $\frac{1340}{160} = 8$ beträgt, deren Förderung insgesamt rd. 1400 t oder rd. 180 t je Abbaubetriebspunkt erreicht. Die Gesamtzahl der in Betrieb befindlichen Streben beläuft sich somit auf 21.

Die Verteilung dieser Streben erfolgt am zweckmäßigsten so, daß die 13 Hochleistungsstreben von den 8 Normalleistungsstreben getrennt werden. Da in einem Flöz 8 Streben zwischen den beiden Sohlen angesetzt werden können und jedes Strebpaar durch einen Blindschacht zu lösen ist, muß sich die Zahl der Blindschächte auf 11 belaufen, wovon 7 den Hochleistungsstreben und 4 den Normalleistungsstreben dienen. Die letztgenannten bilden eine Abteilung für sich und sind im 2. nördlichen Querschlag des Ostfeldes untergebracht, während die übrigen 7 Hochleistungsblindschächte in 2 Abteilungen, und zwar eine zu 3 Blindschächten im 3. südlichen Querschlag des Ostfeldes und eine zu je 4 Blindschächten im 3. nördlichen Querschlag des Westfeldes verlegt werden sollen. Bei dieser Gliederung wird eine ungefähr gleichmäßige Verteilung der Förderung auf das Ost- und Westfeld erreicht. Eine vierte Abteilung im 3. südlichen Querschlag des Westfeldes soll sich in der Aus- und Vorrichtung befinden.

Die Größe der Belegschaft, die aus der nachstehenden Zusammenstellung zu entnehmen ist, hat für die vorliegende Untersuchung nur insofern Bedeutung, als daraus auf die Zahl der für den Betrieb und als Aushilfe erforderlichen Bohr- und Abbauhämmer geschlossen werden kann. Vorausgeschickt sei, daß als Hackenleistung bei Schrämbetrieb 12 t und als Strebleistung für die Hochleistungsstreben einschließ-

lich Abbaustreckenförderung 4 t und für die Normalleistungsstreben 3,6 t zugrunde gelegt worden sind.

	Schichten- zahl	Belegschaft	
		Zahl	%
Strebbelegung einschl.			
Abbaustreckenförderung			
Hochleistungsstreben	1180	1320	44,2
Normalleistungsstreben	390	440	14,6
Gesteinhauer	214	240	8,0
Unterhaltung	320	358	12,0
Förderung und Sonstiges	566	634	21,2
zus.	2670	2992	100,0

Sollten die angenommenen Schichtförderanteile nicht erzielt werden und infolgedessen eine größere Schichtenzahl und Belegschaftsstärke erforderlich sein, so würde eine solche Änderung auf die nachstehend erörterte Zahl und Laufzeit der Kraftverbraucher, wenn überhaupt, nur einen geringfügigen Einfluß ausüben und sich lediglich bei den Bohr- und Abbauhämmern bemerkbar machen.

Blindschachthassel. Die Blindschächte, deren Höhe zwischen 25 und 100 m schwankt, sollen mit zweitrummiger Förderung ausgerüstet sein, wobei die Fördergestelle je 1 Wagen von 1000 kg Inhalt fassen. Vielleicht würde man statt dieser Fördergestelle zweckmäßiger größere für 2 Wagen, seien es einbödige oder zweibödige, wählen. Da hierüber jedoch keine genügenden Untersuchungen, im besonderen keine Meßergebnisse über den Kraftverbrauch vorliegen, habe ich davon Abstand genommen.

Die Belastung der einzelnen Blindschächte schwankt innerhalb weiter Grenzen. Die geringste Anzahl von Zügen weisen die Schächte auf, die lediglich der Aufwärtsförderung von Bergen dienen, während die größte Zugzahl bei den Schächten auftritt, welche die Abwärtsförderung der Kohlen von 2 Höchstleistungsstreben und die Aufwärtsförderung einer entsprechenden Bergemenge zu übernehmen haben. Die Kohlenmenge beläuft sich in diesen Fällen auf 720 Wagen, die Bergemenge auf etwa 500 Wagen je Arbeitstag. Es handelt sich also um eine zweifellos große Fördermenge, die jedoch bei Benutzung von Aufschiebevorrichtungen von einem Anschlag aus noch gut bewältigt werden kann. Eine nur mittelstarke Belastung findet bei den Blindschächten der Abteilung mit Streben von niedrigem Abbaufortschritt statt, wo je Arbeitstag 360 Wagen Kohle abwärts und etwa 250 Wagen Berge aufwärts zu befördern sind. Die Zahl der in den Abbaubetrieben befindlichen Haspel beläuft sich auf 11, wozu weitere 4 in der Ausrichtungsabteilung kommen. Ihre Laufzeit beträgt im Durchschnitt 4 h und schwankt zwischen 1,7 und 7,2 h. Sie ist nach der Übersicht auf S. 1410 unten unter Zugrundelegung einer mit der Förderhöhe wechselnden Seilgeschwindigkeit unter Anlehnung an die auf der Zeche Rheinpreußen ermittelten Versuchsergebnisse festgestellt worden. Die Zahl der zur Bewältigung der Förderung erforderlichen Treiben erhielt dabei einen Zuschlag von etwa 20 % für Materialförderung und sonstige notwendige Züge. Die jeweils angenommene mittlere Seilgeschwindigkeit liegt um etwa 30 % unter der in der Hauptförderzeit erzielbaren.

Streckenhaspel. Die Abbaustreckenförderung soll ähnlich wie bei der Schachtanlage A durch Streckenhaspel erfolgen, wenn auch zuzugeben ist, daß diese in den Hochleistungsbetrieben bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht werden,

wenn sich der Abbau den Grenzen der Abbaufügel nähert, die zurückzulegenden Entfernungen also mehr als 250 m betragen. Der Zustand der Strecken und des Gestänges muß daher sehr gut sein. Wahrscheinlich wäre eine andere Förderart vorzuziehen, ich habe jedoch die Streckenhaspel in der Berechnung zunächst beibehalten, um eine einwandfreie Vergleichsmöglichkeit mit der Schachtanlage A zu erzielen und die Einwirkung einer stärkern Betriebszusammenfassung bei gleichbleibendem Grade der Mechanisierung auf die Kosten möglichst klar zum Ausdruck zu bringen.

Die Zahl der in den Abbaubetrieben einzusetzenden Streckenhaspel beläuft sich auf 54. Ihre tägliche Laufzeit kann mit 1,7 h unter der Voraussetzung einer mittleren Geschwindigkeit von 1 m und Zugstärken von 10–15 Wagen angenommen werden. An weitem kleinen Haspeln sind noch 11 Streckenhaspel in der Vorrichtung und 11 Verschiebehaspel zu berücksichtigen.

Rutschenmotoren. Da sich 21 Streben in Abbau befinden, sind für die Abbauförderung 42 Rutschenmotoren, die je 1 Rutschenstrang von etwa 80 m zu bewegen haben, erforderlich. In Anlehnung an ähnliche Betriebsverhältnisse sollen Motoren von 400 bis 420 mm Zylinderdurchmesser gewählt werden, die in den Normalleistungsstreben ohne Gegenzylinder und in den Hochleistungsstreben unter Zuhilfenahme eines gesteuerten Gegenzylinders von 200–250 mm Dmr. arbeiten. Für die Vorrichtung seien 11 Rutschenmotoren ohne Gegenzylinder eingesetzt.

Als tägliche Laufzeit der Rutschenmotoren sind in den Abbaubetrieben 13,5 h vorzusehen, da anzunehmen ist, daß die Rutsche außer in den Kohlen- und Bergeschichten auch in der Umlegesicht für die Abförderung des Schrämkleins während 1½–2 h täglich zur Verfügung stehen muß.

Schrämmaschinen. An Schrämmaschinen sollen Kettenmaschinen für 1,50 m Schramtiefe und eine Aus-

legerlänge von etwa 1,75 m Verwendung finden. Sie mögen je Arbeitstag (Schicht) etwa 140 m² Schrämfäche leisten, so daß die Hochleistungsstreben den Einsatz von 2 Maschinen verlangen, während die Normalleistungsstreben mit nur 1 Maschine auskommen, die an einem Tage die eine Hälfte des Stoßes, am folgenden die andere unterschrämt. Die tägliche Laufzeit der Maschinen, deren Gesamtzahl sich auf 26+8=34 beläuft, kann man zu etwa 3 h einsetzen.

Bohrhämmer werden bei Gestein- und Unterhaltungsarbeiten sowie beim Abbaustreckenforttrieb benötigt. 340 Stück können für diese Zwecke als ausreichend gelten. Als Laufzeit wird die für das Ruhrgebiet festgestellte Durchschnittslaufzeit von 1,15 h zugrunde gelegt.

Abbauhämmer. Diese sollen nicht in den Abbaubetriebspunkten, sondern lediglich beim Abbaustreckenforttrieb, bei Unterhaltungsarbeiten und in der Vorrichtung verwandt werden. Die hierfür notwendige Anzahl ist zu 140, ihre Laufzeit im Mittel zu 1,5 h errechnet worden.

Sonderbewetterung. Für die Sonderbewetterung sind 16 Luttenventilatoren, 6 Gehäuseventilatoren und 46 Düsen vorgesehen. Die Luttenventilatoren werden Sonn- und Feiertags durch Düsen ersetzt, so daß sie eine Laufzeit von 300 Tagen, die Gehäuseventilatoren und 30 Düsen eine solche von 365 Tagen aufweisen, 16 Düsen dagegen nur 65 Tage laufen. In der Übersicht auf S. 1411 oben ist die Laufzeit der letztgenannten umgerechnet auf 5,2 h und 300 Tage.

Sonderwasserhaltung. 7 Pumpen für 100 bis 150 l Leistung werden bei 2 h täglicher Laufzeit für die Sonderwasserhaltung als genügend angesehen.

Preßluftbetrieb.

Anlagekosten, Kapitaleinsatz, Kraftverbrauch, Ersatzteile und Lohnkosten für Unterhaltung und Wartung sind die wesentlichen hier zu erörternden Punkte (Zahlentafel 12).

Zahlentafel 12. Jahreskosten des reinen Preßluftmaschinenbetriebes auf der Hochleistungsschachtanlage B bei flacher Lagerung.

Gegenstand	Anzahl		Luftverbrauch		Anlagekosten		Kosten			Gesamtkosten		
	vorhanden	betrieben	Menge m ³ a. L.	Kosten ¹ M	Stück	insges. M	für Tilgung und Verzinsung M	für Ersatzteile M	zus. M	M	Pf./t	%
Haspel, große, Abbau	16	11	35 532 000	106 596	600	96 000	20 448	9 600	30 048	140 532	7,80	11,60
" " Vorricht.		4	1 296 000	3 888								
" kleine, Abbau	76	54	15 697 800	47 093	800	60 800	15 042	6 080	21 122	75 146	4,20	6,20
" " Vorricht.		11	577 500	1 733								
Rangierhaspel		11	1 732 500	5 198								
Rutschenmot. m. Gz., Abb.	29	26	52 650 000	157 950	1025	29 725	7 354	5 945	13 299	171 249	9,50	14,13
" " ohne " Vorr.		16	24 300 000	72 900								
" " " Vorr.	30	11	10 725 000	32 175	625	18 750	4 639	3 750	8 389	113 464	6,30	9,36
" " " Vorr.		11	10 725 000	32 175								
Schrämmaschinen	38	34	30 600 000	91 800	9000	342 000	84 611	27 360	111-971	203 771	11,30	16,82
Pumpen	9	7	1 680 000	5 040	700	6 300	1 559	378	1 937	6 977	0,40	0,58
Luttenventilatoren	18	16	10 368 000	31 104	300	5 400	1 615	810	2 425	33 529	1,90	2,77
Gehäuseventilatoren	7	6	10 512 000	31 536	600	4 200	1 039	630	1 669	33 205	1,80	2,74
Düsen (Sonntags)	46	16	748 800	2 246	15	690	101	—	101	25 699	1,40	2,12
Düsen		30	7 884 000	23 352								
Bohrhämmer	373	339	7 017 300	21 052	100	37 300	14 361	5 595	19 956	41 008	2,30	3,38
Abbauhämmer, Abbau	150	140	3 210 000	9 630	100	15 000	8 340	2 250	10 590	20 220	1,10	1,67
" " Vorricht.		10	—	—								
Undichtigkeiten (0,27 m ³ /m ² Rohroberfl.)	—	—	37 887 000	113 661	—	—	—	—	—	113 661	6,30	9,38
zus.	—	—	252 417 900	756 954	—	616 165	159 109	62 398	221 507	978 461	54,30	80,75
Rohrleitung und Zubehör	—	—	—	—	—	663 066	118 738	—	118 738	118 738	6,70	9,80
Löhne und Aufsicht für Unterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114 450	6,30	9,45
insges.	—	—	252 417 900	756 954	—	1 279 231	277 847	62 398	340 245	1 211 649	67,31	100

¹ 0,30 Pf./m³ a. L.

Die Anlagekosten setzen sich aus den Aufwendungen für den Maschinenpark und das Rohrleitungsnetz nebst Zubehör zusammen. Für die Maschinen betragen sie unter Berücksichtigung einer gewissen Aushilfe 616165 *ℳ* und für das Rohrleitungsnetz nebst Zubehör 663066 *ℳ*, also insgesamt 1279231 *ℳ*, die einen Kapitaldienst von 277847 *ℳ* erfordern.

An den Kosten des Rohrleitungsnetzes sind die Rohrleitungen selbst mit 576929 *ℳ* beteiligt, wie aus der nebenstehenden Zusammenstellung hervorgeht.

Rohrlänge m	Rohrdurchmesser mm	Oberfläche m ²	Preis	
			je m <i>ℳ</i>	insges. <i>ℳ</i>
750	450	1 060,25	60,75	45 563
3 600	400	4 523,76	51,14	184 104
5 300	350	5 827,48	43,11	228 483
750	200	471,23	20,10	15 075
8 100	125	3 180,77	7,68	62 208
3 800	80	955,02	10,92	41 496
22 300	—	16 018,52	—	576 929

Zahl und Kosten der Armaturen, also der Schieber, Ventile und Krümmer, sind aus der folgenden Aufstellung zu ersehen.

	Rohrdurchmesser mm	Schieber und Ventile			Krümmer		
		Anzahl	je Stück <i>ℳ</i>	insges. <i>ℳ</i>	Anzahl	je Stück <i>ℳ</i>	insges. <i>ℳ</i>
Schacht- und Verbindungsstück . . .	450	4	510	2 040	2	614	1 228
Richtstrecke	400	3	392	1 176	4	516	2 064
Abteilungsquerschläge	350	18	308	5 544	14	386	5 404
Blindschächte	200	30	100	3 000	36	92	3 312
Abbaustrecken	125	72	49	3 528	72	24	1 728
Streben (Ventile)	80	66	58	3 828	—	—	—
zus.	—	127 Schieber + 66 Ventile	—	19 116	128	—	13 736

Ein weiterer wichtiger Kostenbestandteil sind die Schlauchkosten, die wie folgt errechnet worden sind.

Maschinenart	Anzahl	Schlauchdurchmesser mm	Schlauchlänge		Preis	
			je Maschine m	insges. m	je m <i>ℳ</i>	insges. <i>ℳ</i>
Rutschenmotoren	53	50	5	265	12,75	3 378,75
Schrämmaschinen	34	50	25	850	12,75	10 837,50
Bohrhämmer . .	339	25	10	3390	5,60	18 984,00
Abbauhämmer .	140	25	10	1400	5,60	7 840,00
zus.	—	—	—	5905	—	41 040,25

Rohraufhängungen, Schrauben und Dichtungen werden insgesamt für 12245 *ℳ* benötigt.

Der Preßluftverbrauch ist im einzelnen aus der Übersicht auf S. 1411 oben zu entnehmen, wozu folgendes bemerkt sei. Bei den Blindschachthaspeln entspricht einer mittlern Laufzeit von rd. 4 h ein mittlerer Kraftverbrauch von 2700 m³, der im einzelnen zwischen 1800 m³ bei den schwach belasteten und 3600 m³ bei den stark belasteten Haspeln schwankt, wie aus der nachstehenden Übersicht hervorgeht.

Bezeichnung der Stapel	Zahl der abgebremsten Kohlenwagen	Zahl der heraufgezogenen Bergewagen	Zahl der Züge	Zughöhe m	v im Mittel m/s	Laufzeit h/Tag	Luftverbrauch	
							m ³ a. L./h	m ³ a. L./Tag
I	360	250	430	25	1,8	1,7	1 800	3 060
II	360	250	430	50	2,0	3,0	2 500	7 500
III	360	250	430	75	2,5	3,6	2 500	9 000
IV	—	250	300	100	2,8	3,0	3 600	10 800
V	720	500	860	25	1,8	3,3	1 800	5 940
VI	720	500	860	50	2,0	6,0	2 500	15 000
VII	720	500	860	75	2,5	7,2	2 500	18 000
VIII	—	500	600	100	2,8	6,0	3 600	21 600
IX	720	500	860	25	1,8	3,3	1 800	5 940
X	360	500	600	50	2,0	4,2	3 000	12 600
XI	—	250	300	75	2,5	2,5	3 600	9 000
	4320	—	—	—	—	4,0	29 200	118 440
						Jahresluftverbrauch		35 532 000

Die in den Vorrichtungsbetrieben stehenden Haspel verursachen infolge anderer Förderbedingungen nur einen Luftverbrauch von 1800 m³. Zu den übrigen Maschinen sind über die vorstehenden allgemeinen Ausführungen hinaus keine Bemerkungen zu machen.

Der durch die Erzeugung dieser Luftmenge entstehende Kostenaufwand beträgt bei einem Preßluftpreis von 0,30 Pf./m³ a. L. 756954 *ℳ* oder bei Preisen von 0,26 und 0,22 Pf. 656287 und 555319 *ℳ*. Die Belastung je t beläuft sich bei den genannten Luftpreisen auf 42,1, 36,5 und 31 Pf.

Die Kosten für Unterhaltung und Wartung setzen sich aus den Ausgaben für Ersatzteile sowie für Löhne und Gehälter zusammen. Die Kosten für Ersatzteile errechnen sich zu 62398 *ℳ*, also zu etwa 10% der Maschinenanlagekosten. Die Aufwendungen für Unterhaltung und Wartung ergeben sich unter der Annahme von 6 Werkstattsschichten und 33 Revierschlosserschichten (3 Schichten für 2 Streben) je Arbeitstag sowie drei Aufsichtsbeamten zu 114450 *ℳ*.

Die Gesamtbetriebskosten einschließlich Kapitaldienst betragen somit für die Schachtanlage B bei ausschließlicher Verwendung von Preßluft und einem

Kraftverbrauch	Anzahl in Betrieb	Laufzeit h/Tag	Luftverbrauch m³/h	Jahresluftverbrauch m³
Haspel, große, Abbau	11	3,98	2700	35 532 000
" " Vorricht.	4	0,60	1800	1 296 000
Haspel, kleine, Abbau	54	1,70	570	15 697 800
" " Vorricht.	11	0,50	350	577 500
Verschiebehaspel	11	1,50	350	1 732 500
Rutschenmotoren mit Gegenzylinder	26	13,50	500	52 650 000
ohne Gegenzylinder Abbau	16	13,50	375	24 300 000
Vorrichtung	11	10,00	325	10 725 000
Schrämmaschinen	34	3,00	1000	30 600 000
Pumpen	7	2,00	400	1 680 000
Luftventilatoren	16	24,00	90	10 368 000
Gehäuseventilatoren	6	24,00	200	10 512 000
Düsen (365 Tage)	30	24,00	30	7 884 000
Düsen (65 Tage)	16	5,20	30	748 800
Bohrhämmer	339	1,15	60	7 017 300
Abbauhämmer	140	1,53	50	3 210 000
Maschinen und Düsen insges.				214 530 900
Undichtigkeiten 0,27 m³ je m²				
Rohroberfläche: 0,27 m³ · 24 · 365 · 16 018				37 887 000
Luftverbrauch insges.				252 417 900

m³ a. L.

Bohrhämmer 7 017 300

Abbauhämmer in Abbau und Vorrichtung 3 210 000

zus. 10 227 300

Dazu treten die Luftverluste in Höhe von 8198199 m³, so daß sich ein Preßluftverbrauch von insgesamt 18425499 m³ ergibt, dessen Kosten sich bei Preisen von 0,3, 0,26 und 0,22 Pf./m³ a. L. auf 55275, 47906 und 40536 *ℳ* insgesamt oder auf 3,07, 2,66 und 2,25 Pf. je t stellen.

Die Luftverluste unterscheiden sich nicht wesentlich von denen auf der Schachtanlage A, da in der Bemessung des Rohrleitungsnetzes nur geringfügige Änderungen infolge der geringern Strebzahl eingetreten sind, wie die nachstehende Zusammenstellung erkennen läßt.

Rohrlängen m	Rohrdurchmesser mm	Rohroberfläche m²	Preis insges. <i>ℳ</i>
750	150	353,42	7 650
3 600	150	1696,41	36 720
5 300	100	1665,00	29 362
750	80	188,49	3 000
8 100	50	1272,31	17 982
18 500	—	5175,63	94 714

Mittlerer Preis 5,12 *ℳ*/m.

Luftpreis von 0,3 Pf./m³ a. L. 1 211 649 *ℳ*, was einer Belastung je t von 0,67 *ℳ* entspricht.

Gemischter Betrieb.

Beim gemischten Betrieb (Zahlentafel 13) verbleiben der Preßluft, ähnlich wie auf der Schachtanlage A, lediglich die Bohr- und Abbauhämmer, während alle übrigen Kraftverbraucher von der Elektrizität übernommen werden. Der Luftverbrauch des Restluftbetriebes stellt sich demnach wie folgt:

Für Armaturen treten Kosten von 6005 *ℳ* auf, während die Anschlußschläuche einen Aufwand von 26824 *ℳ* erfordern, entsprechend einer Schlauchlänge von insgesamt 4790 m. Für Schrauben, Dichtungen und Rohraufhängungen sind 4564 *ℳ* anzusetzen.

Zahlentafel 13. Jahreskosten des gemischten Betriebes auf der Hochleistungsschachtanlage B bei flacher Lagerung.

Gegenstand	Anzahl		Eingebaute Leistung kW	Verbrauch		Anlagekosten		Kosten			Gesamtkosten		
	vorhanden	betrie-ben		Menge kWh oder m³ a. L.	Kosten¹ <i>ℳ</i>	Stück <i>ℳ</i>	insges. <i>ℳ</i>	für Tilgung und Verzinsung <i>ℳ</i>	für Ersatzteile <i>ℳ</i>	zus. <i>ℳ</i>	<i>ℳ</i>	Pf./t	%
Haspel, große, Abbau	16	11	64	433 422	12 483	12000	192 000	27 974	5 760	33 734	46 673	2,59	6,99
" " Vorricht.		4	64	15 840	456								
" kleine, Abbau	70	54	9	173 502	4 997	2200	154 000	29 106	3 080	32 186	37 373	2,08	5,59
" " Vorricht.		11	9	6 600	190								
Verschiebehaspel	13	11	5	19 800	570	1050	13 650	2 580	273	2 853	3 423	0,19	0,51
Rutschenmot. m. Gz., Abb.	29	26	15	642 330	18 499	4000	116 000	28 698	5 800	34 498	52 997	2,94	7,93
" ohne " Vorr.	18	16	11	304 560	8 771	3500	63 000	15 586	3 150	18 736	27 507	1,53	4,12
" " Vorr.	12	11	10	135 300	3 897	3500	42 000	10 390	2 100	12 490	16 387	0,91	2,45
Schrämmaschinen	38	34	22	367 200	10 575	10000	380 000	94 012	22 800	116 812	127 387	7,08	19,07
Pumpen	9	7	6	18 900	544	1000	9 000	1 701	360	2 061	2 605	0,14	0,39
Luftventilatoren	50	46	0,5	161 184	4 642	400	20 000	3 780	1 400	5 180	9 822	0,55	1,47
Gehäuseventilatoren	7	6	1,5	63 072	1 816	650	4 550	860	319	1 179	2 995	0,17	0,45
Stromverluste (10%)	—	—	—	260 189	7 493	—	—	—	—	—	7 493	0,42	1,12
Elektrischer Teil	—	—	—	2 601 899	74 933	—	994 200	214 687	45 042	259 729	334 662	18,60	50,09
Bohrhämmer	373	339	—	7 017 300	21 052	100	37 300	14 361	5 595	19 956	41 008	2,28	6,14
Abbauhämmer, Abbau	150	140	—	3 210 000	9 630	100	15 000	8 340	2 250	10 590	20 220	1,12	3,03
" " Vorricht.													
Undichtigkeiten (0,22 m³/m² Rohroberfl.)	—	—	—	8 198 199	24 594	—	—	—	—	—	24 594	1,37	3,68
Preßluftteil	—	—	—	18 425 499	55 276	—	52 300	22 701	7 845	30 546	85 822	4,77	12,85
Rohrleitung und Zubehör	—	—	—	—	—	—	132 107	31 498	—	31 498	31 498	1,75	4,72
Kabelnetz, Transformatoren sowie Schalt- und Verteilungsanlagen	—	—	—	—	—	—	434 550	67 551	5 968	73 519	73 519	4,09	11,01
Löhne und Aufsicht für Unterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	142 500	7,91	21,33
insges.	—	—	—	—	130 209	—	1 613 157	336 437	58 855	395 292	668 001	37,11	100

¹ 2,88 Pf./kWh; 0,30 Pf./m³ a. L.

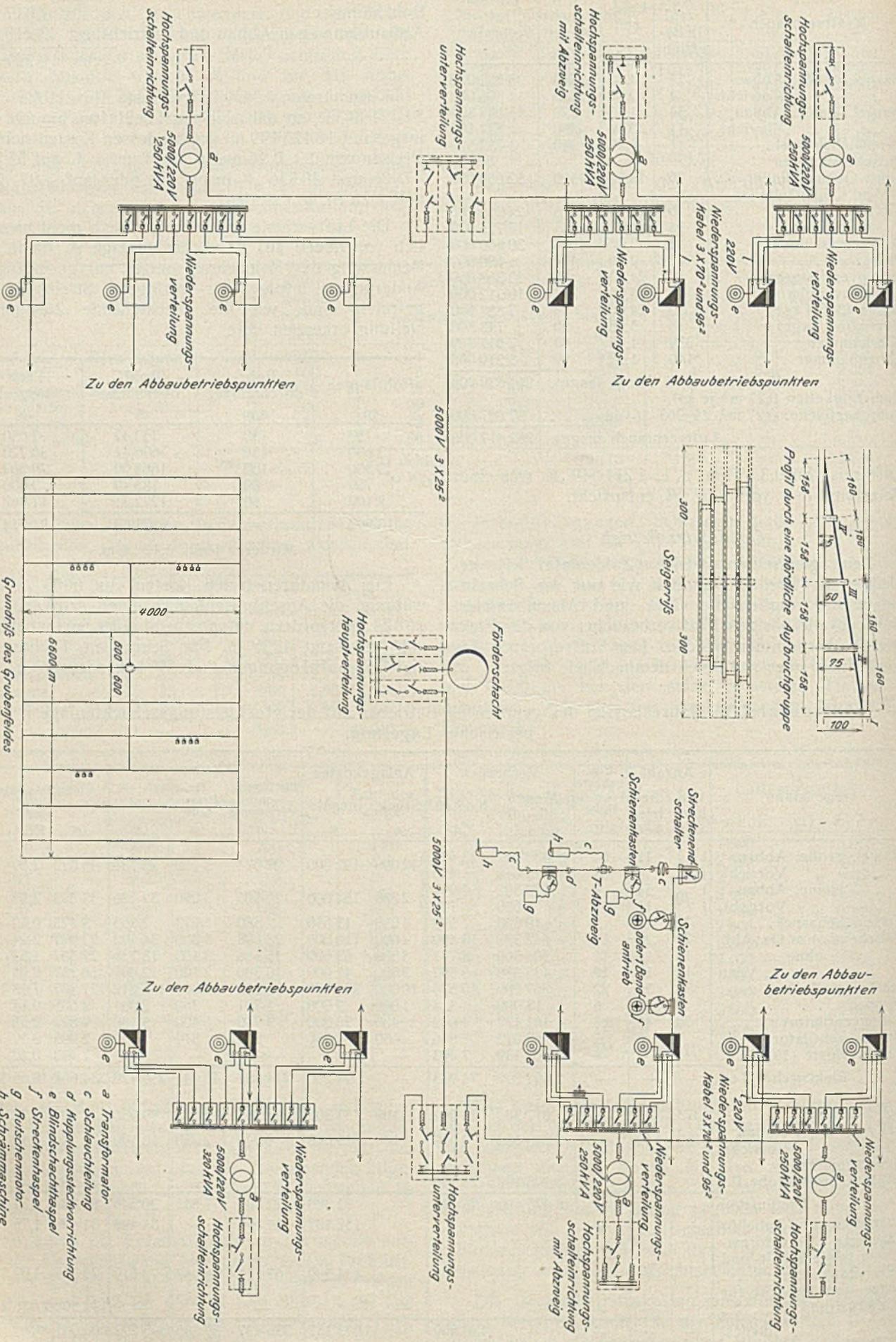


Abb. 2. Kabelnetz der Schachtanlagen B und C.

Grundriss des Grubengebietes

diesen Gründen genügt in den Abteilungen zu je 4 Aufbrüchen nicht mehr je eine Transformatorstelle, sondern es sind deren zwei erforderlich. Ihre Leistung errechnet sich laut nachstehender Aufstellung zu 250 kVA, während die im Ostfelde gelegene Bauabteilung mit 3 Aufbrüchen eines Transformators von 320 kVA bedarf.

Maschinenart	Anzahl	Leistungsaufnahme kWh	Gleichzeitigkeitsfaktor	Gesamtleistungsaufnahme kWh
Haspel, große	2	33,0	0,70	46,0
„ kleine	8	6,3	0,20	10,0
Schrämmaschinen	8	12,0	2,50	48,0
Rutschenantriebe	8	6,1	0,25	46,5
			zus.	150,5
			einschl. Verluste	162,5
			= ~ 250 kVA	

In den Transformator-kammern, die in der Mitte zwischen 2 Aufbrüchen liegen, sind ähnlich wie auf der Anlage A gleichzeitig die Niederspannungsverteilungsanlagen untergebracht. Zur Vermeidung zu starker Kabelquerschnitte und einer zu großen Anzahl von Unterverteilungen sollen im Gegensatz zur Anlage A jeder Abbaubetriebspunkt sowie jeder Aufbruchhaspel durch ein besonderes Kabel gespeist werden. Ein weiterer Grund für diese Maßnahme besteht darin, daß mit Rücksicht auf die durch Streckenhaspel mechanisierte Abbaustreckenförderung Niederspannung in jeder Teilsohlenstrecke verfügbar sein muß. Für die 250-kVA-Stellen ergibt sich somit je eine sechsfeldrige, für die 320-kVA-Stelle eine neunfeldrige Niederspannungsverteilungsschaltanlage.

Für die Zuleitungskabel zu den Haspeln errechnet sich ein Querschnitt von 3 × 35 mm². Im Hinblick auf mögliche Leistungssteigerungen soll ein Kabel von 3 × 50 mm² gewählt werden. Für die Abbaustrecken-kabel ergibt sich unter Annahme eines gleichzeitigen Kraftverbrauchs von etwa 40 kW und einer Länge je Abbaustrecken-kabel von 435 m (75 m Abteilungsquerschlag, 60 m Aufbruch, 260 m Strecke + 10% Durchhang) ein Querschnitt von 3 × 95 mm².

Die Abbaustrecken-kabel enden in jeder Strecke in einem Streckenendschalter, von dem aus die Gummischlauchkabel ihren Ausgang nehmen. Für die davor liegenden Kraftverbraucher, wie Streckenhaspel oder Sonderventilatoren und Pumpen, werden in der Nähe ihres Standortes Schienenkastenabzweige in die Streckenkabel eingebaut, auf denen die Motorschalter angebracht sind.

Die Stromverteilung im Streb ist grundsätzlich dieselbe wie auf der Schachtanlage A. Es ändert sich lediglich der Kabelquerschnitt, der sich mit Rücksicht auf die doppelte Anzahl von Schrämmaschinen von 4 × 35 mm² auf 4 × 50 mm² erhöht.

Die Anlagekosten für ein Energiezuleitungsnetz der nebenstehenden Zusammensetzung betragen 434550 *ℳ*, die entsprechenden Kapital- und Ersatzteilkosten 67551 und 5968 *ℳ* (Zahlentafel 13).

Als letztes sind die Kosten an Löhnen und Gehältern für Wartung und Unterhaltung der Energiezuleitungsanlagen und der genannten Maschinen zu besprechen. Unter Zugrundelegung von täglich 6 Werkstattschichten, 44 Revierelektriker- und -schlosserschichten (4 Schichten je 2 Streben) und der Annahme eines Aufsichtspersonals von 2 Steigern und

An Kabellängen werden insgesamt gebraucht:

	Länge m	Querschnitt mm ²	Preis je m oder je Stück <i>ℳ</i>
Hochspannungskabel			
Schacht	700	3 × 25	4,50
Richtstrecken	3 960	3 × 25	4,50
Abteilungsquerschläge	5 830	3 × 25	4,50
	10 490 ¹		
Niederspannungskabel			
Haspel	2 220	3 × 50	6,00
Abbaustrecken (einschl. Abteilungsquerschläge und Aufbrüche) doppelte Anzahl von Abbaustrecken gegenüber A	10 600	3 × 95	9,50
Gummischlauchleitungen Strecken (21 × 40)	840	4 × 50	16,00
Streben (21 × 175 + Vorrichtung)	4250		
Schrämmaschinen	300		
Abzweigkabel zu den Rutschenantrieben zu 5 m	265	4 × 16	5,00
Abzweigkabel zu den Streckenhaspeln zu 5 m	440		
Ferner sind erforderlich:			Anzahl
Streckenendschalter (im Abbau 21)		28	1260,00
Steckvorrichtungen		100	330,00
4 je Streb (40 m Kabellänge) Vorrichtung 2 · 6		(davon in Betrieb 96)	
Kabelmuffen im Hochspannungsnetz 30 (alle 400 m) im Niederspannungsnetz 180		210	16,00
Kabelaufhängungen		7000	0,50
Transformator-kammern		6	1200,00
Transformatoren, 5 zu 250; 1 zu 320 kVA		6	6000 bzw. 6700
Hochspannungsverteilungsanlagen			
zu je 3 Feldern		3	4500,00
Hochspannungsabzweige		2	370,00
Niederspannungsverteilung			
je 6 Felder		4	4500,00
je 9 Felder		2	6750,00

¹ Weniger als bei A, da keine Aufbrüche in Betracht kommen.

1 Aufseher ergibt sich hierfür eine Gesamtsumme von 142500 *ℳ*. Sie ist um rd. 28000 *ℳ* größer als beim reinen Preßluftbetrieb.

Der gemischte Betrieb erfordert somit folgende Kosten:

	<i>ℳ</i>	%
Kapitaldienst		
Elektrischer Teil	282 238	42,25
Preßluftteil	54 199	8,11
	336 437	50,37
Kraftkosten		
Elektrischer Teil	74 933	11,22
Preßluftteil	55 276	8,28
	130 209	19,50
Ersatzteile		
Elektrischer Teil	51 010	7,64
Preßluftteil	7 845	1,17
	58 855	8,81
Löhne und Gehälter für Wartung und Unterhaltung	142 500	21,33
	668 001	100,00

Diese Summe gilt unter der Voraussetzung von Preßluft- und Strompreisen von 0,3 und 2,88 Pf. Die Belastung je t beträgt demnach für den gemischten Antrieb 37 Pf.

Die entsprechenden Kosten beim reinen Preßluftantrieb sind:

	ℳ	%
Kapitaldienst	277 847	22,93
Kraftkosten (0,3 Pf./m ³ a. L.)	756 954	62,47
Ersatzteile	62 398	5,15
Löhne und Gehälter	114 450	9,45
insges.	1 211 649	100,00

Den Gesamtkosten von 1 211 649 ℳ entspricht eine Belastung je t beim reinen Preßluftantrieb von 67 Pf. Die Ersparnis zugunsten des gemischten Antriebs errechnet sich damit zu 543 648 ℳ insgesamt oder zu 0,30 ℳ/t.

Diese Ersparnisse treten trotz höherer Anlagekosten auf, die sich in beiden Fällen wie folgt stellen:

	Preßluftbetrieb		Gemischter Betrieb	
	ℳ	%	ℳ	%
Maschinenpark				
Preßluftteil	616 165	48,17	52 300	3,24
Elektrischer Teil	—	—	994 200	61,63
zus.	616 165	48,17	1 046 500	64,87
Kraftübertragungsnetz einschl. Zubehör				
Preßluftteil	663 066	51,83	132 107	8,19
Elektrischer Teil	—	—	434 550	26,94
zus.	663 066	51,83	566 657	35,13
insges.	1 279 231	100	1 613 157	100

Schachanlage C, stärkere Betriebszusammenfassung mit Bandbetrieb in den Abbaustrecken.

Die Schachanlage C unterscheidet sich von der Schachanlage B nur dadurch, daß in allen Strecken mit Ausnahme der Kopfstrecken der obersten Streben an die Stelle der Streckenhaspel Bänder treten. In den Kopfstrecken soll weiter mit Streckenhaspeln

gefördert werden, da sie nur der Zuführung von Bergen dienen und ein Band hierfür als nicht genügend ausgenutzt erscheint.

Betriebsverhältnisse.

Die bergmännischen Verhältnisse, Zahl der Abbau- und der Vorrichtungsbetriebe, Abbaufortschritt, die Hereingewinnung durch Schrämmaschinen, Verteilung der Abbaubetriebspunkte innerhalb des Grubengebäudes, sind auf den Schachanlagen B und C gleich.

Die Änderungen in der Zusammensetzung des in Betrieb befindlichen Maschinenparks bestehen somit nur darin, daß 21 Bandantriebe neu hinzukommen und die Zahl der Streckenhaspel sich von 54 auf 10 vermindert. In der Laufzeit der letztgenannten tritt eine Verminderung auf 1,1 h ein, da sie lediglich der Bergförderung dienen. Als durchschnittliche Laufzeit der Bandantriebe kommen 11,75 h in Betracht. Diese ist etwas geringer als die der Rutschenmotoren, weil die in den Sohlengrundstrecken eingesetzten Bänder nur der Abförderung der Kohlen dienen und daher in der Bergeschicht nicht in Betrieb sind.

Preßluftbetrieb.

Der Kraftverbrauch der Abbaustreckenfördermittel auf der Schachanlage C setzt sich wie folgt zusammen:

Maschinenart	Anzahl	Luftverbrauch m ³ a. L./h	Laufzeit h	Luftverbrauch im Jahr m ³ a. L.
Bandantriebe	21	600	11,75	44 415 000
Streckenhaspel	10	570	1,10	1 881 000
zus.				46 296 000

Der Gesamtluftverbrauch der Anlage erhöht sich dadurch von 252417900 m³ auf 283016100 m³, also um rd. 30 Mill. m³ a. L. oder um 12% (Zahlentafel 14). Die entsprechende Steigerung der Kraftkosten beträgt

Zahlentafel 14. Jahreskosten des reinen Preßluftmaschinenbetriebes auf der Hochleistungsschachanlage C bei flacher Lagerung.

Gegenstand	Anzahl		Luftverbrauch		Anlagekosten		Kosten			Gesamtkosten		
	vorhanden	betrie- ben	Menge m ³ a. L.	Kosten ¹ ℳ	Stück ℳ	insges. ℳ	für Tilgung und Verzinsung ℳ	für Ersatz- teile ℳ	zus. ℳ	ℳ	Pf./t	%
Haspel, große, Abbau	16	11	35 532 000	106 596	6000	96 000	20 448	9 600	30 048	140 532	7,8	10,32
„ „ Vorricht.	4	4	1 296 000	3 888	6000							
Bandantriebe	25	21	44 415 000	133 245	7450	186 250	46 078	18 625	64 703	197 948	11,0	14,54
Verschiebehaspel	25	11	1 732 500	5 198	800	20 000	4 948	2 000	6 948	12 146	0,7	0,89
Haspel, kleine, Abbau	12	10	1 881 000	5 643	800	9 600	2 375	960	3 335	8 978	0,5	0,66
„ „ Vorricht.	13	11	577 500	1 733	800	10 400	2 573	1 040	3 613	5 346	0,3	0,39
Rutschenmöt. m. Gz., Abb.	29	26	52 650 000	157 950	1025	29 725	7 354	5 945	13 299	171 249	9,5	12,58
„ ohne „ Vorr.	30	16	24 300 000	72 900	625	18 750	4 639	3 750	8 389	113 464	6,3	8,33
„ „ „ Abb.	11	11	10 725 000	32 175	625							
Schrämmasch. „ Abbau	38	34	30 600 000	91 800	9000	342 000	84 611	27 360	111 971	203 771	11,3	14,96
Pumpen	9	7	1 680 000	5 040	700	6 300	1 559	378	1 937	6 977	0,4	0,51
Lüftventilatoren	18	16	10 368 000	31 104	300	5 400	1 615	810	2 425	33 529	1,9	2,46
Gehäuseventilatoren	7	6	10 512 000	31 536	600	4 200	1 039	630	1 669	33 205	1,8	2,44
Düsen (Sonntags)	46	16	748 800	2 246	15	690	101	—	101	25 699	1,4	1,89
Düsen		30	7 884 000	23 352	15							
Bohrhämmer	373	339	7 017 300	21 052	100	37 300	14 361	5 595	19 956	41 008	2,3	3,02
Abbauhämmer, Abbau	150	140	3 210 000	9 630	100	15 000	8 340	2 250	10 590	20 220	1,1	1,48
„ „ Vorricht.		10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Undichtigkeiten (0,27 m ³ /m ² Rohroberfl.)	—	—	37 887 000	113 661	—	—	—	—	—	113 661	6,3	8,35
zus.	—	—	283 016 100	848 749	—	781 615	200 041	78 943	278 984	1 127 733	62,6	82,82
Rohrleitung und Zubehör	—	—	—	—	—	664 596	119 589	—	119 589	119 589	6,7	8,78
Löhne und Aufsicht für Unterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114 450	6,4	8,40
insges.	—	—	283 016 100	848 749	—	1 446 211	319 630	78 943	398 573	1 361 772	75,7	100

¹ 0,30 Pf./m³ a. L.

Sein Anlagewert sinkt von 994200 auf 614200 *ℳ*, die einen Kapitaldienst von 120676 *ℳ* erfordern, während für Ersatzteile 22242 *ℳ* notwendig sind (Zahlentafel 17).

Der Kraftbedarf geht um rd. 41000 kWh auf 2190233 kWh zurück. Dementsprechend verringern sich die Stromkosten auf 63078, 54668 und 46257 *ℳ* oder auf 3,5, 3 und 2,5 Pf./t.

Der Fortfall der Schrämmaschinen hat ähnlich wie bei der Preßluft nicht nur eine Abnahme des Gesamtkraftbedarfs, sondern auch eine fühlbare Herabsetzung des durchschnittlichen Stromverbrauchs zur Folge. Infolgedessen ergeben sich auch im Vergleich zu den Schachtanlagen B und C verschiedene Bemessungen der Kabelquerschnitte und Transformatorenleistungen, worauf im folgenden näher eingegangen sei (Abb. 3).

Der durchschnittliche Gesamtkraftbedarf sinkt gegenüber der Schachtanlage B um 157 kW auf 585 kW. Zur Übertragung dieser Leistung bedarf es eines Kabelquerschnitts von 16 mm² im Schacht. Die Verteilung dieser Leistung auf das Ost- und Westfeld geschieht in gleicher Weise wie bei den beiden zuletzt beschriebenen Schachtanlagen im Verhältnis von 2:3, so daß 60% = 351 kW für den stärker beanspruchten Feldesteil in Betracht kommen. Mit Rücksicht auf Änderungen in der Verteilung des Abbaus soll aber für den augenblicklich schwächer belegten Feldesteil dieselbe Belastung vorgesehen werden. Auf dieser Grundlage ergibt sich auch für die Richtstrecken und Abteilungsquerschläge ein Kabelquerschnitt von 16 mm². Die Hochspannungsverteilungsanlagen am Schachtfußpunkt sowie bei den Abzweigungen in die Abteilungsquerschläge bleiben die gleichen wie bei der Schachtanlage B. Sie setzen sich also aus einer dreifeldrigen Hauptverteilung am Schacht und zwei dreifeldrigen Unterverteilungen in den Richtstrecken zusammen. Die Längen der Hochspannungskabel erfahren keine Veränderung.

Dem verringerten Kraftverbrauch entsprechend vermindert sich auch die Gesamttransformatorenleistung, so daß man in jeder Abteilung mit je einem Transformator auskommt, dessen Leistung 320 kVA in den Abteilungen mit je 4 Aufbrüchen und 250 kVA in der Abteilung mit 3 Aufbrüchen beträgt.

Größere Veränderungen treten in der Niederspannungsverteilung ein. Infolge der schwächeren Belastung der Zuleitungen zu den Abbaubetriebspunkten lassen sich unter Innehaltung wirtschaftlicher Kabelquerschnitte im Gegensatz zu den Schachtanlagen B und C nur 2 Kabel in den Aufbrüchen verwenden, nämlich eins von 70 mm² für die Speisung des Haspelmotors und ein anderes von 95 mm² zur Versorgung der Abbaubetriebspunkte. Dieses Kabel verzweigt sich an den obern Stapelanschlägen mit vermindertem Querschnitt von 50 mm² in die Abbaustrecken, wozu jeweilig eine zweifeldrige Unterverteilungsanlage notwendig ist.

Hinsichtlich der Länge besteht zwischen den beiden Niederspannungskabeln, die der Speisung der Haspelmotoren und der Unterverteilungsanlagen dienen, kein Unterschied, weil die Niederspannungsverteilungen in den Haspelkammern untergebracht werden können. Sie errechnet sich für jedes Kabel zu 2880 m, wovon 1980 m auf die Abteilungsquerschläge zur Überbrückung der Entfernungen von den Trans-

formatorkammern bis zu den Stapelfußpunkten entfallen (1320 m in den beiden großen Abteilungen, je 330 m in der kleinen und in der Vorrichtungsabteilung), während die restlichen 900 m in den Aufbrüchen selbst verlegt werden müssen. Bei der Berechnung der für die Abbaustrecken in Betracht kommenden Kabellängen ist zwischen den Grundstrecken und den obern Strecken zu unterscheiden. An Abbaustrecken sind 27 vorhanden, für die ein Kabel von jeweils 275 m Länge vorzusehen ist. Außerdem sind für die Speisung der Grundstrecken Kabel gleichen Querschnitts in den Abteilungsquerschlägen zu berücksichtigen, die ihren Ausgang unmittelbar von den Transformatorkammern nehmen. Ihre Länge beträgt 375 m. Sie ist entsprechend 4 Abteilungen viermal zu verlegen.

Die sich anschließenden Gummischlauchkabel dienen der Versorgung eines Streckenhaspels und zweier Rutschenmotoren, von denen sich der untere in etwa 100 m Entfernung von der obern Abbaustrecke befindet. Die Gesamtlänge eines Gummischlauchkabels beträgt somit je Streb 150 m + 10% = 165 m. Sein Querschnitt errechnet sich zu 4 × 35 mm². Insgesamt sind demnach folgende Kabellängen erforderlich:

	Länge m	Quer- schnitt mm ²	Preis je m oder je Stück <i>ℳ</i>
Hochspannungskabel	10 500	3 × 16	4,50
Niederspannungskabel, davon zur Speisung der Haspel in den großen Abteilungen 1320, in den kleinen Abteilungen 900 m	2 880	3 × 95	9,50
zur Speisung der Unter- verteilungen dasselbe	2 880	3 × 95	9,50
Obere Abbaustrecken 21·275 m .	5 775	3 × 50	6,00
Grundstrecken, 4·375 m + 10%, Abteilungsquerschlag 6·275 + 10% und Aufbrüche	3 460	3 × 50	6,00
Gummischlauchleitungen Strecken (21·50 m)	1 050	4 × 50	12,00
Streben (21·110 m) + Vor- richtung (5·150 m)	3 060	—	12,00
Abzweigkabel zu den Rutschen- antrieben je 5 m	265	4 × 16	5,00
Abzweigkabel zu den Strecken- haspeln	440	4 × 16	5,00
An Schalt- und Installationsmaterial sind vorzusehen:		Anzahl	
Streckenendschalter		28	1260,00
Steckvorrichtungen, 2 je Streb		rd. 60	330,00
Kabelmuffen im Hochspannungsnetz 30		230	16,00
im Niederspannungsnetz 200			
Kabelaufhängungen		6000	0,50
Transformatorkammern		4	1200,00
Transformatoren: 3 zu 320, 1 zu 250 kVA		4	6700 bzw. 6000
Hochspannungsverteilungsanlagen . . .		3	4500,00
Niederspannungshauptverteilungen zu je 8 Feldern		3	6000,00
zu je 6 Feldern		1	4500,00
Niederspannungsunterverteilungen zu je 2 Feldern		10	1500,00

Die Anlagekosten eines derartigen Energieübertragungsnetzes belaufen sich auf 353860 *ℳ*. Es erfordert einen Kapitaldienst von jährlich 51796 *ℳ* und Ersatzteilkosten von 4301 *ℳ*.

Der Umfang des Preßluftteils beim gemischten Betrieb erfährt eine Steigerung, die sowohl beim Luftverbrauch als auch bei der Bemessung des Rohr-

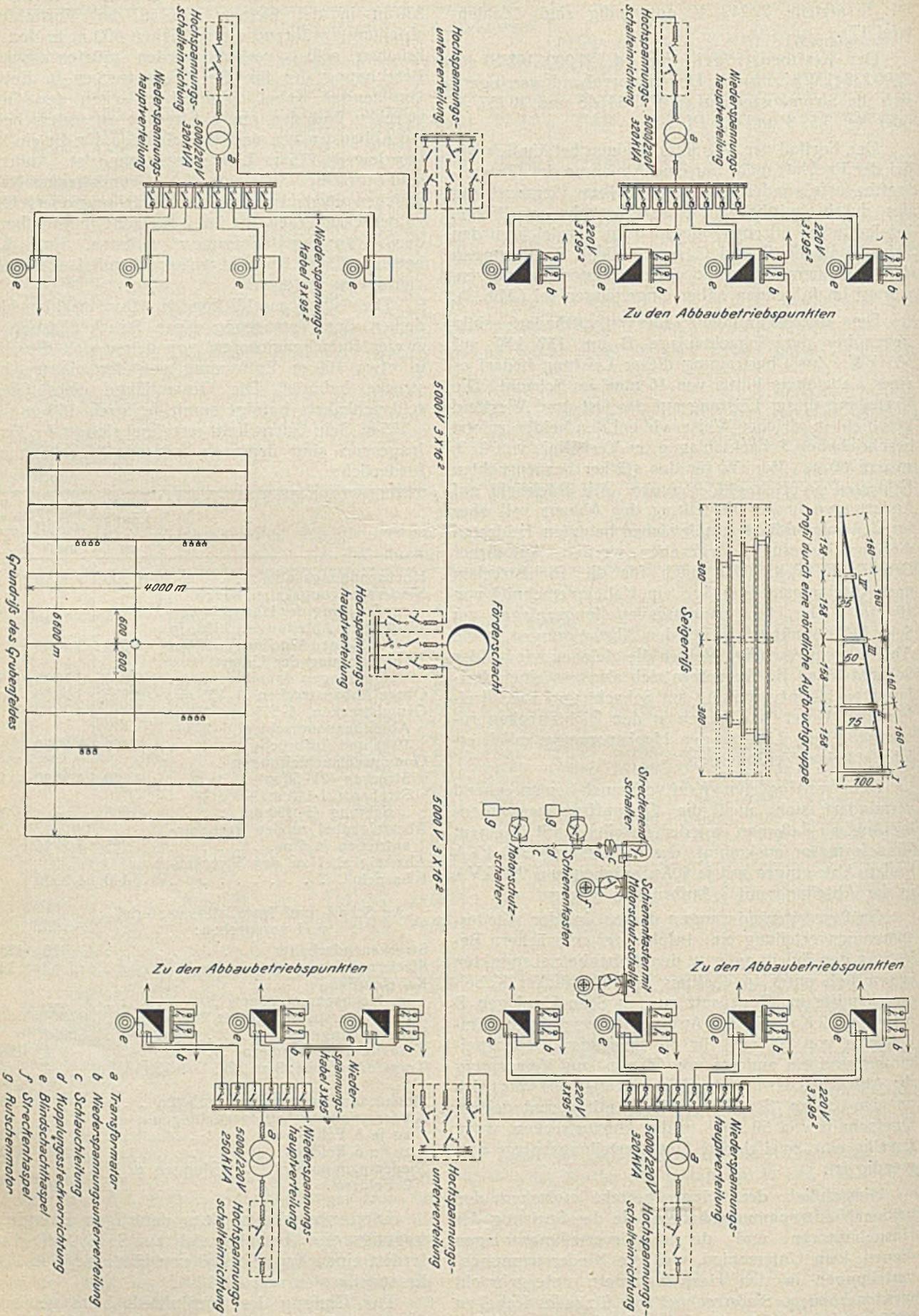


Abb. 3. Kabelnetz der Schachanlage D.

leitungsnetzes in Erscheinung tritt. Der jährliche Luftverbrauch stellt sich wie folgt:

	m ³ a. L.
Bohrhämmer . . .	7 017 300
Abbauhämmer . .	28 200 000
	35 217 300

Dazu treten die Luftverluste, die ähnlich wie bei den andern Schachtanlagen zu 0,22 m³ je m² Rohroberfläche angenommen seien. Da diese, wie aus der nachstehenden Berechnung des Rohrleitungsnetzes hervorgeht, 7070 m² beträgt, sind die jährlichen Preßluftverluste 0,22 · 24 · 300 · 7070 = 11 198 801 m³, so daß sich ein Preßluftverbrauch von insgesamt 46 416 101 m³ ergibt, deren Kosten sich auf 139 248, 120 682 und 102 115 *ℳ* belaufen, je nach dem man als Preis der Preßluft 0,3, 0,26 oder 0,22 Pf. einsetzt. Die Belastung je t durch die Luftkosten beträgt in den drei Fällen 7,7, 6,7 und 5,7 Pf.

Die Berechnung des Rohrleitungsnetzes ergab folgende Werte:

	Rohrlänge m	Rohrdurchmesser mm	Rohroberfläche m ²	Preis <i>ℳ</i>
Schacht- und Verbindungsstück	750	200	471,23	15 075
Richtstrecken	3600	150	1696,41	36 720
Abteilungsquerschläge	5300	125	2081,24	40 740
Blindschächte	750	80	188,50	3 010
Abbaustrecken	8100	80	2035,70	32 400
Streben	3800	50	596,90	22 724
			zus. |	150 623

Die für dieses Rohrleitungsnetz erforderliche Anzahl Schieber, Ventile und Krümmer sowie ihre Kosten sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

	Rohr. Dmr.	Schieber und Ventile			Krümmer		
		Preis je Stück <i>ℳ</i>	An- zahl	Preis insges. <i>ℳ</i>	Preis je Stück <i>ℳ</i>	An- zahl	Preis insges. <i>ℳ</i>
Schacht- und Verbindungsstück	200	100,00	4	400,00	92,00	2	184,00
Richtstrecken	150	63,70	3	191,10	34,40	4	137,60
Abteilungsquerschläge	125	49,00	18	882,00	24,00	14	336,00
Blindschächte	80	58,00	30	1740,00	8,40	36	302,40
Abbaustrecken	80	58,00	72	4176,00	8,40	72	604,80
Streben	50	33,60	66	2217,60	—	—	1564,80
	zus.	—	—	9606,70	—	—	—

An Schlauchkosten ergeben sich für 940 Abbauhämmer und 339 Bohrhämmer, unter Annahme einer Schlauchlänge je Hammer von 10 m und eines Preises je m Schlauch von 5,60 *ℳ*, insgesamt 71 624 *ℳ*, entsprechend einer Schlauchlänge von zusammen 12 790 m.

Dazu kommen Rohraufhängungen, Schrauben und Dichtungen für zusammen 5905 *ℳ*, so daß das Energiezuleitungs- und -verteilungsnetz für Preßluft beim gemischten Betrieb auf 239 324 *ℳ* zu stehen kommt, wodurch Kapitaldienstkosten von 66 295 *ℳ* jährlich, also von rd. 28% des Anlagewertes erwachsen.

Die Anlagekosten des Maschinenparks des Preßluftteils beim gemischten Betrieb sind dagegen erheblich geringer und beziffern sich nur auf 139 800 *ℳ*. Der Kapitaldienst dieser Summe beläuft sich jedoch mit 71 351 *ℳ* auf über 50% des Anlagewertes, während die Ersatzteilkosten von 20 970 *ℳ* 15% des Anlagekapitals ausmachen.

Hinsichtlich der Lohnkosten und Gehälter für Wartung und Unterhaltung ist bei der Schachtanlage D mit Abbauhämmerbetrieb im Vergleich zu den Anlagen B und C kein Unterschied zu verzeichnen. Sie können unverändert mit 142 500 *ℳ* angesetzt werden.

Die Betriebskosten stellen sich somit für den gemischten Betrieb der Schachtanlage D wie folgt:

	<i>ℳ</i>	%	Von der Gesamtsumme %
Kapitaldienst			
Elektrischer Teil	172 472	55,61	
Preßluftteil	137 646	44,39	
	310 118	100,00	44,15
Kraftkosten			
Elektrischer Teil	63 078	31,18	
Preßluftteil	139 248	68,82	
	202 326	100,00	28,80
Ersatzteile			
Elektrischer Teil	26 543	55,86	
Preßluftteil	20 970	44,14	
	47 513	100,00	6,76
Lohnkosten und Gehälter für Unterhaltung	142 500		20,29
	702 457		100,00

Diese Summe von 702 457 *ℳ* gilt bei einem Luftpreis von 0,3 Pf./m³ a. L. und einem Strompreis von 2,88 Pf./kWh. Die Kosten je t betragen in diesem Falle 0,38 *ℳ*.

Die Betriebskosten des reinen Preßluftbetriebes seien zum Vergleich ebenfalls zusammengefaßt.

	<i>ℳ</i>	%
Kapitaldienst	250 630	21,94
Kraftkosten	729 167	63,83
Ersatzteile	48 163	4,21
Löhne und Gehälter für Unterhaltung	114 450	10,02
	zus. 1 142 410	100,00

Die Betriebskosten des reinen Preßluftbetriebes sind somit um 60% höher als beim gemischten Betrieb. Sie belaufen sich auf 1 142 410 *ℳ* unter der Voraussetzung eines Luftpreises von 0,3 Pf. Die Kosten je t betragen dementsprechend 0,63 *ℳ*. Die Ersparnisse zugunsten des gemischten Betriebes errechnen sich demnach im Jahre zu 0,24 *ℳ*/t, sind also um rd. 5 Pf. geringer als bei der Schachtanlage B, bei der die Hereingewinnung nicht durch preßluftbetriebene Abbauhämmer, sondern durch elektrische Schrämmaschinen erfolgt.

Zum Schluß seien die Anlagekosten des Preßluft- und gemischten Betriebes der Anlage D miteinander verglichen.

	Preßluftantrieb		Gemischter Antrieb	
	<i>ℳ</i>	%	<i>ℳ</i>	%
Maschinen				
Preßluft	361 665	36,36	614 200	45,59
Elektrizität	—	—	139 800	10,38
	zus.	361 665	754 000	55,97
Energiezuleitung und -verteilung				
Preßluft	633 103	63,64	239 324	17,76
Elektrizität	—	—	353 860	26,27
	zus.	633 103	593 184	44,03
	insges.	994 768	1 347 184	100,00

Daraus ergibt sich, daß die Anlagekosten beim gemischten Betrieb um rd. 350000 M höher sind als beim reinen Preßluftbetrieb. Dafür sind jedoch die jährlichen Betriebskosten einschließlich Kapitaldienst um rd. 440000 M geringer, so daß die Mehrkosten schon in weniger als einem Jahre ausgeglichen sein können.

Zusammenfassende Schlußbetrachtungen.

Als übereinstimmendes Ergebnis der für normale flache Lagerungsverhältnisse ausgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen kann festgestellt werden, daß der gemischte Betrieb erheblich geringere Betriebskosten aufweist als der reine Preßluftbetrieb. Die Ersparnisse insgesamt oder je t hängen von dem Grade der Betriebszusammenfassung und dem Stande der Mechanisierung ab. Je weitgehender die Betriebszusammenfassung, je höher der Kraftverbrauch im Vergleich zu den Anlagekosten des Maschinenparks und je geringer der Anteil der Schlagwerkzeuge ist, desto größer sind im allgemeinen die Ersparnisse.

Die Schachtanlagen Minister Stein und D unterscheiden sich bei ungefähr gleicher Art der Mechanisierung (Hereingewinnung mit Abbauhämmern, Abbaustreckenförderung mit Haspeln) durch den Grad der Betriebszusammenfassung, der auf der Schachtanlage D höher als auf der Zeche Minister Stein ist. Die Ersparnisse zugunsten des gemischten Betriebes nehmen infolgedessen von 0,20 M/t auf 0,24 M/t zu. Zwischen den Schachtanlagen A und B besteht ein Unterschied in den Ersparnissen zugunsten des gemischten Betriebes nicht. Sie belaufen sich in beiden Fällen auf 0,30 M/t , obgleich bei B die Förderung je Betriebspunkt größer und die Zahl der Betriebspunkte geringer ist als bei der Schachtanlage A. Der hierin liegende Vorteil wird für die Maschinenbetriebskosten jedoch offenbar durch die Tatsache wieder ausgeglichen, daß sich die Zahl der Förderabteilungen von 2 bei der Schachtanlage A auf 3 bei der Schachtanlage B erhöht hat.

Die Einwirkung der Art der Mechanisierung auf die Höhe der Ersparnisse des gemischten Antriebs im Verhältnis zum reinen Preßluftantrieb kommt klar durch einen Vergleich der Schachtanlagen B, C und D zum Ausdruck. Hinsichtlich des Grades der Betriebszusammenfassung, Zahl der Abbaubetriebspunkte, Höhe der Förderung bestehen zwischen ihnen keine Unterschiede. Bei der Schachtanlage D, welche die Hereingewinnung mit Hilfe von Abbauhämmern vornimmt, ist der gemischte Antrieb dem reinen Preßluftantrieb um 0,24 M/t überlegen. Die Schachtanlage B wendet Schrämmaschinen an, wodurch nicht nur der Kraftverbrauch, sondern auch der elektrisch betriebene Anteil des Maschinenparks eine Zunahme erfährt, so daß bei gemischtem Antrieb gegenüber reinem Preßluftantrieb eine Ersparnis von 0,30 M/t eintritt. Die Schachtanlage C hat ihre Abbaustreckenförderung an Stelle von Streckenhaspeln zum überwiegenden Teil mit Bändern ausgestattet, durch Maschinen also, die einen höhern Kraftbedarf aufweisen als Streckenhaspel; die Ersparnis zugunsten des gemischten Antriebs steigt infolgedessen von 0,30 auf 0,37 M/t . Die gemeinsame Einwirkung sowohl der Betriebszusammenfassung als auch der Art der Mechanisierung kommt bei einem Vergleich der Schachtanlage Minister Stein mit den Schachtanlagen A, B und C zum Ausdruck. Die Verminderung

der Betriebskosten erhöht sich durch beide Einflüsse von 0,20 auf 0,30 und 0,37 M/t .

Von fühlbarem Einfluß sind ferner die Preise der Energieeinheiten, also der Preis je m^3 a. L. und je kWh. Ihre Einwirkung auf die Gesamtkosten ist jedoch nicht gleich, vielmehr sind Änderungen des Preßluftpreises von wesentlich größerer Bedeutung als anteil- oder auch zahlenmäßig gleiche Änderungen des Strompreises. Die Erklärung für diese Tatsache liegt darin, daß der Verbrauch an Preßlufteinheiten (m^3 a. L.) unter der Voraussetzung gleichen Kraftbedarfs einer Anlage etwa 100 mal größer ist als der Verbrauch an Einheiten elektrischer Arbeit (kWh). So entsprechen z. B. bei der Schachtanlage A 2,15 Mill. kWh etwa 200 Mill. m^3 a. L.

Die Summen, welche die durch Anwendung der Elektrizität erzielbare Kostenverminderung je t kennzeichnen, also die Werte 0,20; 0,24; 0,30 und 0,37 M/t , gelten unter der Voraussetzung eines Preßluftpreises von 0,3 Pf./ m^3 a. L. und eines Strompreises von 2,88 Pf./kWh. Sinkt der Preßluftpreis jeweils um 0,04 Pf. auf 0,26 und 0,22 Pf., der Strompreis um einen ähnlichen Betrag, also auf 2,49 und 2,11 Pf., so verringern sich die Kraftkosten beim reinen Preßluftantrieb aller untersuchten Anlagen jeweils um rd. 100000 M , beim gemischten Antrieb dagegen nur um jedesmal 15000–30000 M . Je t Förderung verbilligen sich dadurch die Gesamtkosten beim Preßluftantrieb um jeweils 5–6 Pf., beim gemischten Antrieb jedoch nur um 1–2 Pf. Der Preßluftantrieb verbilligt sich also durch Verminderung der Kraftkosten in wesentlich stärkerem Maße als der gemischte Antrieb, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß eine Herabsetzung der angenommenen Preßluftkosten von 0,30 auf 0,26 und 0,22 Pf. auf größere Schwierigkeiten stoßen dürfte als eine Herabsetzung der Stromkosten.

Die natürliche Folge dieses Unterschiedes in der Auswirkung einer Verbilligung der Preßluft- und der Stromkosten auf die Höhe der Gesamtkosten ist eine Verminderung der Ersparnisse, die zugunsten des gemischten Antriebs im Vergleich zum Preßluftantrieb eintreten. Diese Verminderung beläuft sich auf 5 bis 6 Pf. weniger 1–2 Pf., also auf 4–5 Pf./t. Betrag also bei einem Preßluftpreis von 0,3 Pf. und einem Strompreis von 2,9 Pf. die Ersparnis je t 0,20 M , so sinkt sie bei den genannten niedrigern Preisen für Luft und Strom auf 0,16 und 0,12 M/t . Entsprechend geht sie von 0,37 M/t auf 0,32 und 0,26 M/t zurück. Im einzelnen ist die Auswirkung der Luft- und Strompreise aus der nachstehenden Zahlentafel ersichtlich, die erkennen läßt, daß selbst bei den niedrigsten der angenommenen Preßluftpreise die kostenmäßige Auswirkung der Elektrifizierung eine beachtliche Höhe erreicht.

Erst wenn der Preßluftpreis auf 0,1 Pf./ m^3 a. L. herabgesetzt werden könnte, würde ein kostenmäßiger Vorteil in der Verwendung der Elektrizität bei Abbauhämmerbetrieb nicht mehr festzustellen sein, während bei Anwendung von Schrämmaschinen auch dann noch der gemischte Betrieb um 8–15 Pf./t billiger wäre als der reine Preßluftantrieb. In diesem Falle verschwindet der kostenmäßige Unterschied zwischen beiden Antriebsarten erst dann, wenn die Preßluft ungefähr kostenlos geliefert werden könnte.

	Schachtanlagen										
	Minister Stein		A		B		C		D		
	Preßluftbetrieb M	Gemischter Betrieb M	Preßluftbetrieb M	Gemischter Betrieb M	Preßluftbetrieb M	Gemischter Betrieb M	Preßluftbetrieb M	Gemischter Betrieb M	Preßluftbetrieb M	Gemischter Betrieb M	
Betriebskosten je t bei Energiepreisen je m ³ a. L. bzw. kWh von	0,30 bzw. 2,880 Pf. 0,26 „ 2,496 „ 0,22 „ 2,112 „	0,78 0,72 0,66	0,58 0,56 0,54	0,69 0,63 0,58	0,39 0,38 0,37	0,67 0,62 0,56	0,37 0,36 0,35	0,76 0,70 0,63	0,39 0,38 0,37	0,63 0,58 0,53	0,39 0,37(5) 0,36
Ersparnisse insgesamt und je t bei gemischtem gegenüber Preßluftbetrieb bei Energiepreisen je m ³ a. L. bzw. kWh von	0,30 bzw. 2,880 Pf. insges. je t 0,26 bzw. 2,496 Pf. insges. je t 0,22 bzw. 2,112 Pf. insges. je t	285 671 0,20 229 276 0,16 172 883 0,12		445 285 0,30 374 650 0,25 304 010 0,21		543 648 0,30 460 343 0,26 376 735 0,21		662 508 0,37 568 207 0,32 473 604 0,26		439 953 0,24 369 707 0,21 299 462 0,17	

Die Ursache für die geringern Maschinenbetriebskosten des gemischten Antriebs im Vergleich zum reinen Preßluftantrieb liegt lediglich in den wesentlich niedrigeren Kraftkosten, die beim gemischten Antrieb nur $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{6}$ von denen beim Preßluftantrieb betragen. Der Kraftverbrauch je t beläuft sich, wie aus nachstehender Zusammenstellung hervorgeht, für reinen Luftantrieb bei allen untersuchten Schachtanlagen auf durchschnittlich 145 m³/t. Für gemischten Antrieb werden dagegen je t Förderung bei Verwendung von Schrämmaschinen nur 10 m³ a. L. und 1,5 kWh, bei Verwendung von Abbauhämmern an Stelle der Schrämmaschinen 25–40 m³ a. L. und 1,1 kWh benötigt.

	Preßluftantrieb m ³ a. L.	Gemischter Antrieb	
		m ³ a. L.	kWh
Minister Stein	149,8	42,0	1,04
Schachtanlage A	142,4	10,8	1,44
Schachtanlage B	140,2	10,2	1,45
Schachtanlage C	157,2	9,3	1,63
Schachtanlage D	135,0	25,8	1,22

Von den übrigen an den Betriebskosten beteiligten Kostenarten sind außer den Kraftkosten noch Ersatzteilkosten, Lohnkosten für Unterhaltung und Wartung sowie Kapitalkosten zu nennen. Bei den Ersatzteilkosten besteht zwischen Preßluft- und gemischtem Antrieb kein wesentlicher Unterschied. Die Lohnkosten für Unterhaltung und Wartung sind dagegen beim gemischten Antrieb höher, und zwar um etwa 3 Pf./t. Auch hinsichtlich des Kapitaldienstes steht der gemischte Antrieb dem Preßluftantrieb infolge der höhern Anlagekosten, deren er bedarf, etwas nach, und zwar beträgt der Unterschied bei den untersuchten Anlagen 2–8 Pf./t.

Die Anlagekosten des gemischten Betriebes sind bei vier der untersuchten Anlagen um 17–35 % höher als die des reinen Preßluftbetriebes. Je t Jahresförderung macht diese Steigerung 15–20 Pf. aus. Nur bei der Zeche Minister Stein, die im zugrunde gelegten Jahre 1928 noch zahlreiche Betriebspunkte aufwies, ist der Unterschied größer. Er beträgt 70 % oder 55 Pf./t Jahresförderung. Bemerkenswert ist dabei, daß die Mehrkosten des gemischten Betriebes keineswegs, wie zunächst angenommen werden könnte, auf die Notwendigkeit zweier Energiezuleitungen, einer für den Strom und einer für den Restluftbetrieb, zurückzuführen sind. Beide zusammen einschließlich

Zubehör sind sogar vielfach billiger als das zum Teil aus großen Durchmessern zusammengesetzte Rohrleitungsnetz. Der Mehrpreis beruht vielmehr in erster Linie auf dem Maschinenpark, der bei elektrischem Antrieb teurer ist als bei Luftantrieb. So ist auch festzustellen, daß von den Anlagekosten des gemischten Antriebs mehr als die Hälfte (meist 55–70 %) auf die Maschinen und nur der kleinere Teil auf die Energiezuleitungs- und -verteilungsanlagen entfällt. Beim Preßluftantrieb ist es häufig umgekehrt; jedenfalls sind die Unterschiede weniger groß.

Im ganzen ist zu den höhern Anlagekosten des gemischten Betriebes zu sagen, daß sie durch die geringern Betriebskosten bereits nach verhältnismäßig kurzer Zeit — $\frac{3}{4}$ bis 3 Jahren — wieder ausgeglichen werden können. Dies gilt sowohl für die vollständige als auch für die schrittweise durchgeführte Elektrifizierung des Betriebes. Die unmittelbare elektrische Ausgestaltung eines ganzen Betriebes wird nur bei Neuanlagen, also bei neuen Fördersohlen und bei Schaffung neuer Schachtanlagen, in Betracht kommen. Viel häufiger wird die allmähliche Umstellung des Preßluftantriebs auf gemischten Antrieb für eine in Förderung befindliche Sohle sein. Ist der Kohlenvorrat dieser Sohle noch erheblich und liegt flache, nicht allzu gestörte Lagerung vor, so kann allein aus Gründen laufender Betriebsersparnis eine Umstellung notwendig werden. Daneben können jedoch noch besondere Anlässe eintreten, die eine Elektrifizierung als ratsam erscheinen lassen, wie 1. Zwang zur Beschaffung eines neuen Kompressors infolge Überalterung der bisher in Betrieb befindlichen oder infolge wachsenden Kraftverbrauchs durch Zunahme der Förderung, Einführung von Blasversatz, umfangreiche Anwendung von Schrämmaschinen oder Förderbändern, 2. Betriebszusammenfassung, verbunden mit einem Übergang zu leistungsfähigern elektrischen Großhaspeln, 3. Überalterung des Rohrnetzes, 4. Einführung elektrischer Abbau- und Abbaustreckenbeleuchtung.

In diesem Zusammenhang erhebt sich die Frage, wie hoch sich die Kosten einer teilweise vorgenommenen, allmählichen Umstellung belaufen werden. Sie können nach den obigen Angaben auf 0,80–1 M/t oder auf 80 000–100 000 M je 100 000 t Jahresförderung, also etwa je Revier, veranschlagt werden. Hierbei ist natürlich zu berücksichtigen, daß die Umstellung des ersten Reviers diesen Satz mehr oder weniger überschreiten wird, weil man dafür bereits einen Teil

der Hochspannungskabel verlegen muß, der später auch den andern Revieren zugute kommt. Hier wird jeder Einzelfall für sich behandelt werden müssen, wie man überhaupt erst auf Grund einer die besonderen Verhältnisse berücksichtigenden Wirtschaftlichkeitsberechnung in der Lage ist, das Endurteil über die Elektrifizierung einer Schachanlage zu sprechen.

Die Vorteile der elektrischen Gestaltung des Untertagebetriebs, im besondern bei flacher Lagerung, erschöpfen sich nicht in einer unmittelbaren Verbilligung der Betriebskosten, sondern es sind noch eine Reihe weiterer Vorzüge damit verbunden, deren Auswirkung nicht ohne weiteres kostenmäßig erfaßt werden kann. Da die vorliegenden Untersuchungen jedoch in erster Linie einen Wirtschaftlichkeitsvergleich geben sollen, sei hier nur kurz, aber mit Nachdruck darauf hingewiesen. Einige dieser weiteren Vorzüge betreffen den Untertagebetrieb. Hierbei ist einmal die Abbauleuchtung zu erwähnen, die bei Preßluftbetrieb wirtschaftlich undurchführbar ist, bei Vorhandensein elektrischen Stromes im Abbau dagegen mit nur geringen Mehrkosten von einigen

Pfennigen je t eingerichtet werden kann. Reinere Kohle, leichtere Überwachung und damit erhöhte Sicherheit sowie Leistungssteigerung sind die Wirkungen der Abbauleuchtung, auf die bereits mehrfach aufmerksam gemacht worden ist¹. Überdies ist eine Leistungssteigerung durch die Überlastbarkeit der Elektromotoren, durch ihre im Vergleich zu Preßluftmaschinen größere Anpassungsfähigkeit an Belastungsschwankungen sowie durch das Fehlen der bei Preßluft fast unvermeidlichen Druckschwankungen zu erwarten. Ein weiterer Vorzug betrifft die Energiewirtschaft über Tage. Die Elektrizität ermöglicht eine Zusammenfassung der Erzeugung in weit höherem Maße als die Preßluft, deren wirtschaftliche Verteilung auf größere Entfernung trotz mancher Fortschritte große Schwierigkeiten bereitet. Die Zusammenfassung der Erzeugung erlaubt ferner die Bereithaltung einer gemeinsamen Aushilfe, die bei Preßluft große Kosten verursacht. Eine lohnende Aufgabe dürfte es sein, diesen hier nur angedeuteten Fragen im einzelnen nachzugehen.

¹ Z. B. Glückauf 1927, S. 477; 1930, S. 508.

Neue Gesichtspunkte in der Wärmewirtschaft des Koksofens durch das It-Diagramm.

Von Dr.-Ing. K. Baum und Dr.-Ing. W. Litterscheidt, Essen.

(Mitteilung des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen.)

Die Entwicklung im Koksofenbau haben im wesentlichen drei Ziele geleitet: hohe Ofenleistung, niedriger Wärmeaufwand und zweckmäßige Wandbeheizung. Diese Aufgaben lassen sich jedoch nicht scharf voneinander trennen, weil sie eng miteinander verknüpft sind. Da die Beheizung des Koksofens den Ausgangspunkt der Betrachtungen bilden muß, soll versucht werden, die Entwicklung und die Aussichten im Koksofenbau von diesem Gesichtspunkte aus darzustellen.

Zur Ofenbewertung wurde bisher bekanntlich der untere Heizwert der je kg Kokskohle verfeuerten Gasmenge benutzt. Die heute erreichten Wärmeverbrauchsahlen von 500–530 kcal für 1 kg Kokskohle mit etwa 10–12% Feuchtigkeit gegenüber 1100 bis 1200 kcal, d. h. fast der gesamten in der Fettkohle in Gasform enthaltenen Wärmeenergie bei den ersten Abhitzeöfen, zeigen ohne weiteres, daß hier eine besondere Entwicklung stattgefunden haben muß. Mit der Anwendung des Regenerativverfahrens wurde der Wärmeverbrauch bekanntlich auf 700–800 kcal/kg herabgesetzt, und nach einer eingehendern baulichen Durchbildung war es möglich, ihn auf 600 kcal/kg zu senken. Damit schien der denkbar günstigste Wert erreicht zu sein, denn die einfache Rechnung ergibt, daß diese Wärmemenge als fühlbare Wärme in den einzelnen Erzeugnissen — Koks, Gas, Wasserdampf, Teer, Benzol — und als notwendigerweise in Kauf zu nehmende Verluste an fühlbarer Wärme im Rauchgas sowie durch Strahlung und Leitung an die Umgebung vorhanden ist. Hierbei ist jedoch angenommen, daß der Verkokungsvorgang von keinerlei Wärmetönungen positiver oder negativer Art begleitet wird. Tatsächlich hat man in den letzten Jahren erheblich geringere Wärmeverbrauchsahlen erreicht, über deren praktische Möglichkeit in Fachkreisen zu-

nächst ein lebhafter Streit entstand. Die verhältnismäßig starken Schwankungen bei einzelnen Anlagen verleiteten naturgemäß leicht zu der Annahme, daß diese Unterschiede auf die Bauart, im besondern den wärmetechnischen Gütegrad, zurückzuführen seien¹. Bezeichnend ist es, daß man stets von dem zu verarbeitenden Stoff, d. h. der Kohle, ausging, die man als gleichartig annahm, und nicht von dem Ofen als solchem, wie es heute infolge der genauern Kenntnis der Kohlen als folgerichtiger erscheint. Sonst würde man bei gleichen Ofenbauarten und gleichen Arbeitstemperaturen die zum Teil ganz beachtlichen Unterschiede in der Verkokbarkeit der verschiedenen Kohlen in wärmewirtschaftlicher Beziehung sehr bald erkannt haben.

Nach dem Vorschlag von Rummel und Oestrich² hat man heute im Koksofenbau die Stoffbilanz verlassen und ist zur reinen Wärmebilanz übergegangen. Der Grund dafür liegt darin, daß bei den einzelnen Kohlenarten der Wärmebedarf für die Verkokung äußerst verschieden ist und daß dieser theoretische Wärmeaufwand im Laboratorium wohl ermittelt werden kann, jedoch die Übertragung der gewonnenen Zahlen auf den praktischen Ofenbetrieb und damit auch die Aufstellung einer Wärmebilanz, bei der die Bezugseinheit 1 kg Kohle ist, sehr große Schwierigkeiten bereitet. Baum³ hat diese eingehend dargelegt und gezeigt, daß die im Gegensatz dazu leicht zu erfassende reine Wärmebilanz gute Aufschlüsse für die Beurteilung eines Ofenbetriebes gibt. Er hat dabei auch nachgewiesen, daß die zu einer solchen Beurteilung notwendigen Messungen einwandfrei durchgeführt werden können.

¹ Glückauf 1929, S. 769.

² Glückauf 1927, S. 1809; Arch. Eisenhüttenwes. 1927, S. 403.

³ Glückauf 1929, S. 769; Brennst. Chem. 1930, S. 47.

Diese Untersuchungen gestatten, nicht nur den von Rummel und Oestrich vorgeschlagenen feuerungstechnischen Wirkungsgrad, der das Verhältnis der auf den Einsatz übertragenen zu der insgesamt zugeführten Wärme darstellt, sondern auch den thermischen Wirkungsgrad zu ermitteln. Rosin und Fehling¹ haben diesen Begriff in der Feuerungstechnik eingeführt und sich dabei von dem Gedanken leiten lassen, daß für die Beurteilung des Wertes einer Wärmemenge die Temperatur des Wärmeträgers von ausschlaggebender Bedeutung ist und daß jeder Ofenvorgang eine bestimmte Arbeitstemperatur erfordert. Praktisch wie theoretisch läßt sich nur die Wärmemenge ausnutzen, die dem Wärmeträger, z. B. dem Verbrennungsgas, oberhalb dieser Temperatur innewohnt.

Unter dem thermischen Wirkungsgrad wird demnach das Verhältnis der für die Verkokung zur Verfügung stehenden Wärmemenge zu der insgesamt zugeführten Brennstoffwärme verstanden. Vervielfacht man diese Zahl mit dem Gütegrad, der die Verluste durch Leitung, Strahlung und Berührung berücksichtigt, so ergibt sich daraus der feuerungstechnische Wirkungsgrad. Der thermische Wirkungsgrad ist für die wärmetechnische Beurteilung eines Koksofens eine wichtige Größe, denn er gibt ein Maß dafür, welche Menge der eingesetzten Brennstoffwärme für die Beheizung zur Verfügung steht, während der feuerungstechnische Wirkungsgrad erkennen läßt, wieviel von dieser Wärme tatsächlich ausgenutzt wird. Im folgenden wird gezeigt, daß die Arbeiten von Rosin und Fehling über das It-Diagramm der Verbrennung ein geeignetes Hilfsmittel für die Aufstellung solcher Wärmebilanzen bieten.

Die Temperaturverhältnisse im Koksofen.

In der Kammer muß die eingesetzte Kohle auf die Verkokungstemperatur, d. h. eine gewisse für die Erzeugung eines guten Kokes erforderliche Mindesttemperatur, erhitzt werden. Bei der Angabe von Wärmeverbrauchszahlen ist natürlich die Kenntnis dieser im Betriebe oft verschiedenen Temperatur, die etwa zwischen 900 und 1050° schwanken kann, sehr wesentlich. Wärmewirtschaftlich und auch für die Güte des Kokes ist es von großer Bedeutung, daß die Koksbildung gleichmäßig nach dem Innern des Einsatzes fortschreitet, daß sich also die Wärmezufuhr dem Wärmebedarf an den einzelnen Teilen der Ofenkammer anpaßt. Dies ist hier bereits eingehend dargelegt worden² und kann deshalb unerörtert bleiben. In der Übertragung der notwendigen Wärmeenergie vom Heizgas auf die eingesetzte Kohle besteht die Aufgabe der Kammerwände. Infolge des anfangs überaus großen Temperaturgefälles zwischen der Innenseite der Kammer und der frisch eingesetzten Kohle gegenüber dem Temperaturgefälle zwischen dem Heizgas und der äußeren Kammerwand geht zur Kohle mehr Wärme von der Kammerwand über, als diese aus dem Heizgas aufnimmt, d. h. die Kammerwand wird entspeichert. Nach den ersten 4–6 h der Garungszeit, je nach der Kammerbreite, läßt die starke Wärmeabgabe an den Einsatz nach. Die Wärmeabgabe ist dann gleich der Wärmeaufnahme der Kammerwand, mit andern Worten, die Wärme-

übertragung entspricht der Wärmeleitung durch die Wand. In dem letzten Abschnitt der Garungszeit, wenn das Temperaturgefälle zwischen der Wand und dem bis dahin schon gebildeten Koks nicht mehr so stark ist, der Koks also eine höhere Temperatur erreicht hat, nimmt die Wand mehr Wärme auf, als sie abgibt; sie speichert sich also wieder auf. Die Schwankungen der Wärmezufuhr, die durch die mit dem Regenerativverfahren verbundene wechselnde Beheizung hervorgerufen werden, dringen, wie Versuche gezeigt haben, nicht bis zur Innenseite der Kammerwand vor. Am Ende der Garungszeit hat der Kammerinhalt die Verkokungstemperatur erreicht. Sie wird selbstverständlich immer unterhalb der Arbeitstemperatur der Heizzüge liegen, die in diesem Falle die Feuerräume darstellen.

Unter der Bezeichnung Arbeitstemperatur versteht man die Wandtemperatur der Verbrennungsräume an der Stelle, wo die Verbrennungsgase den Heizzug verlassen, also die bisher im Ofenbetrieb allgemein bekannte »Heizzugtemperatur«, die optisch etwa nach halber Umstellzeit zu messen wäre. Die Verbrennungsgase selbst haben an dieser Stelle noch eine etwas höhere Temperatur, weil der Temperaturausgleich zwischen dem Gas und der Wand nicht vollständig sein kann. Eigentlich müßte diese Temperatur in Anlehnung an Rosin als die Arbeitstemperatur des Koksofens angesehen werden, denn die Wärmemenge, die dem Gas bei dieser Temperatur noch innewohnt, ist für den Verkokungsvorgang als solchen verloren. Sie kann außerhalb der Ofenanlage durch eine geeignete Abhitzeverwertung zurückgewonnen oder aber durch Luftvorwärmung bei Starkgasbeheizung bzw. durch Gas- und Luftvorwärmung bei Schwachgasbeheizung für den Verkokungsvorgang zum Teil wieder nutzbar gemacht werden. Auf jeden Fall steht für diesen unmittelbar nur die Wärmemenge zur Verfügung, die zwischen der Verbrennungstemperatur des betreffenden Heizgases und der Arbeitstemperatur des Ofens liegt, wobei sich die Verbrennungstemperatur durch Vorwärmung der Luft oder von Gas und Luft erheblich erhöhen läßt. Da aber die Messung der Gas-temperatur nicht möglich ist, wohl aber die der Heizzugtemperatur mit Hilfe des optischen Pyrometers, muß man die Heizzugtemperatur gleich der Arbeitstemperatur annehmen. Wegen der nicht allzu großen Abweichung fällt der dadurch hervorgerufene Fehler nicht sehr ins Gewicht, wie noch aus später angeführten Beispielen ersichtlich sein wird.

Die Wärmekonzentration der Rauchgase als Bezugsgröße der Wärmebilanz.

Die zur Ermittlung des thermischen Wirkungsgrades aufgestellte Wärmebilanz muß die Arbeitsfähigkeit des Wärmeträgers, also seinen Wärmeinhalt und sein Temperaturgefälle oberhalb der Arbeitstemperatur, erfassen. In der Feuerungstechnik ist das Verbrennungsgas der Wärmeträger und somit der Wärmeinhalt von 1 nm³ Rauchgas die gegebene Bezugsgröße.

Bei der Feststellung der durch die Verbrennung freiwerdenden Wärmemenge muß selbstverständlich mit dem untern Heizwert H_u gerechnet werden, weil hier die bei der Verbrennungstemperatur entwickelte Wärmemenge in Betracht kommt. Da ferner von 1 nm³ Heizgas V nm³ Verbrennungsgas erzeugt

¹ Das It-Diagramm der Verbrennung, 1929.

² Glückauf 1929, S. 769.

werden, ist der Wärmeinhalt je nm^3 Verbrennungsgas $i = \frac{H_u}{V}$. Der Zusammenhang zwischen Wärmeinhalt und Temperatur wird durch die Gleichung $i = C_{pm} \cdot t$ wiedergegeben, so daß man setzen kann $\frac{H_u}{V} = C_{pm} \cdot t$. Wenn diese Gleichung in ihrem Aufbau

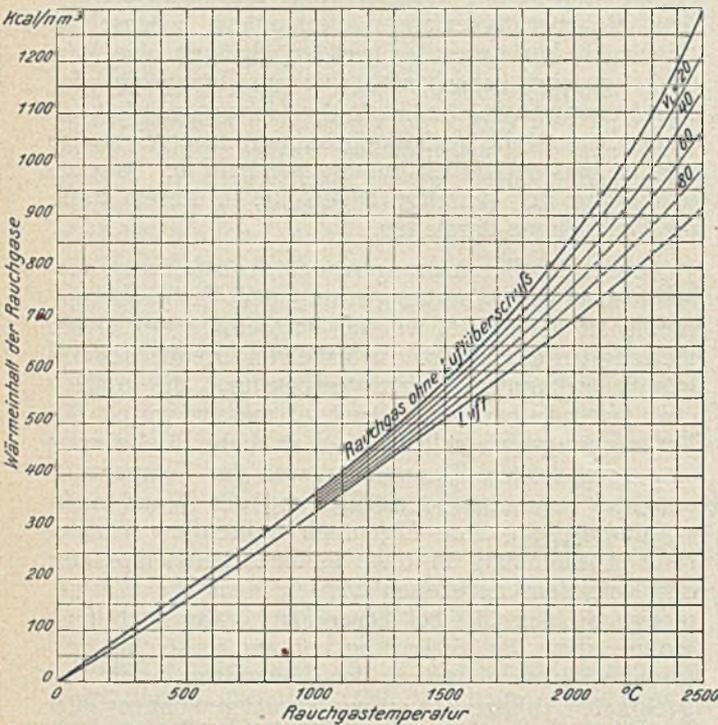


Abb. 1. It-Diagramm.

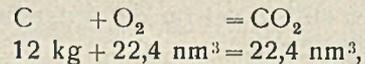
auch einfach ist, so birgt sie doch einige Schwierigkeiten. Zunächst hängt die spezifische Wärme C_{pm} stark von der Zusammensetzung und Temperatur der Verbrennungsgase ab. Die Verschiedenartigkeit der Brennstoffe wirkt sich aber, wie Schüle¹ gezeigt hat, nicht aus, wenn man als Bezugsinheit 1 nm^3 an Stelle von 1 kg Verbrennungsgase wählt. Auf diese Weise erhält man die spezifische Wärme und damit auch den Wärmeinhalt von 1 nm^3 Rauchgas als reine Temperaturfunktion, deren Schaubild, das Wärmeinhalts-Temperatur-Diagramm, zuerst von Schüle aufgestellt worden ist. Dieses Diagramm, bei dem auf der Abszisse die Temperatur t und auf der Ordinate der Wärmeinhalt je nm^3 aufgetragen wird, veranschaulicht sehr klar die gegenseitige Abhängigkeit der beiden Größen.

Ferner gilt die genannte Formel zur Ermittlung der theoretischen Verbrennungstemperatur nur dann, wenn der gesamte Heizwert des Brennstoffes in fühlbare Wärme der Feuergase übergeht, also bei vollständiger Verbrennung. Bei einer Temperatur von mehr als 1500° spielt die Dissoziation der Kohlensäure und des Wasserdampfes eine hervorragende Rolle, und die erwähnte Abhängigkeit ändert sich.

Demgemäß hat Schüle das It-Diagramm mit Berücksichtigung der Dissoziation erneut aufgestellt (Abb. 1)¹.

Der Anwendung des It-Diagramms, das wegen seiner Klarheit und Einfachheit erhebliche Erleichterungen versprach, stand noch der Umstand im Wege, daß die Rauchgasmenge V aus der Heizgasanalyse durch eine langwierige Rechnung ermittelt werden mußte. Aus diesem Grunde wurde das It-Diagramm der Verbrennung in der Praxis bisher sehr wenig angewandt. Rosin gebührt das große Verdienst, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden, diese langwierige Rechnung vermieden und somit das Diagramm für den Betrieb erschlossen zu haben. Durch eine Großzahlforschung hat er festgestellt, daß für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe der Luftbedarf und das theoretische Rauchgasvolumen mit dem untern Heizwert linear ansteigen, ein Zusammenhang, der schon länger als mit großer Annäherung gültig bezeichnet, aber nie näher untersucht worden war (Abb. 2). Für die hier gestellte Aufgabe der wärmetechnischen Beurteilung von Koksöfen sind lediglich die Abhängigkeiten von Bedeutung, die Rosin für gasförmige Brennstoffe gefunden hat.

Die theoretische Begründung dieser scheinbar überraschenden Gesetzmäßigkeiten fand Rosin durch eine sehr einfache Überlegung. Betrachtet man die Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff zu CO_2 und H_2O , so kann man den Wärmeinhalt der entstehenden Verbrennungsgase wie folgt berechnen. Die Verbrennung des Kohlenstoffs in reinem Sauerstoff ergibt:



wobei die Wärmemenge $12 \cdot 7960 = 95600 \text{ kcal/Mol}$ entwickelt wird. Dabei ist die Abgasmenge $22,4 \text{ nm}^3/\text{Mol}$ und der Wärmeinhalt $\frac{95600}{22,4} = 4265 \text{ kcal/nm}^3$ Verbrennungsgas.

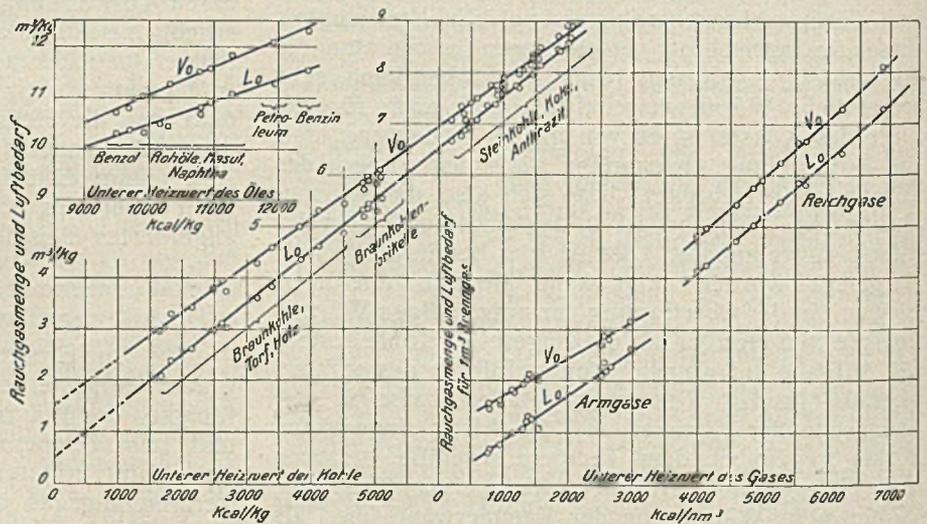
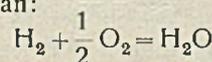


Abb. 2. Luftbedarf und theoretisches Rauchgasvolumen bei der Verbrennung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen.

Bei der Wasserstoffverbrennung in reinem Sauerstoff erhält man:



¹ Neue Tabellen und Diagramme für technische Feuergase und ihre Bestandteile, 1929.

$$2 \text{ kg} + \frac{22,4}{2} \text{ nm}^3 = 22,4 \text{ nm}^3.$$

Die entwickelte Wärmemenge beläuft sich auf $2 \cdot 29070 = 58140 \text{ kcal/Mol}$, und da die entwickelte Abgasmenge $22,4 \text{ nm}^3/\text{Mol}$ beträgt, ist der Wärmeinhalt $\frac{58140}{22,4} = 2595 \text{ kcal/nm}^3$ Verbrennungsgas.

Betrachtet man nun die Verhältnisse bei der Verbrennung mit Luft, so wird bei der Kohlenstoffverbrennung eine Abgasmenge von

$$22,4 + \frac{79}{21} \cdot 22,4 \text{ nm}^3/\text{Mol}$$

entwickelt, bei der Wasserstoffverbrennung von

$$22,4 + \frac{79}{21} \cdot \frac{22,4}{2} \text{ nm}^3/\text{Mol},$$

und der Wärmeinhalt der Verbrennungsgase wird bei der C-Verbrennung

$$\frac{95600}{22,4 + \frac{79}{21} \cdot 22,4} = 896 \text{ kcal/nm}^3 \text{ Verbrennungsgas,}$$

bei der H_2 -Verbrennung

$$\frac{58140}{22,4 + \frac{79}{21} \cdot \frac{22,4}{2}} = 899 \text{ kcal/nm}^3 \text{ Verbrennungsgas.}$$

nungsgas.

Die kurze Überlegung zeigt, daß trotz der viel höhern Verbrennungswärme des Kohlenstoffs gegenüber der des Wasserstoffs der Wärmeinhalt der Rauchgase bei der Verbrennung in Luft praktisch gleich ist, da hier der bei der C-Verbrennung doppelt so große Stickstoffballast der Rauchgase gegenüber der H_2 -Verbrennung den wesentlich höhern Heiz-

wert des Kohlenstoffs ausgleicht. Für die Kohlenstoff- wie für die Wasserstoffverbrennung gilt demnach als Mittelwert für die Wärmekonzentration der entstehenden Rauchgase

$$i = \sim 898 \text{ kcal/nm}^3.$$

Demnach ist der Ausdruck $\frac{H_u}{V}$ konstant, und hier liegt

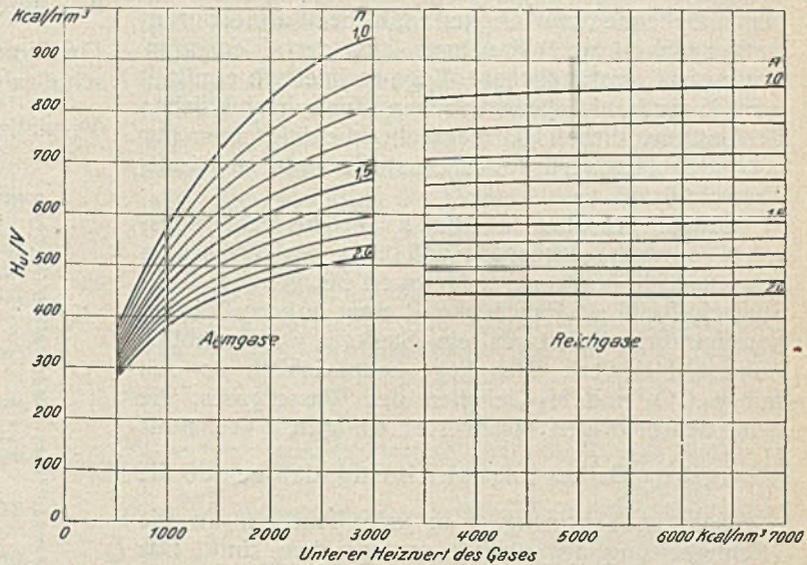


Abb. 4. Wärmeinhalt von Rauchgasen (gasförmige Brennstoffe).

der Grund für die durch die statistische Rechnung festgestellte lineare Abhängigkeit zwischen V und H_u . Die Gültigkeit dieser Bezeichnung für die Kohlenwasserstoffe ist an die Bedingung geknüpft, daß ihre Bildungswärme gegenüber ihrer Verbrennungswärme vernachlässigt werden kann oder daß ihre Bildungswärme zu dem Verhältnis $\text{C} : \text{H}_2$ in einer gesetzmäßigen Beziehung steht.

Für gasförmige Brennstoffe liegen besondere Verhältnisse vor, weil Kohlensäure, Stickstoff, Kohlenoxyd und Schwefelwasserstoff die gefundenen Abhängigkeiten beeinflussen. Die statistische Rechnung zeigt aber, daß auch hier die Funktion zwischen Heizwert und Rauchgasvolumen linear bleibt, allerdings nur, wenn man die Betrachtung für

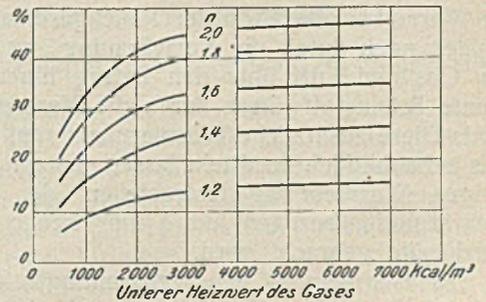


Abb. 5. Luftgehalt von Rauchgasen.

Schwachgas und Starkgas trennt. Dieser Unterschied, der in der schwächern und der stärkern Neigung der Kurve zum Ausdruck kommt, kann nur durch die Verschiedenheit und die Eigenart der Vorgänge der Vergasung und der Entgasung bedingt sein.

Da sowohl der Luftbedarf als auch das theoretische Rauchgasvolumen eines Brennstoffes linear vom untern Heizwert abhängen, läßt sich diese Abhängigkeit auch auf die

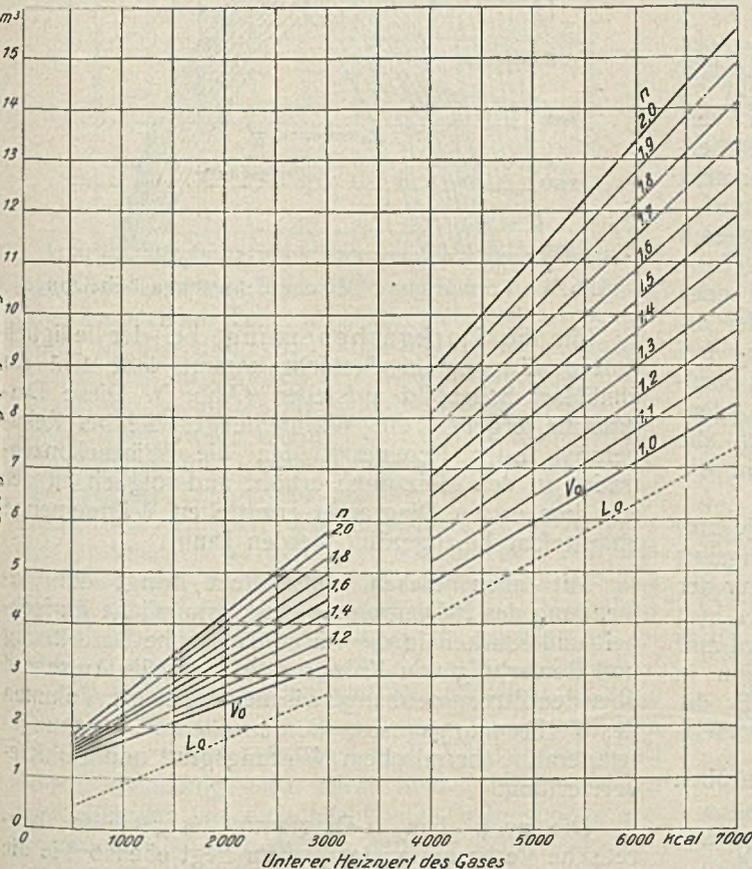


Abb. 3. Abgasvolumen und Luftbedarf (gasförmige Brennstoffe).

Rauchgasmenge bei verschiedenem Luftüberschuß ausdehnen (Abb. 3). Nach Feststellung dieser Gesetzmäßigkeit kann man den Wärmeinhalt je nm^3 Rauchgas $i = \frac{H_u}{V}$ bei verschiedenen Luftüberschüssen in Funktion zum untern Heizwert setzen (Abb. 4). Die der Benutzung des It-Diagramms im Wege stehende Schwierigkeit, daß die Wärmekonzentration von 1 nm^3 Rauchgas aus der Elementaranalyse auf umständlichem Wege rechnerisch ermittelt werden mußte, ist damit behoben. Zur schaubildlichen Bestimmung dieses Wärmeinhaltes benötigt man nur noch den Heizwert des Brennstoffes und die Luftüberschusszahl.

Die Kurvenschar in Abb. 4 läßt die bemerkenswerte Tatsache erkennen, daß etwa ein Wassergas von nur 2700 kcal unterm Heizwert bei gleicher Luftüberschusszahl ein Rauchgas mit einer höheren Wärmekonzentration liefert als ein Starkgas mit erheblich höherem Heizwert. Dies liegt hauptsächlich an den hohen CO- und H_2 -Gehalten des Wassergases, die trotz des niedrigen Heizwertes ein gutes Verhältnis $\frac{H_u}{V}$ ergeben. Daraus folgt gleichzeitig, daß gerade die sogenannten Schwachgase in jeder Hinsicht für die Ofenbeheizung als günstig anzusprechen sind. Das kohlenwasserstoff- und methanreiche Restgas der synthetischen Ammoniakfabriken aus dem Linde-Bronn-Verfahren z. B. eignet sich trotz des hohen Heizwertes von $\sim 7000 \text{ kcal } H_u$ und seiner Brenneigenschaften wenig für die Koksofenbeheizung.

Das Verhältnis $\frac{H_u}{V}$ ist etwa dasselbe wie beim normalen Koksofengas von $\sim 4000 \text{ kcal}$, bezogen auf H_u . Der für eine vollständige Verbrennung erforderliche Luftüberschuß dagegen wird praktisch noch höher sein müssen.

Da das It-Diagramm für den verschiedenen Luftgehalt der Rauchgase in Hundertteilen aufgestellt ist, hat Rosin zur Ermittlung dieses Wertes bei verschiedenem Heizwert und wechselnden Luftüberschüssen ein kleines Hilfsdiagramm gezeichnet (Abb. 5).

Bei den neuzeitlichen Ofenbauarten erhöht sich die Wärmekonzentration der Rauchgase in den Heizkanälen noch durch die Vorwärmung von Luft oder von Gas und Luft über den Betrag hinaus, der als latente Brennstoffwärme durch die Verbrennung frei wird. Diese zusätzliche Wärmezufuhr muß sich ebenfalls schaubildlich ermitteln lassen. Es gilt also, denjenigen Wärmebetrag festzustellen, der durch die Vorwärmung, bezogen auf 1 nm^3 Feuergas, in die Heizkanäle gebracht wird.

Der Wärmeinhalt der Verbrennungsluft Q je nm^3 Heizgas ist, wenn L die Menge der Verbrennungsluft in nm^3 je nm^3 Heizgas, t_L die Vorwärmtemperatur der Luft und C_{pm} die mittlere spezifische Wärme der Luft zwischen 0 und t_L bedeutet, $Q = L \cdot C_{pm} \cdot t_L \text{ kcal/nm}^3$ Heizgas. Da nun aber die Wärmekonzentration in 1 nm^3 Rauchgas die Bezugsgröße ist, muß die Gleichung durch das Rauchgasvolumen je nm^3 Heizgas geteilt werden: $\frac{Q}{V} = \frac{L}{V} \cdot C_{pm} \cdot t_L$. Wie aus den oben

wiedergegebenen Diagrammen hervorgeht, ist $\frac{L}{V}$ eine Funktion des Heizwertes und des Luftüberschusses.

Bei der Gasvorwärmung tritt $\frac{1}{L}$ an die Stelle von $\frac{V}{L}$.

Rosin hat auch diese Abhängigkeit für die Vorwärmung von Gas und Luft bei Schwachgasbeheizung in einem Diagramm aus 2 Koordinatensystemen mit gleicher Abszisse aufgezeichnet, wobei die untere Diagrammhälfte das Verhältnis $\frac{L}{V}$ als Funktion vom untern Heizwert und der Luftüberschusszahl ermittelt und die obere Diagrammhälfte die Vervielfachung $\frac{L}{V} \cdot C_{pm} \cdot t$ ausführt (Abb. 6).

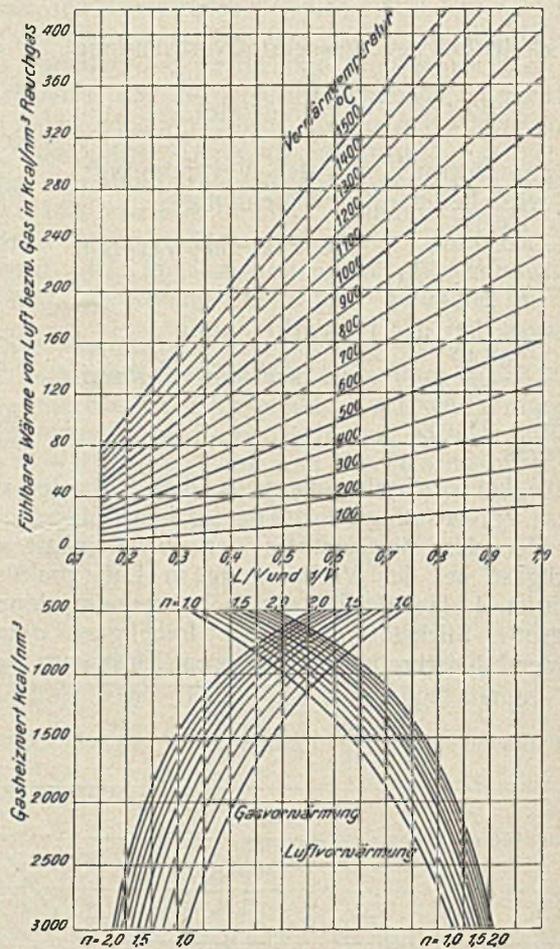


Abb. 6. Vorwärmung bei der Schwachgasbeheizung.

Für die Starkgasbeheizung, bei der lediglich Luftvorwärmung in Betracht kommt, läßt sich ein ähnliches Schaubild aufstellen (Abb. 7). Diese Diagramme ergeben die Wärmemenge, die bei Rekuperativ- oder Regenerativöfen die Wärmekonzentration in den Heizzügen erhöht und folglich zu der aus dem ersten Diagramm ermittelten Wärmemenge unmittelbar hinzugezählt werden kann.

Mit allen diesen Hilfsmitteln bringt die Anwendung des It-Diagramms eine erstaunliche Einfachheit und Klarheit in die wärmetechnische Berechnung und Bewertung von Koksöfen. Man erhält Aufschluß über den Zusammenhang zwischen Heizwert, Volumen des Verbrennungsgases, theoretischer Verbrennungstemperatur, thermischem Wirkungsgrad und Abhitzeverwertung.

Die nach dem It-Diagramm festgestellte theoretische Verbrennungstemperatur liegt ebenso wie die durch die Verbrennungsrechnung gefundene immer

höher als die praktische Flammentemperatur. Dieser Unterschied ist bekanntlich durch die Wärmeabgabe während der Verbrennung bedingt. Nicht die ganze dem untern Heizwert entsprechende Wärmemenge

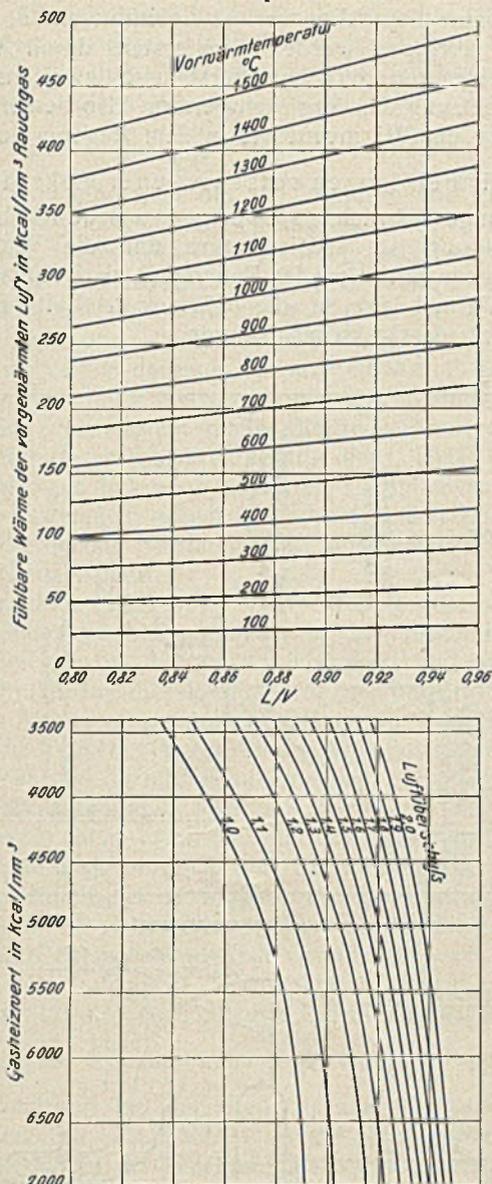


Abb. 7. Luftvorwärmung bei der Starkgasbeheizung.

dient zur Erhöhung des Wärmehaltes der Rauchgase, sondern ein Teil wird schon während der Brenndauer an die Umgebung abgegeben. Im Koksofenbetrieb entsteht dadurch kein Wärmeverlust, weil die Wärmeabgabe an die Heizwände erfolgt; es soll nur darauf hingewiesen werden, daß die aus dem It-Diagramm bestimmte Verbrennungstemperatur und damit das nutzbare Temperaturgefälle einen zu hohen Wert haben und lediglich den theoretischen, aber nicht den praktischen Verhältnissen entsprechen. Auf das Ergebnis, den thermischen Wirkungsgrad, hat dies keinen Einfluß, da es sich hier ja um das Verhältnis der Wärmemengen handelt. Auch die erwähnte Dissoziation der Verbrennungsgase bedingt beim Koksofenbetrieb in den meisten Fällen keinen Verlust, weil die Gase die Heizkanäle stets mit einer Temperatur von weniger als 1500° verlassen und die Dissoziation somit wieder rückläufig wird. Diese beiden Erscheinungen wirken, wenn sie auch nur von verhältnismäßig geringem Einfluß sein mögen, mit bei dem Bestreben, örtliche Überhitzung zu vermeiden.

Die Betrachtung lehrt, daß eine Erhöhung der Wärmekonzentration und damit eine Verbesserung des theoretischen Wirkungsgrades bei der Verwendung eines bestimmten Gases und eines aus betrieblichen Gründen erforderlichen gewissen Luftüberschusses nur noch durch Luft- oder Luft- und Gasvorwärmung möglich ist. Für diese Vorwärmung steht die Wärmemenge zur Verfügung, die den Rauchgasen noch innewohnt, wenn sie die Heizzüge verlassen. Jedoch ist diese Wärmemenge wiederum nicht restlos ausnutzbar, weil einerseits zur Erzielung des natürlichen Zuges die Abgase mit mindestens noch 200 bis 250° aus dem Regenerator austreten müssen und andererseits eine weitergehende Ausnutzung eine derartige Vergrößerung des Regenerators mit sich bringt, daß die erhöhten Anlagekosten dem Gewinn an Wärmeenergie nicht entsprechen würden.

Diese Zusammenhänge zwischen Abgastemperatur, Luftüberschuß und Abgasverlust können nach den Rosinschen Untersuchungen in zwei einfache

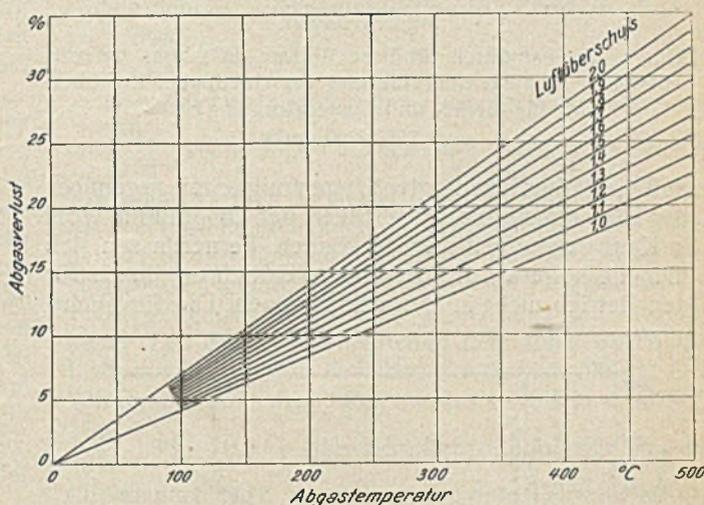


Abb. 8. Verlust durch fühlbare Wärme im Abgas bei verschiedener Abgastemperatur und verschiedenem Luftüberschuß für Kokereigas ($H_u = 3800 - 4500 \text{ kcal/nm}^3$).

Schaubilder übertragen werden. Den Verlust durch fühlbare Wärme, d. h. die Wärmemenge, die das Abgas bei entsprechender Abgastemperatur und beliebigem Luftüberschuß abführt, erhält man aus dem It-Diagramm durch einfache Ablesung. Das Verhältnis $\frac{H_u}{V}$, also die durch die Verbrennung zugeführte Wärme je nm^3 Rauchgas, ist, wie Abb. 4 zeigt, für Starkgas zwischen $H_u = 3800$ und 4500 kcal praktisch nur vom Luftüberschuß und nicht vom untern Heizwert selbst abhängig. Das Verhältnis dieser Wärmemengen gibt (bezogen auf 0° C in Hundertteilen) den Abgasverlust, der für jeden Luftüberschuß über der Abgastemperatur aufgetragen werden kann. Dabei erhält man die Kurvenschar (Abb. 8). Eine eingehende Nachprüfung dieser Gesetzmäßigkeit ergab, daß die Werte eine für den Betrieb genügend große Genauigkeit haben.

Für Schwachgas gestaltet sich die Aufstellung eines solchen Diagramms insofern schwieriger, als hier, wie aus Abb. 4 hervorgeht, das Verhältnis $\frac{H_u}{V}$ außer vom Luftüberschuß auch sehr stark vom untern Heizwert abhängt. Deshalb wurde die Betrachtung für Gichtgas und Generatorgas getrennt und für das erst-

genannte ein durchschnittlicher Heizwert von 970 kcal je nm^3 , für Generatorgas ein solcher von 1180 kcal je nm^3 angenommen. Die im Betriebe vorkommenden Heizwerte schwanken nur wenig um diese Beträge, so

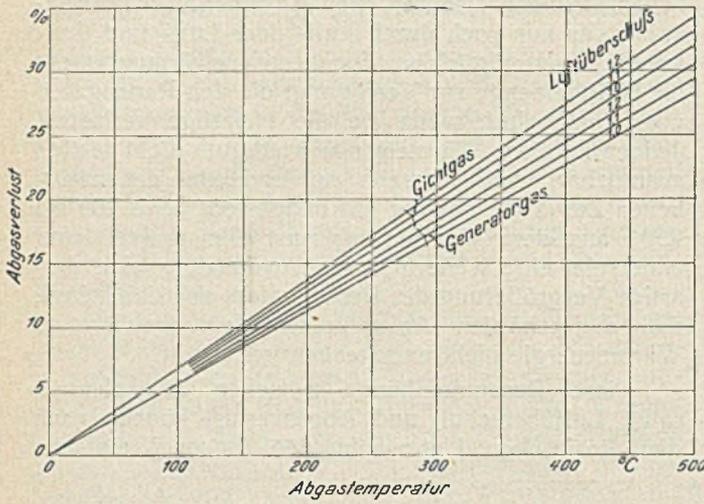


Abb. 9. Verlust durch fühlbare Wärme im Abgas bei verschiedener Abgastemperatur und verschiedenem Luftüberschuß für Gicht- und Generatorgas ($H_u = 970$ und 1180 kcal/nm^3).

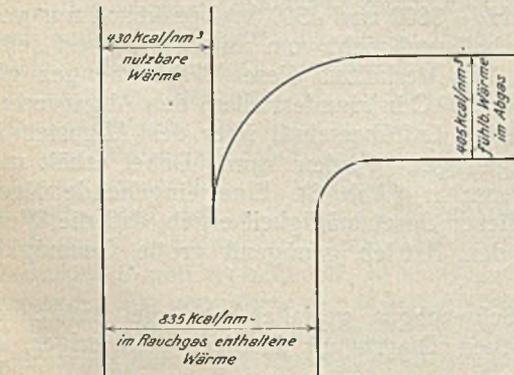
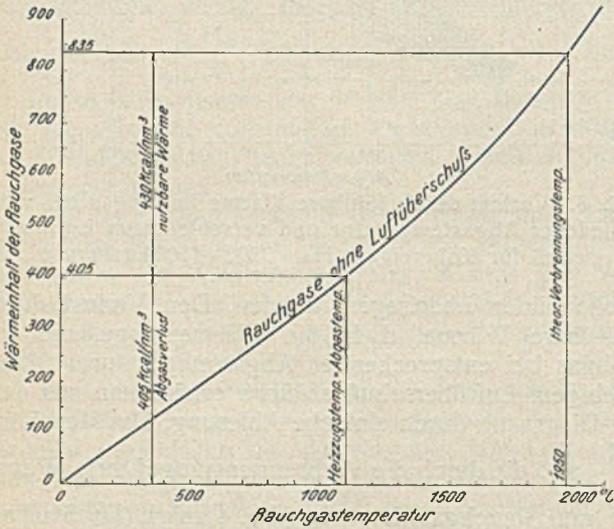
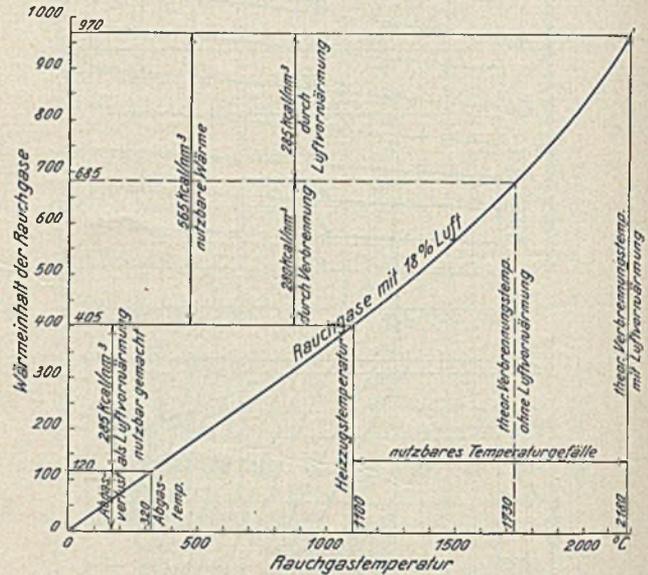
daß die dadurch bedingten Ungenauigkeiten gegenüber der Einfachheit und Deutlichkeit der Diagramme wohl in Kauf genommen werden können. Ferner lassen sich hier die höhern Luftüberschüsse entbehren, da sie für den Betrieb nicht in Betracht kommen. Die für Gicht-

und Generatorgas ermittelte Abhängigkeit zeigt Abb. 9.

Aus diesen Schaubildern geht hervor, wie einerseits der Luftüberschuß und andererseits die Abgastemperatur den Abgasverlust beeinflussen, d. h. wie dieser verringert werden kann erstens durch Anwendung eines geringeren Luftüberschusses, zweitens durch Herabsetzung der Abgastemperatur, also bessere Ausnutzung der Wärmeenergie in dem Regenerator.

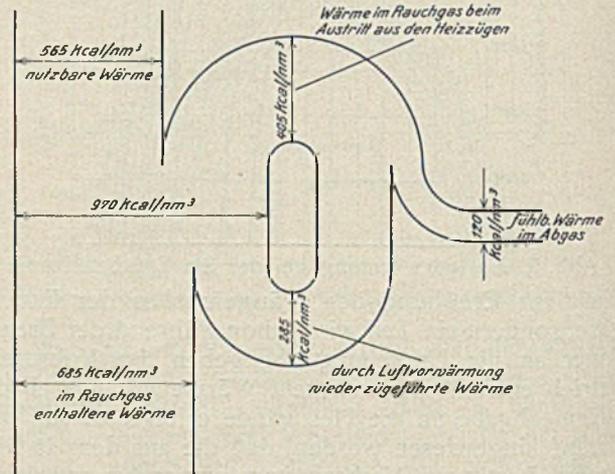
Wärmebilanzen verschiedener Koksöfen.

Einige Beispiele sollen zeigen, welche Klarheit die Anwendung des It-Diagramms und die Wahl der Wärmekonzentration der Rauchgase als Bezugseinheit der Wärmebilanz in die wärmewirtschaftliche Beurteilung der Koksöfen bringen.



$H_u = 4200 \text{ kcal}$, $\lambda = 1,0$, Heizzugtemp. 1100° , therm. Wirkungsgrad $\eta_{th} = 51,5\%$, Abgasverlust $48,5\%$.

Abb. 10 und 11. Thermischer Wirkungsgrad eines Abhitzeofens.



$H_u = 4200 \text{ kcal}$, $\lambda = 1,25$, Heizzugtemp. 1100° , Abgastemp. 350° , Luftvorwärmtemp. 970° , $\eta_{th} = 82,5\%$, Abgasverlust $17,5\%$.

Abb. 12 und 13. Thermischer Wirkungsgrad eines Regenerativofens mit Starkgasbeheizung (lange Garungszeit).

Ein Abhitzeofen werde mit Kokereigas von 4200 kcal/nm^3 betrieben und arbeite mit der Luftüberschubzahl $\lambda = 1,0$. Die theoretische Verbrennungsluftmenge ist für den Betrieb des Abhitzeofens notwendig und läßt sich, da die Brenner nach dem Bunsen-Prinzip arbeiten, leicht einstellen.

Das Verhältnis $\frac{H_u}{V}$, also die Wärmekonzentration

der Verbrennungsgase, ergibt sich aus Abb. 4 zu 835 kcal/nm^3 , was nach dem It-Diagramm (Abb. 1) einer theoretischen Verbrennungstemperatur von 1950° entspricht. Die Abgase verlassen die Heizzüge mit der angenommenen Temperatur von 1100° und dem dazu gehörigen Wärmeinhalt von 405 kcal je nm^3 . Da diese Wärmemenge für den Verkokungsvorgang verloren ist, beträgt der thermische Wirkungsgrad nur $\frac{430}{835} \cdot 100 = 51,5\%$. Diese Verhältnisse sind einmal in das It-Diagramm und einmal in ein Sankey-Diagramm eingetragen (Abb. 10 und 11).

Da hier theoretische Verbrennung angenommen ist, wird die Abhängigkeit zwischen Temperatur und Wärmeinhalt der Rauchgase durch die Linie der Rauchgase ohne Luftüberschuß dargestellt. Die Diagramme zeigen deutlich, daß nur ein Anteil der durch die Verbrennung freiwerdenden Wärmemenge »nutzbar« ist, während ein großer Betrag verlorenggeht, weil er unter der Heizzugtemperatur liegt. Diese Wärmemenge kann nur noch durch eine Abhitzeverwertung nutzbar gemacht werden, wodurch selbstverständlich der thermische Wirkungsgrad dieses Ofens an sich unverändert bleibt.

In dem zweiten Beispiel eines Regenerativofens mit Starkgasbeheizung sind zur Ermöglichung eines Vergleiches für den untern Heizwert und die Heizzugtemperatur dieselben Werte zugrunde gelegt wie beim Abhitzeofen. Man wird hier im Betriebe nicht mit theoretischer Verbrennung arbeiten können; deshalb sei eine Luftüberschußzahl von 1,25 gewählt. Die Verhältnisse sind wieder in den beiden Diagrammen veranschaulicht (Abb. 12 und 13), wobei in dem It-Diagramm als Bezugskurve zwischen Temperatur und Wärmeinhalt der Rauchgase die Linie eines Rauchgases mit 18% Luft eingetragen worden ist, ein Wert, der sich entsprechend dem untern Heizwert und der Luftüberschußzahl 1,25 aus Abb. 5 ergibt.

Infolge des vorhandenen Luftüberschusses ist das Verhältnis $\frac{H_u}{V}$ nunmehr 685 kcal/nm^3 gegenüber 835 kcal/nm^3 bei der theoretischen Verbrennung im Abhitzeofen. Zugeordnet zu der Heizzugtemperatur von 1100° ist der Wärmeinhalt von 405 kcal/nm^3 , mit dem die Verbrennungsgase die Heizzüge verlassen und in den Regenerator treten, wo sie bis auf eine Abgastemperatur von 350° entsprechend einem Wärmeinhalt von 120 kcal/nm^3 ausgenutzt werden. Der Abgasverlust kann hier sowohl errechnet $\left(\frac{120}{685} \cdot 100\right)$ als auch schaubildlich nach Abb. 8 zu $17,5\%$ bestimmt werden. Die restlichen 285 kcal/nm^3 müssen in der vorgewärmten Luft enthalten sein.

Nach Abb. 7 findet man die Temperatur der vorgewärmten Luft. In dem untern Teil des Diagramms sucht man den dem Heizwert 4200 kcal/nm^3 und der Luftüberschußzahl 1,25 entsprechenden Zwischenwert $\frac{L}{V}$, und aus dem obern Diagramm ergibt sich zu der aus dem Rauchgas übergegangenen Wärme von 285 kcal/nm^3 die Temperatur der vorgewärmten Luft von 970° C . Zur Ausschaltung von Irrtümern sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die in dem Sankey-Diagramm dargestellten, dem Verkokungsvorgang durch die Vorwärmung wieder zugeführten 285 kcal/nm^3 nicht den Wärmeinhalt von 1 nm^3 Luft bedeuten,

sondern den Wärmeinhalt von 1 nm^3 Rauchgas, entsprechend der Luftvorwärmung auf 970° .

Durch die Luftvorwärmung erhöht sich die Wärmekonzentration der Verbrennungsgase in den Heizzügen auf 970 kcal/nm^3 . Aus dem It-Diagramm geht hervor, daß dadurch die theoretische Verbrennungstemperatur 2180° erreichen muß und das nutzbare Temperaturgefälle ganz erheblich vergrößert wird. Auch zeigt das Diagramm mit großer Klarheit, wie der Abgasverlust mit dem der Luftvorwärmung entsprechenden Anteil an Wärmemenge abnimmt. Nutzbar werden 565 kcal/nm^3 Rauchgas.

Durch das It-Diagramm treten die Zusammenhänge zwischen Temperatur und Wärmeinhalt und die anteiligen Wärmemengen nunmehr sehr einfach hervor. Das danach gezeichnete Sankey-Diagramm gibt ein klares Bild von dem Wärmefluß im Regenerativofen.

Der thermische Wirkungsgrad, das Verhältnis der ausnutzbaren zu der durch den Brennstoff eingebrachten Wärmemenge, beträgt also in diesem Falle $\frac{565}{685} \cdot 100 = 82,5\%$.

Der Wirkungsgrad in den Heizzügen allein erreicht nur $\frac{565}{970} \cdot 100 = 58,2\%$. Auch hier sieht man wieder

wie beim vorigen Beispiel, daß ein großer Teil der zur Verfügung stehenden Wärme, nämlich der unter der Heizzugtemperatur liegende Betrag, nicht unmittelbar ausgenutzt werden kann. Im Gegensatz zum vorhergehenden Beispiel wird hier aber ein wesentlicher Teil dieser Wärmemenge dem Ofen durch die Luftvorwärmung im Kreislauf wieder zugeführt. Der Wirkungsgrad des Regenerators allein beträgt $\frac{285}{405} \cdot 100 = 70,3\%$. Bei der Beurteilung der ganzen

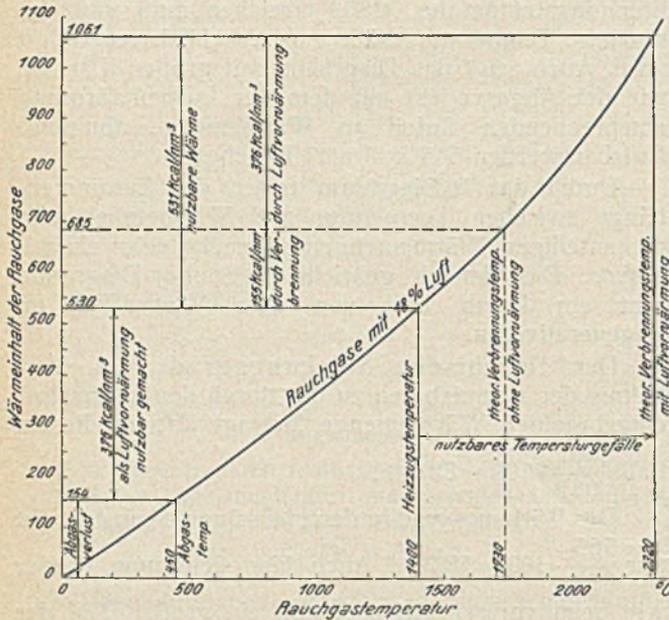
Ofenbauart darf man diese beiden Wirkungsgrade selbstverständlich nicht einfach zusammenzählen¹, sondern man muß die nutzbare Wärmemenge zu der Wärmekonzentration der durch die Verbrennung freiwerdenden Rauchgase, also zu dem Verhältnis $\frac{H_u}{V}$ in Beziehung bringen.

Die Luftvorwärmung, die den thermischen Wirkungsgrad eines Regenerativofens gegenüber dem eines einfachen Abhitzeofens so stark erhöht, erscheint demnach nicht unmittelbar in seiner Berechnung. Dies hat seinen Grund darin, daß die Vorgänge im Regenerator, wie aus dem Sankey-Diagramm zu ersehen ist, einen Kreislauf darstellen, wobei die abgeführte Wärmemenge, vermindert um den Abgasverlust, immer wieder zugeführt wird, so daß in der Schlußbilanz nur der Fehlbetrag, der Abgasverlust, erscheint.

Liegt der eine Vorteil des Regenerativverfahrens in der viel bessern Ausnutzung des Unterfeuerungs-gases, womit sich bei derselben Leistung eine große Heizgasersparnis verbindet, so ist ein anderer Vorteil, wie das It-Diagramm mit aller Deutlichkeit zeigt, in dem erheblich größeren verfügbaren Temperaturgefälle zu erblicken. Während bei dem vorliegenden Beispiel ohne Vorwärmung nur ein theoretisches Temperaturgefälle von 1730 auf 1100° , also 630° vorhanden ist,

¹ Rosin selbst ist dieser Fehler bei der Betrachtung eines ähnlichen Beispiels in seiner ersten Veröffentlichung unterlaufen. In seiner zweiten Veröffentlichung weist er aber ausdrücklich darauf hin.

ergibt sich mit Vorwärmung ein solches von 2180 auf 1100° (1080°) und demnach eine Erhöhung des verfügbaren Gefälles um 41,6%. Dies hat eine bessere und vor allem schnellere Wärmeübertragung zur Folge, wodurch sich die Garungszeit der Öfen beträchtlich verkürzt. Umgekehrt wird jetzt klar, daß



trieben werde. Die Anwendung einer solchen Temperatur ist ohne Vorwärmung nicht nur wegen des großen Abgasverlustes, der dann $\frac{530}{685} \cdot 100 = 77,4\%$ betragen würde, undenkbar, sondern auch wegen des dann nur verfügbaren Temperaturgefälles von 1730 auf 1400°, also 330°. Erst die Luftvorwärmung macht die Verkokung mit einer so hohen Heizzugtemperatur möglich. Wenn dann die Verbrennungsgase entsprechend der Temperatur von 1400° noch einen Wärmeinhalt von 530 kcal/nm³ haben, so werden durch die Vorwärmung immerhin 376 kcal/nm³ wieder nutzbar gemacht, wobei man die Luft auf 1250° vorwärmen muß. Diese durch die Luft wieder zugeführte Wärmemenge von 376 kcal/nm³ Rauchgas erhöht die Wärmekonzentration in 1 m³ Rauchgas auf 1061 kcal je nm³ und die theoretische Verbrennungstemperatur auf 2320°. Somit beträgt das Temperaturgefälle 920° und die darin nutzbar gemachte Wärmemenge 531 kcal/nm³.

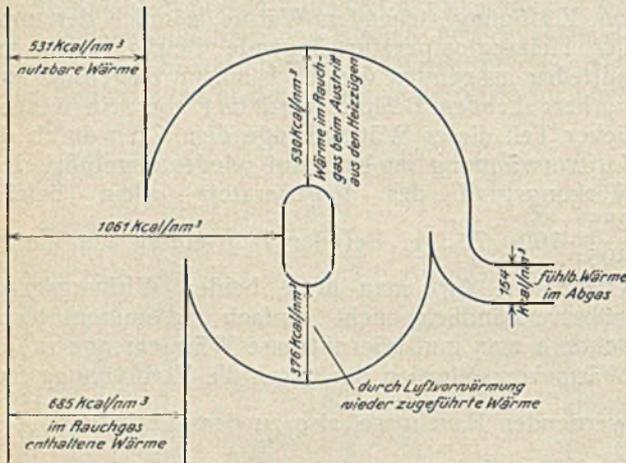
Allerdings hat man bei dem Betriebe mit so hohen Heizzugtemperaturen bei gleichen Regeneratoren auch mit viel höhern Abgastemperaturen zu rechnen. Hier werden 450° angenommen; demnach sind in dem Abgas noch 154 kcal/nm³ enthalten. Damit beträgt der Abgasverlust, wie sowohl rechnerisch als auch schaubildlich ermittelt werden kann, 22,5%. Der thermische Wirkungsgrad des gesamten Ofens wird zu 77,5% gefunden.

Betrachtet man die Wirkungsgrade der Heizzüge und des Regenerators getrennt, so läßt sich für die Heizzüge ein Wirkungsgrad von $\frac{531}{1061} \cdot 100 = 50\%$ und für den Regenerator ein solcher von $\frac{376}{530} \cdot 100 = 70,8\%$

feststellen. Der Regenerator arbeitet demnach mit ungefähr demselben Wirkungsgrad wie beim letzten Beispiel (70,3%), während in den Heizzügen nur 50% (gegenüber 58,2%) der verfügbaren Wärmemenge ausgenutzt werden können. Soll die gesamte Ofenanlage wieder mit dem beim obigen Beispiel gefundenen thermischen Wirkungsgrad von 82,5% arbeiten, so müßte, da sich der Wirkungsgrad der Heizzüge wegen des festliegenden Temperaturgefälles an sich nicht ändern läßt, der Wirkungsgrad des Regenerators verbessert werden.

Zu diesem Zwecke muß die Abgastemperatur von 350° des vorigen Beispiels erreicht, d. h. die Luftvorwärmung höher getrieben werden; der Regenerator wird größere Ausmaße erhalten. In diesem angenommenen Falle muß die Luft 530-120 = 410 kcal je nm³ Rauchgas durch die Vorwärmung aufnehmen, und der Wirkungsgrad des Regenerators steigt auf 77,2%. Dadurch erreicht die Wärmekonzentration in den Heizzügen den Wert 1095 kcal/nm³ und die nutzbare Wärmemenge 565 kcal/nm³. Der Wirkungsgrad der Heizzüge als solcher erhöht sich von 50 auf 51,6%.

Diese Überlegung zeigt, daß durch die Verbesserung des Wirkungsgrades des Regenerators auch der Wirkungsgrad der Heizzüge verbessert wird. Fernerhin lehrt die Betrachtung, daß sich bei der Erhöhung der Heizzugtemperatur und bei dem gleichen thermischen Wirkungsgrad des gesamten Ofensystems der Wirkungsgrad der Heizzüge verschlechtert und der Wirkungsgrad des Regenerators bessert, daß also die Ausnutzung der



$H_u = 4200$, $\lambda = 1,25$, Heizzugtemp. 1400°, Abgastemp. 450°, Luftvorwärmtemp. 1250°, $\eta_{th} = 77,5\%$, Abgasverlust 22,5%.

Abb. 14 und 15. Thermischer Wirkungsgrad eines Regenerativofens mit Starkgasbeheizung (kurze Garungszeit).

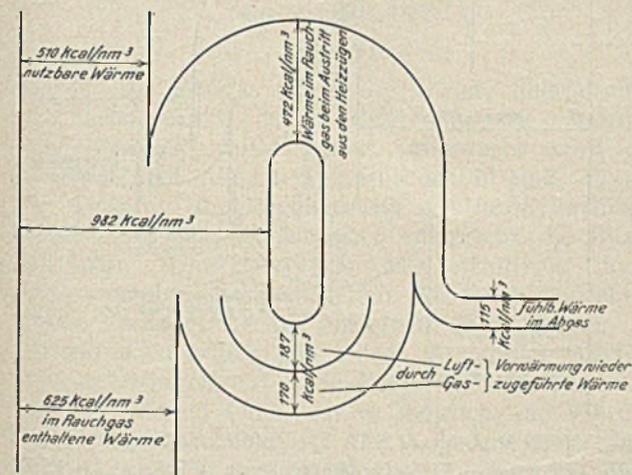
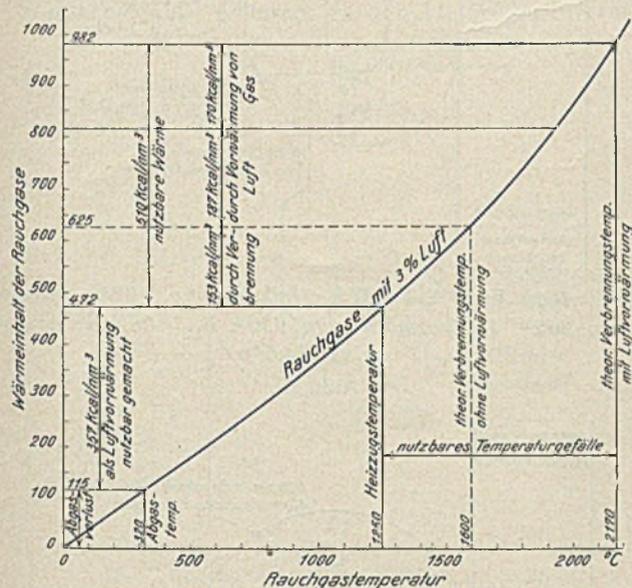
eine Steigerung der Arbeitstemperatur und somit der Ofenleistung bei dem Abhitzeverfahren bereits die natürliche Grenze erreicht hatte, wenn sämtliches bei der Verkokung freiwerdende Gas zur Ofenbeheizung verwendet wurde. Ein Abhitzeofen arbeitete durchschnittlich mit einer 30stündigen Garungszeit, während ein normal beheizter Regenerativofen gleicher Breite mit 18-20 h auskommt. Hierbei spielt allerdings auch die Wärmeleitfähigkeit des Baustoffes der Heizwände eine große Rolle, so daß man die Verkürzung der Garungszeit nicht allein der höhern Heizzugtemperatur zuschreiben darf.

In dem Bestreben, die Garungszeit weiter zu verkürzen, hat man die Heizzugtemperaturen heraufgesetzt. Das nächste Beispiel (Abb. 14 und 15) bezieht sich auf einen Regenerativofen, der aus diesem Grunde mit einer Arbeitstemperatur von 1400° be-

Wärmemenge mehr in den Regenerator gelegt wird und somit der Regenerator desto mehr an Bedeutung gewinnt, je höher die Heizzugtemperaturen sind. Demnach dürfte die Frage des geeignetsten Regenerators bei kleinsten Ausmaßen, gleichmäßiger Strömungsverteilung und größter Flächenleistung in Zukunft die wichtigste Frage im Koks-ofenbau darstellen.

Abb. 7 läßt erkennen, daß die Verbrennungsluft, wenn sie 410 kcal/nm³ aufnehmen soll, bis auf 1370° vorgewärmt werden müßte. Da die Temperatur der in den Regenerator eintretenden Rauchgase selbst 1400° beträgt, würde eine so hohe Luftvorwärmung nur bei riesigen Abmessungen des Regenerators zu erreichen sein; sie kommt deshalb praktisch nicht in Betracht. Hier muß ein Mittelweg gefunden, d. h. der Regenerator zur Herabsetzung des Abgasverlustes in dem Maße vergrößert werden, daß seine erhöhten Baukosten den Gewinn an Wärmemenge rechtfertigen.

Bei der Erhöhung der Heizzugtemperatur ist nach den vorstehenden Ausführungen mit einer gleichzeitigen Erhöhung des Abgasverlustes zu rechnen, jedoch läßt sich, wie die Betrachtungen gezeigt haben, durch den Regenerator manches wieder einsparen.



$H_u = 1200 \text{ kcal}$, $\lambda = 1,05$, Heizzugtemp. 1250°, Abgastemp. 320°, Luftvorwärmtemp. 990°, Gasvorwärmtemp. 960°, $\eta_{th} = 81,7\%$, Abgasverlust 18,3%.

Abb. 16 und 17. Thermischer Wirkungsgrad eines Regenerativofens mit Schwachgasbeheizung.

Als letztes Beispiel sei noch ein Regenerativofen mit Schwachgasbeheizung besprochen (Abb. 16 und 17). Grundsätzlich Neues ist hierzu nicht zu bemerken. Die durch die Luft- und Gasvorwärmung wieder zugeführten Wärmemengen sind nach Abb. 6 einzeln ermittelt und aufgetragen worden. Das It-Diagramm zeigt deutlich die Aufteilung der nutzbaren Wärmemenge in einzelne Posten, den für die Verbrennung nutzbaren Anteil und die durch die Luft- und Gasvorwärmung hinzukommende Wärmemenge. Die Schaubilder lassen die andern Feststellungen in Anlehnung an die frühern Beispiele mit genügender Deutlichkeit erkennen. Der thermische Wirkungsgrad beträgt 81,6%.

Den hier behandelten vier Beispielen sind im Koksofenbetriebe vorkommende Zahlen zugrunde gelegt worden. Dabei werden die einzelnen Faktoren, deren Einwirkungen und gegenseitige Beeinflussungen das Sankey-Diagramm veranschaulicht, durch folgende Abhängigkeiten bestimmt: Der untere Heizwert ist eine Eigenschaft des Unterfeuerungsgases, während die Luftüberschußzahl und die Heizzugtemperatur durch die betrieblichen Verhältnisse bedingt sind. Der Abgasverlust und die Vorwärmung ergeben sich, wie oben dargelegt, zwangsläufig aus den durch den Betrieb bestimmten Einflüssen der Luftüberschußzahl und der Heizzugtemperatur sowie aus der Wärmeausnutzung im Regenerator.

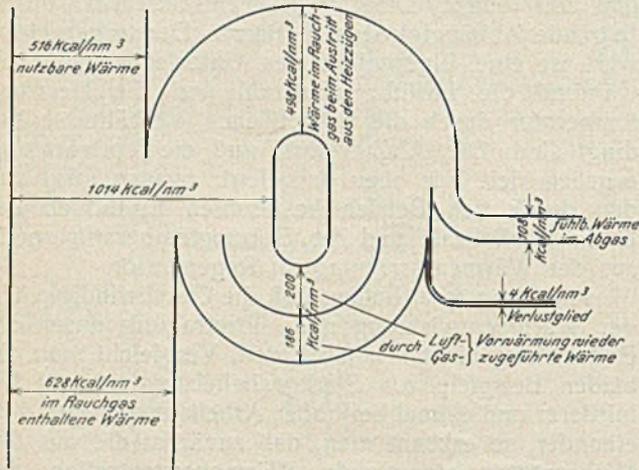
Hier mag es auffallen, daß die Geschwindigkeiten der Wärmeentwicklung und -übertragung durch die Betrachtung nicht erfaßt werden. Vergleicht man die beiden Beispiele von Starkgasbeheizung, einmal bei mittlerer und einmal bei hoher Arbeitstemperatur, miteinander, so erkennt man, daß zunächst die aus der Verbrennung stammende Wärmekonzentration der Rauchgase in beiden Fällen 685 kcal/kg beträgt. Wenn trotzdem der Ofen bei einem Beispiel mit einer höhern Arbeitstemperatur betrieben worden ist, so muß die Wärmezufuhr in der Zeiteinheit eine Vergrößerung erfahren haben. Diese Veränderungen werden durch das It-Diagramm nicht wiedergegeben. Wohl aber zeigt sich im Diagramm deren Auswirkung, die erhöhte Heizzugtemperatur, die stärkere Vorwärmung und der größere Abgasverlust. Bei der Aufstellung einer auf dieser Grundlage aufgebauten Wärmebilanz werden alle thermodynamischen Größen, in denen die Zeit eine gewisse Rolle spielt, nicht mit berücksichtigt. Es wird lediglich die Veränderung des Wärmeinhaltes von 1 nm³ Rauchgas verfolgt und damit ein Bild von der bei den gegebenen Betriebsverhältnissen günstigsten Ausnutzung dieser Wärmekonzentration erhalten.

Die auftretenden Verluste und praktische Beispiele.

Die tatsächliche Wärmeausnutzung ist selbstverständlich wegen der unvermeidlichen Verluste geringer als die durch den thermischen Wirkungsgrad angegebene. Im Ofenbetrieb treten Verluste durch Leitung, Strahlung und Berührung sowie häufig von Undichtigkeiten der Kammerwände oder Regeneratoren herrührende »Lässigkeitsverluste« auf.

Die Verluste durch Leitung, Strahlung und Berührung muß man, wie noch begründet wird, für den Oberofen und den Unterofen getrennt in Rechnung setzen. Der Wärmeverlust der Heizzüge und Kammern schmälert die in dem Diagramm dargestellte nutzbare Wärmemenge und ist hier in Abzug zu bringen.

Anders sind die Leitungs- und Strahlungsverluste des Regenerators zu beurteilen. Da es sich bei der Vorwärmung, wie das Sankey-Diagramm zeigt, um einen geschlossenen Kreislauf handelt, müssen diese Verluste in dem Schaubild selbst zu finden sein, und zwar muß neben dem Verlust durch fühlbare Wärme im Abgas noch ein zweites Verlustglied auftreten. Wegen des günstigen Einbaus des Regenerators ist dieser Verlust jedoch, wie aus spätern Beispielen hervorgehen wird, äußerst gering. Immerhin erleidet die Vorwärmung und damit die Wärmekonzentration in den Heizzügen durch diese Abstrahlungsverluste eine Einbuße; dieser Betrag wird also schon bei der Bestimmung des thermischen Wirkungsgrades unvermeidlich in Rechnung gesetzt, obwohl er nach dem Begriff dieses Wirkungsgrades gar nicht hierher gehört. Nur wegen der geringen Größe dieses Fehlbetrages entsteht dadurch kein allzu großer Fehler.

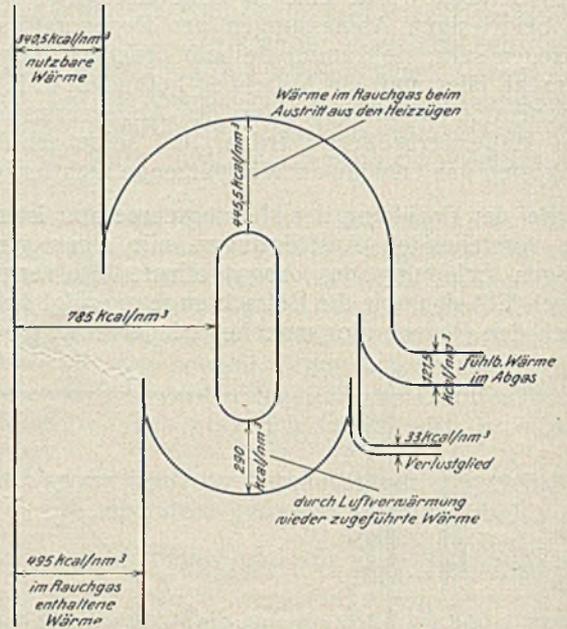


$H_u = 1193 \text{ kcal}$, $\lambda = 1,042$, Heizzugtemp. 1340° , Abgastemp. 302° , Luftvorwärmtemp. 1055° , Gasvorwärmtemp. 1040° , $\eta_{th} = 82,1\%$, Abgasverlust $17,2\%$.

Abb. 18. Beispiel eines schwachgasbeheizten Regenerativofens.

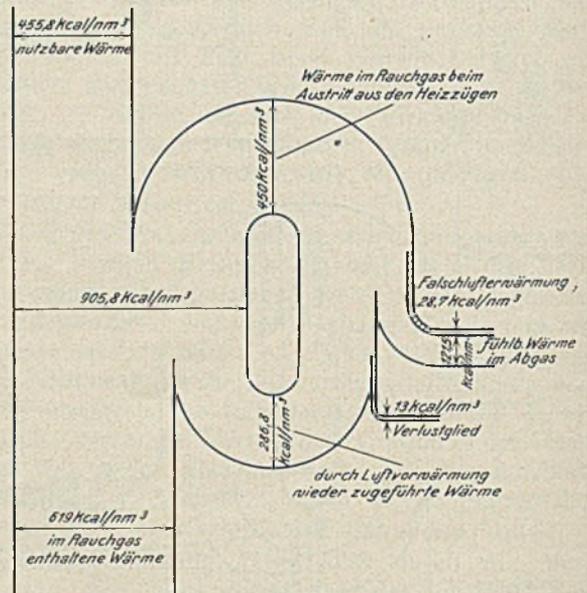
Der praktische Nutzen dieser Gedankengänge sei an einigen Beispielen von Abnahmeversuchen des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen erläutert. Bei Abb. 18 handelt es sich um einen schwachgasbeheizten Regenerativofen, dessen thermische Bilanz aus den Versuchswerten errechnet worden ist. Der mittlern Heizzugtemperatur von 1340° entsprechen 498 kcal/nm^3 Rauchgas, durch Luft- und Gasvorwärmung werden 200 bzw. 186 kcal/nm^3 nutzbar gemacht; der Gastemperatur von 302° entspricht eine Wärmekonzentration von 108 kcal/nm^3 . Demnach bleibt ein Verlustglied von 4 kcal je nm^3 Rauchgas. Die Strahlungs- und Berührungsverluste des Regenerators sind durch Messung der Oberflächentemperaturen zu $4,6 \text{ kcal/nm}^3$ errechnet worden. Bei diesem Ofen dürften demnach keine Lässigkeitsverluste, weder durch undichte Heizwände noch durch Luftübertritte im Regenerator, vorliegen. Hierbei muß besonders erwähnt werden, daß man zur Aufstellung dieser Bilanz nur folgende Werte benötigt: den untern Heizwert des Heizgases, die Luftüberschubzahl, die mittlere Temperatur der Heizzüge, die Abgastemperatur und die Temperatur der vorgewärmten Luft sowie des Schwachgases. Die Luftüberschubzahl wird aus der durchschnittlichen Zusammensetzung des Heizgases und des Rauchgases rechnerisch ermittelt.

Leider geht eine derartige Bilanz im Betriebe nicht immer so restlos auf; Undichtigkeiten der Kammerwände oder der Regeneratoren sind im allgemeinen schwer festzustellen, jedoch bietet auch hier das It-Diagramm in seiner Anwendung auf den Koksofen einen gangbaren Weg. Übersteigt nämlich das Verlustglied einen in den Grenzen von etwa 4 und 10 kcal/nm^3 des durchgesetzten Rauchgases liegenden Restbetrag, so kann man auf Undichtigkeiten der Heizwände — also zusätzlichen Rohgasübertritt zum Heizgas — oder auf Falschlufübertritte im Regenerator schließen. Ob z. B. Luftübertritte im Regenerator vorhanden sind, läßt sich prüfen, indem man aus den einzelnen Heiz-



$H_u = 4669 \text{ kcal}$, $\lambda = 1,873$, Heizzugtemp. 1238° , Abgastemp. 362° , Luftvorwärmtemp. 950° , $\eta_{th} = 68,8\%$, Abgasverlust $24,6\%$.

Abb. 19.



$H_u = 4669 \text{ kcal}$, $\lambda_1 = 1,873$, $\lambda_2 = 1,469$, Heizzugtemp. 1238° , Abgastemp. 362° , Luftvorwärmtemp. 950° , $\eta_{th} = 73,7\%$; Abgasverlust $19,63\%$, Erwärmung der Falschluf $4,64\%$, zus. $24,27\%$.

Abb. 20.

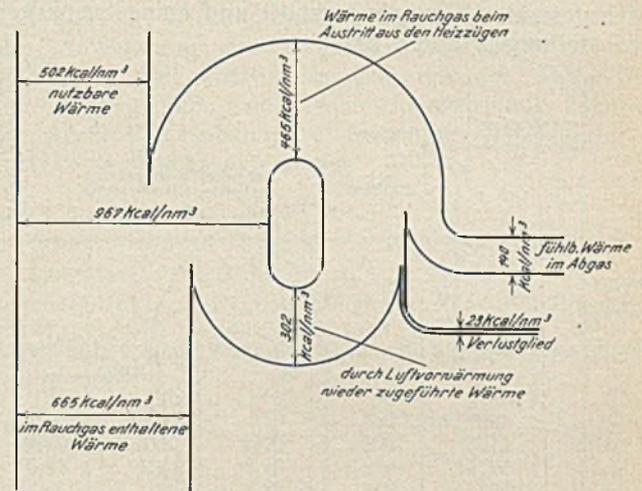
Abb. 19 und 20. Beispiel eines starkgasbeheizten Ofens mit undichten Regeneratoren.

zügen Rauchgasproben mit einem wassergekühlten Absaugrohr entnimmt und das Mittel dieser Analysen mit der Abgaszusammensetzung am Ausgang des Regenerators vergleicht. Stimmen diese Analysen überein, so ist der Regenerator dicht, und die Undichtigkeit kann nur in den Kammerwänden liegen.

Die Abb. 19 und 20 veranschaulichen ein derartiges Beispiel. Bei einem starkgasbeheizten Regenerativofen betrug das Verlustglied 33 kcal/nm³ Rauchgas. Da die ermittelte Luftüberschufzahl $\lambda_1 = 1,873$ in diesem Falle sehr hoch war, lag die Vermutung von Luftübertritten in den Regeneratoren nahe. Man entnahm daher Analysen aus den Heizzügen, wobei es sich zeigte, daß in Wirklichkeit die durchschnittliche Luftüberschufzahl bei der Verbrennung nur $\lambda_2 = 1,469$ war. Tatsächlich kommt also nur die dieser Luftüberschufzahl von 1,469 entsprechende Luftmenge für die Bilanz in Frage, während durch Falschlufübertritte in den Regenerator der Beheizung 28,7 kcal je nm³ entzogen werden. Der thermische Wirkungsgrad beträgt in diesem Falle daher nur 75 %.

In einem andern Falle, in dem versuchstechnisch nachgewiesen werden konnte, daß die Regeneratoren dicht sein mußten, war ein Verlustglied von 42 kcal je nm³ vorhanden (Abb. 21). Da im allgemeinen Druckgefälle von der Kammer zu den Heizzügen herrscht,

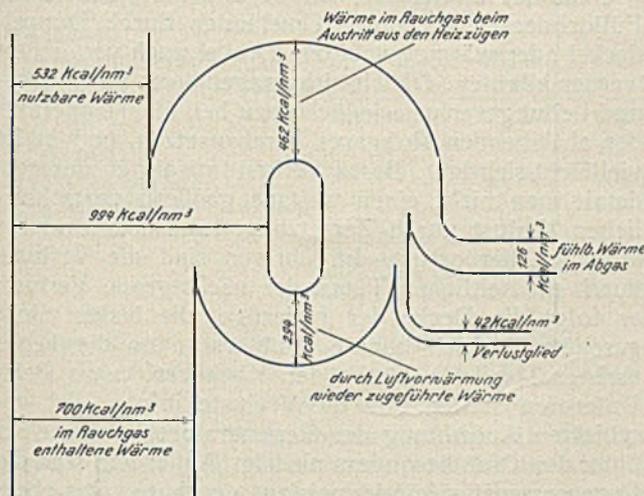
brennung und dem häufigen Rauchen des Kamins zeigte. Auf Grund dieser Überlegungen dürfte die wärmewirtschaftliche Überwachung des Kokereibetriebes erneut an Bedeutung gewinnen; sie hat sich



$H_u = 4070$ kcal, $\lambda = 1,305$, Heizzugtemp. 1270°, Abgastemp. 410°, Luftvorwärmtemp. 1020°, $\eta_{th} = 75,5\%$, Abgasverlust 21 %.

Abb. 22.

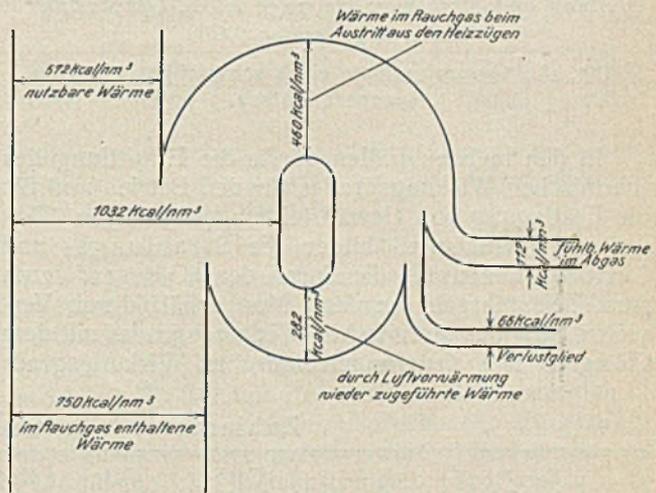
demnach in erster Linie auf die zugeführten Gas- und Luftmengen und die Temperaturüberwachung der Heizzüge zu erstrecken¹. Diese Werte geben außer dem Nachweis des tatsächlichen Wärmeverbrauches jederzeit Aufschluß über den Betriebszustand und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen.



$H_u = 4070$ kcal, $\lambda = 1,23$, Heizzugtemp. 1255°, Abgastemp. 365°, Luftvorwärmtemp. 1005°, $\eta_{th} = 76\%$, Abgasverlust 18 %.

Abb. 21.

mußte also Rohgas durch die Wände übergetreten sein und durch Nachverbrennung die Wärmekonzentration erhöht haben. Hierdurch wird die Heizzug- und Abgastemperatur erhöht und, da der am Ausgang des Regenerators ermittelte Luftüberschuf nicht dem tatsächlichen entspricht, die Bilanz gefälscht. Somit erweisen sich sämtliche durch Diagrammablesung ermittelten Werte als unrichtig. Diese Veränderung im einzelnen zu verfolgen, ist äußerst umständlich und würde langatmige Ausführungen bedingen, auf die in diesem Rahmen verzichtet sei. Bei diesem Ofen war es möglich, die Wärmebilanz für Maschinenseite und Koksseite zu trennen (Abb. 22 und 23). Auf der Koksseite betrug der Fehlbetrag nur 23 kcal/nm³, dagegen auf der Maschinenseite 66 kcal/nm³. Dieser Fehlbetrag in der Bilanz wird demnach auf größere Undichtigkeiten der Heizwände, hauptsächlich an der Maschinenseite, zurückzuführen sein, was sich auch im Betriebe an der unklaren Ver-



$H_u = 4070$ kcal, $\lambda = 1,14$, Heizzugtemp. 1240°, Abgastemp. 320°, Luftvorwärmtemp. 990°, $\eta_{th} = 76\%$, Abgasverlust 15 %.

Abb. 23.

Abb. 21–23. Beispiel eines starkgasbeheizten Ofens mit undichten Kammerwänden.

Die Bilanz läßt sich an einem Einzelofen verhältnismäßig einfach und schnell durchführen. Sind die Wärmebilanz und der thermische Wirkungsgrad für einen Einzelofen bestimmt, so kann das Ergebnis dieser Untersuchungen auf die gesamte Ofengruppe übertragen werden unter der Voraussetzung, daß der Einzelofen einen guten Durchschnitt der gesamten Gruppe darstellt. Die dafür notwendige Nachprüfung gestaltet sich ebenfalls verhältnismäßig einfach. Man

¹ Steinschläger, Mitteilung; 131 der Wärmestelle Düsseldorf.

Einen Überblick über die Wirkungsgrade, die unter den heutigen Verhältnissen als Durchschnittswerte angesprochen werden können, gibt die Zahlentafel 2, in der eine Anzahl von Wärmebilanzen des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen zusammengestellt ist. Man ersieht daraus, daß sich der Abgasverlust zwischen 16 und 24% und der Verlust durch Strahlung und Leitung zwischen 8 und 12% bewegt. Der große Fortschritt in der Wirtschaft der Koksöfen, der in der teilweise erzielten

Rückgewinnung des in der schaubildlichen Darstellung des Versuches 1 der Zahlentafel 2 so bedeutenden Betrages der fühlbaren Wärme im Abgas begründet ist (Abb. 25), dürfte nach den Ausführungen über den thermischen Wirkungsgrad völlig klar sein. Durch die Anwendung des Regenerativverfahrens ist es gelungen, die Nutzwärme fast um das Doppelte zu steigern und somit eine entsprechende Menge des wertvollen Kokereigases für andere Verwendungszwecke verfügbar zu machen.

Zahlentafel 2. Wärmebilanzen von Kokereianlagen.

Nummer der Kokereianlage	1	2	3	4	5	6	7	8
Bauart der Öfen	Abhitze- ofen Starkgas	Regene- rativ Starkgas	Regene- rativ Starkgas	Regene- rativ Starkgas	Regene- rativ Starkgas	Regene- rativ Schwach- gas	Regene- rativ Starkgas	Regene- rativ Starkgas
Anzahl der Öfen	75	65	126	90	40	40	60	25
Mittlere Ofenbreite mm	530	450	400	450	350	450	480	400
Scheitelhöhe der Öfen mm	2000	4500	4000	4000	3000	3500	2800	3500
Mittlerer Kohleneinsatz je Ofen . . . t	7,3	21,18	16,89	18,4	8,14	12,56	11,39	11,24
Betriebszeit h	30	28,8	16,8	20	12	18	20	14,6
Kohlenmenge (feucht) t/24 h	438,0	1421,00	2962,73	2014,87	651,06	502,2	820,29	450,1
Wassergehalt der Koks- kohle %	10,6	9,25	14,13	11,44	11,42	11,8	11,73	11,57
Wärmeaufwand je kg durchgesetzte Rohkohle kcal	1262,0	499,0	551,5	546,3	531,2	504,1	513,9	518,5
Wärmebilanz %	%	%	%	%	%	%	%	%
Nutzbar:								
a) für die Verkokung	25,58	50,97	53,72	51,58	48,41	53,99	45,61	50,82
b) für die Wasserverdampfung	13,69	17,34	21,50	18,41	20,06	20,19	21,90	19,06
Summe 2	39,27	68,31	75,22	69,99	68,47	74,18	67,51	69,88
Verloren:								
a) Abgasverlust	43,40	20,06	16,59	19,95	19,10	16,31	24,27	21,05
b) Strahlung und Leitung	13,84	11,63	8,19	10,06	12,43	9,51	8,22	9,07
c) Unverbranntes	3,49	—	—	—	—	—	—	—
Summe 1	60,73	31,69	24,78	30,01	31,53	25,82	32,49	30,12
Summen 1 + 2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Der Wärmeverbrauch bei der Verkokung und die fühlbare Wärme in den Entgasungsprodukten.

Wie sich die Wärmebilanz auf die alte Bezugs-
einheit kcal/kg durchgesetzter Rohkohle aufteilt, ist aus der Zahlentafel 3 zu entnehmen. Besonders bemerkenswert ist, daß die als Verkokungswärme für den Anteil »Trockenkohle« nutzbar gemachte Wärme durchschnittlich zwischen 235 und 290 kcal/kg Kohle beträgt. Es handelt sich hierbei meistens um Ruhrkohlen, aber auch die Verkokungswärme für eine schlesische Kohle (Nr. 5 der Zahlentafel 3) liegt innerhalb dieser Grenzen.

Immerhin zeigen diese und die folgenden Betrachtungen, daß der Wärmeaufwand je kg durchgesetzter

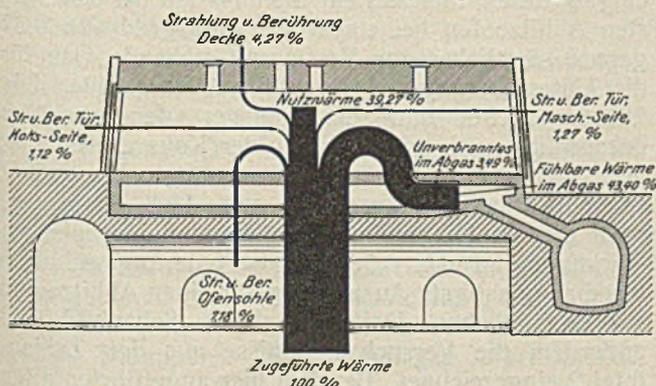


Abb. 25. Wärmeschaubild eines Abhitzeofens.

Kohle so verschieden ist, daß er keinen geeigneten Maßstab für die Beurteilung der Wärmewirtschaft einer Ofengruppe darstellt.

Eingangs ist bereits erwähnt worden, daß man nach frühern Berechnungen die Verkokung von 1 kg feuchter Kohle (12% Wasser) mit einem Wärmeverbrauch von weniger als 600 kcal nicht für möglich gehalten hat. Im folgenden soll für eine Ruhrkohle mit 12% Wasser und den mittlern Betriebszahlen die fühlbare Wärme in den entsprechenden Entgasungs-
erzeugnissen errechnet werden. Hierbei ist angenommen: ein Koksausbringen (Trockenkoks, bezogen auf Trockenkohle) von 76%, eine mittlere Endtemperatur des Kokskuchens von 930°, ein Aschengehalt des Kokses von 10%, ein Gasausbringen je t Trockenkohle von 310 nm³ und folgende mittlere Gasanalyse

	%	%
CO ₂	2,5	CH ₄ 25,3
C _m H _n	2,4	H ₂ 56,1
O ₂	0,2	N ₂ 7,5
CO	6,0	

ferner eine mittlere Rohgastemperatur beim Verlassen der Ofenkammer von 700°, ein Teerausbringen von 35 kg/t Trockenkohle sowie eine Ausbeute von 12 kg Rohbenzol je t Trockenkohle.

Beim Teer wurde gerechnet mit einer mittlern Verdampfungstemperatur von 250° und einer spezifischen

Zahlentafel 3. Wärmebilanzen, bezogen auf 1 kg durchgesetzter Rohkohle.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Wärmebilanz	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg
Nutzbar:								
a) als Verkokungswärme	322,8	254,2	296,3	281,8	257,4	272,2	234,4	263,5
b) zur Wasserverdampfung	172,8	86,6	118,6	100,6	106,7	101,8	112,6	98,9
Summe 2	495,6	340,8	414,9	382,4	364,1	374,0	347,0	362,4
Verloren:								
a) Abgasverlust	547,7	100,1	91,5	109,0	101,6	82,2	124,7	109,1
b) Strahlung und Leitung	174,7	58,1	45,1	54,9	66,1	47,9	42,2	47,0
c) Unverbranntes	44,0	—	—	—	—	—	—	—
Summe 1	766,4	158,2	136,6	163,9	167,7	130,1	166,9	156,1
Summen 1 + 2	1262,0	499,0	551,5	546,3	531,8	504,1	513,9	518,5

Wärme des flüssigen Teers von 0,6, beim Benzol mit einer mittlern Verdampfungstemperatur von 100° sowie einer spezifischen Wärme des flüssigen Benzols von 0,4 und beim Teer und Benzol mit einer mittlern Verdampfungswärme von 90 kcal/kg und einer spezifischen Wärme des gasförmigen Teers und Benzols von 0,33. Die fühlbare und die latente Wärme im Teer und Benzol kann man nur überschläglich erfassen, was jedoch für die Gesamtmenge nicht ins Gewicht fällt, weil sie nur 2–3 % betragen. Die Werte sind sämtlich auf 15° Außenlufttemperatur bezogen. Hieraus errechnet sich folgende Wärmemenge:

	kcal
1. Fühlbare Wärme des Kokes	211,0
2. Fühlbare Wärme des Gases	76,6
3. Fühlbare und latente Wärme im Teer	14,0
4. Fühlbare und latente Wärme im Benzol	3,6
5. Fühlbare und latente Wärme im Wasserdampf	108,3
	zus. 413,5

Diese Wärmemenge wäre also aufzuwenden, falls keinerlei Wärmetönungen bei der Umsetzung aufträten und der feuerungstechnische Wirkungsgrad 1,0 betrüge. In Abb. 26 ist nun die Abhängigkeit dieser

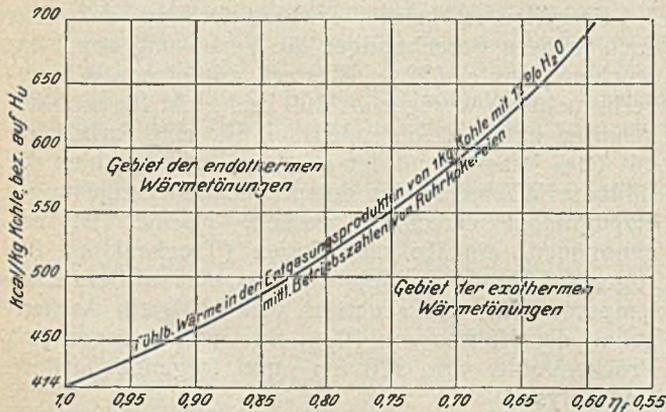


Abb. 26. Erforderlicher Wärmeaufwand bei einer Verkokung ohne Wärmetönung in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad des Ofens.

Wärmemenge von dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad aufgetragen. Alle Wärmeaufwandszahlen, die bei einem bestimmten Wirkungsgrad oberhalb dieser Grenzlinie liegen, erfordern außer der fühlbaren Wärme noch einen zusätzlichen Aufwand für endotherme Reaktionen für die Verkokung, während die unter dieser Linie liegenden Zahlen nur infolge exothermer Wärmetönung erklärlich sind. Besonders lehrreich gestaltet sich dieses Diagramm

in der in Abb. 27 wiedergegebenen Darstellung. Als Ordinate ist die untere Heizwertzahl der Kohle aufgetragen, d. h. die Wärmeenergie, die in einer normalen Ruhrfettkohle in Gasform vorhanden ist

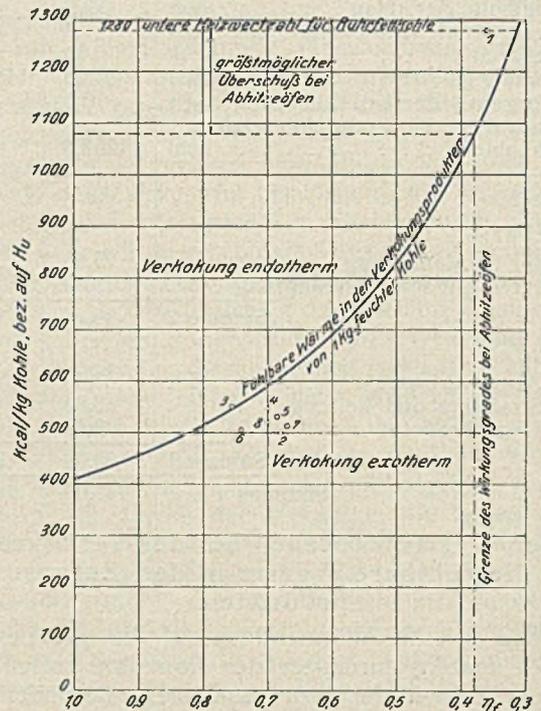


Abb. 27. Heizwertzahl und Wärmeaufwand bei der Verkokung unter Einzeichnung praktisch ermittelter Wärmeverbrauchsahlen.

($H_0 = 4500 \text{ kcal/nm}^3$, $H_u = 4005 \text{ kcal/nm}^3$, Gasausbeute $310 \text{ nm}^3/\text{kg}$). Die Linie für die fühlbare Wärme der Entgasungserzeugnisse bei normalen Betriebsverhältnissen und mittlern Ausbeuten ist bis zu einem feuerungstechnischen Wirkungsgrad von 0,3 herab eingezeichnet. Man ersieht hieraus, daß bei den ältesten Abhitzeöfen bei einem Wirkungsgrad von 0,32 gerade sämtliches zur Verfügung stehende Gas für die Unterfeuerung aufgewandt werden mußte. Die ältesten Meiler und Schaumburger Öfen arbeiteten bekanntlich noch mit einer von der Koksverbrennung herrührenden zusätzlichen Wärmemenge. Die größte erreichte Überschußgasmenge von 15 % erforderte nach diesem Diagramm einen feuerungstechnischen Wirkungsgrad von 0,38, der die feuerungstechnisch denkbar günstigste Ausnutzung für einen Abhitzeofen dargestellt haben dürfte. In dieses Schaubild sind außerdem die Versuchsergebnisse aus der Zahlentafel 2 eingezeichnet. Bei dem hier angeführten alten Abhitzeofen, der seit dem Jahre 1904 in Betrieb steht,

ist kaum noch Überschußgas vorhanden. Ferner geht aus der Lage des Punktes Nr. 1 hervor, daß es sich wohl um eine Kohle mit endothermer Wärmetönung handelt. Da bei diesem Ofen noch ein Verlust von 3% durch Unverbranntes vorlag, der normalerweise nicht erforderlich sein dürfte, ist der Punkt in dem Diagramm entsprechend einem um 3% höhern Wirkungsgrad berichtigt. Bei den Ergebnissen der Versuche 2 bis 8 fällt die große Überschußgasenergie ins Auge, die auf die Anwendung des Regenerativverfahrens zurückzuführen ist. Außerdem zeigt es sich, daß mit Ausnahme der Anlage Nr. 3 sämtliche Kohlen eine mehr oder minder starke exotherme Wärmetönung aufweisen, und zwar unter normalen Bedingungen und dem bereits angeführten durchschnittlichen Ausbringen an Gas, Teer und Benzol 930° Verkokungsendtemperatur und 700° Rohgastemperatur. Falls natürlich aus bestimmten Gründen die Verkokungsendtemperatur höher gehalten werden muß oder die Rohgase heißer bzw. kälter abziehen, dürfte sich das Bild etwas verschieben. Immerhin wird es für den Betriebsmann von Wichtigkeit sein, für seine Anlagen eine derartige Kennlinie aufzustellen, damit er ein Bild von der Wärmewirtschaft seiner Kokereien gewinnt. Verständlich wird nunmehr die oft vertretene Meinung, daß eine Verkokung von Kohle mit einem Aufwand von weniger als 600 kcal je kg feuchter Kohle praktisch nicht zu erreichen sei. Diese Zahl entspricht nach dem Diagramm einem Wirkungsgrad von 68%, der ja unter den damaligen Verhältnissen als günstig zu bezeichnen war. Der heute auf vielen

Anlagen erreichte Wärmeverbrauch von 500 kcal je kg feuchter Kohle ist zu erklären durch weitere Verbesserung des Wirkungsgrades und die während der Verkokung auftretende positive Wärmetönung.

Zusammenfassung.

Nach kurzen Ausführungen über die wärmewirtschaftliche Entwicklung und die Bedeutung der Wärmebilanz für die Berechnung und den Betrieb der Koksöfen wird als neue Bezugseinheit für diese Bilanz die Wärmekonzentration der Rauchgase erkannt. Die dazu notwendigen, von Rosin und Fehling aufgestellten Kurventafeln werden wiedergegeben und erläutert. Ein Vergleich solcher Bilanzen für einen Abhitzeofen und einen Regenerativofen mit Stark- und Schwachgasbeheizung gibt ein anschauliches Bild von den wärmewirtschaftlichen Vorgängen in diesen Öfen und besonders von der großen Bedeutung des Regenerators bei höherer Heizzugtemperatur. Die Auswirkung der im Betriebe auftretenden Verluste auf diese Wärmebilanzen zeigen einige Beispiele. Zum Schluß wird der durchschnittliche Wert der fühlbaren Wärme in den Entgasungsprodukten errechnet und dieser Wert bei verschiedenem feuerungstechnischem Wirkungsgrad in Abhängigkeit zur untern Heizwertzahl gebracht, wobei man erkennt, daß die Verkokung meistens von exothermer Wärmetönung begleitet ist.

Aus den Betrachtungen ergibt sich die Schlußfolgerung, daß nur bei weitgehender wärme- und betriebstechnischer Überwachung des Kokereibetriebes die wirtschaftliche Bestleistung zu erzielen ist.

Die Struktur der deutschen Nachkriegswirtschaft¹.

Von Dr. H. Meis, Essen.

Grundlagen der Wirtschaftsentwicklung vor dem Kriege.

Das wirtschaftliche Geschehen der Kriegs- und Nachkriegszeit überragt nach Tempo und Vielgestaltigkeit selbst die Entwicklung des letzten Drittels des 19. und der Vorkriegszeit des 20. Jahrhunderts. Dem zeitgenössischen Blick bietet sich das Bild eines Kampfes mit stets wechselnden Fronten und Mitteln. Die Fülle der augenblicklichen Maßnahmen erheischenden Probleme ließ keinen Raum zu umfassender rück- und vorausschauender Betrachtung der Dinge. Dem gehetzten Blick des im täglichen Kampfe stehenden Menschen verwischen sich deshalb die Umrisse des Wirtschaftsbildes nur allzu leicht. Und doch haben die Weltwirtschaft und namentlich unsere deutsche Wirtschaft in den verfloßenen anderthalb Jahrzehnten die tiefstgreifenden Strukturwandlungen erfahren.

Ehe ich auf die Struktur der deutschen Nachkriegswirtschaft, die hier allerdings nicht erschöpfend behandelt werden kann, näher eingehe, sei ein kurzer Rückblick auf die weltwirtschaftliche und die deutsche Entwicklung im Verlaufe des 19. Jahrhunderts geworfen. Die Gestaltung der Verhältnisse unserer Tage läßt sich um so besser übersehen, als es möglich ist, sie jener Epoche und ihren treibenden Kräften gegenüberzustellen. Ein solcher Ausgangspunkt, eine solche Blickrichtung lassen auch am klarsten erkennen, daß bei zum Teil gänzlich veränderten Bedingungen und Grundlagen Angriffspunkte

und Ziele der neudeutschen Wirtschaftspolitik notwendig anders sein müssen als in der Vorkriegszeit.

Die welt- und volkswirtschaftliche Entwicklung des 19. Jahrhunderts stand, wie es Werner Sombart treffend zum Ausdruck gebracht hat, im Zeichen der Umstellung von der organischen zur anorganischen Materie. Bau-, Brenn- und Beleuchtungsstoffe, die Verkehrsmittel — um nur einige Beispiele herauszugreifen —, sie alle unterliegen dieser Umstellung. Vom Holz zu Kohle, Eisen und Beton, von den tierischen Fetten zu Mineralöl, Gas und Elektrizität, von der tierischen und menschlichen Kraftleistung zur Maschinisierung und Motorisierung, nicht zu vergessen vom Stallmist zum Kunstdünger. Bei uns wurde diese Entwicklungsgrundlage notwendig ergänzt durch die wirtschaftliche und später politische Einigung des Deutschen Reiches. Diese Umstellung ist die treibende Kraft der ungeahnten und einzig dastehenden Wirtschaftsentwicklung des vergangenen Jahrhunderts. Die erstaunlichen, sich in zwei Menschenaltern zusammendrängenden Ergebnisse der angewandten Naturwissenschaften schufen und erweiterten den Ausgangspunkt dieser Umstellung, mit andern Worten, sie schufen ihre produktionstechnische Grundlage. Der Umstellungswille einer in schnellem Maße zunehmenden Bevölkerung schaffte dazu die Absatzmöglichkeit. In engster Wechselwirkung zwischen Technik und Wirtschaft entstand ein Markt von ungeahnter Aufnahmefähigkeit. »Der Markt ist unbegrenzt«, so lautete die Losung jener Wirtschaftsepoche. Die industrielle Kapazität konnte von Jahr

¹ Vortrag, gehalten auf der 3. Technischen Tagung des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaus in Essen am 17. Oktober 1930.

zu Jahr gesteigert werden. Wenn dennoch teilweise heftige Krisen auftraten, so lag dies daran, daß über die an sich schon erhebliche Markterweiterung hinaus die Erzeugungsfähigkeit erhöht wurde. Der Ruhrbergbau hat besonders ausgeprägte Krisen sowohl hinsichtlich des Absatzes als auch der Preise erlebt. Man darf bei der Betrachtung dieser Krisen aber nicht außer acht lassen, daß sich die Ruhrkohlenförderung seit 1870 in den einzelnen Jahrzehnten bis 1880 annähernd verdoppelt, von 1880 bis 1890 um 60%, von 1890 bis 1900 um 69% und endlich bis 1913, also in den letzten 13 Jahren vor dem Weltkriege, um 90% zugenommen hat. Angesichts unserer heutigen Schwierigkeiten und der Bescheidenheit, mit der wir die jetzigen Förderergebnisse mit dem Stand des bereits 17 Jahre zurückliegenden letzten Vorkriegsjahres vergleichen, erscheinen uns jene Krisen als leichte Schattenseiten einer versunkenen glanzvollen Wirtschaftsentwicklung. So schwer sie damals empfunden wurden, so wenig würden diese Krisen uns heute dank einer weiterreichenden wirtschaftspolitischen Einsicht erschrecken. War der Markt industriewirtschaftlich unbegrenzt, so war oder blieb er es nicht für die landwirtschaftliche Erzeugung. Die verkehrspolitische Erschließung der Welt, die für die europäische Industriewirtschaft die Unbegrenztheit des Marktes stützte und verstärkte, bedeutete auf der andern Seite eine Überschwemmung Europas mit den landwirtschaftlichen Erzeugnissen der amerikanischen Agrargebiete. Die europäische Landwirtschaft, in erster Linie die mittel- und westeuropäische, geriet in eine ernste strukturelle Krisis, die sie nur durch die bekannte Schutz-zollpolitik auf der einen und eine mehr oder weniger ausgeprägte Intensivierung auf der andern Seite überwinden konnte. Die Agrarkrise des 19. Jahrhunderts gleicht — wie ich hier vorwegnehme — in ihrer strukturellen Bedingtheit sehr stark jenen Wandlungen, unter deren Einfluß die europäische Industrie der Nachkriegszeit zu arbeiten gezwungen ist. Es beginnt nun in Deutschland ein Vorgang mehr und mehr in Erscheinung zu treten, der allerdings zu Unrecht mit dem Schlagwort »vom Agrar- zum Industriestaat« gekennzeichnet wird. Das Anteilverhältnis zwischen Landwirtschaft und Industrie verschob sich allmählich nach der industriellen Seite. Hatte das Schwergewicht der Wirtschaft bisher auf dem agrarischen Grundpfeiler geruht, so verlagerte es sich jetzt zunehmend zur Industrie hin. Man hat diese Entwicklung zum Schaden unserer Gesamtwirtschaft bedauerlicherweise sehr überschätzt. Es war und ist nicht so, daß wir nur ein Industriestaat sind. Unsere Landwirtschaft hat für uns große Bedeutung; sie hat sie nicht allein als Produzent, sie hat sie — und das ist uns in der Industrie besonders wesentlich — auch als Abnehmer industrieller Erzeugnisse. Die weltwirtschaftliche Verflechtung der deutschen Volkswirtschaft, die durch diese Entwicklung starke Antriebe erhielt, hat uns dazu verleitet, die große Bedeutung der Landwirtschaft teilweise zu übersehen. Wir dachten in jener Zeit allzusehr außenwirtschaftlich und vernachlässigten den innern Markt, für den das Wohlergehen und die Kaufkraft der Landwirtschaft ebenso wesentlich waren wie die industrielle Blüte. Es ist vornehmlich das Verdienst Steinmann-Buchers, diese Einseitigkeit der Betrachtungsweise eindringlich herausgestellt zu haben.

Die Stellung Deutschlands in der Weltwirtschaft, der ich mich nunmehr noch kurz zuwende, ist gekennzeichnet durch das Steigen des deutschen Anteils am weltwirt-

schaftlichen Güteraustausch. Es stellt eine der größten Leistungen der Wirtschaftsgeschichte dar, daß ein Land mit einer seit Jahrhunderten — von Teilerscheinungen abgesehen — kläglichen politischen Vergangenheit, ein Land, das weder mit besonders großen Bodenschätzen noch überhaupt mit Reichtum gesegnet war, daß ein solches Land sich gegenüber den reichen, seit langem innerlich gefestigten westeuropäischen Staaten nicht nur durchsetzen konnte, sondern daß es ihm gelang, bei steigender Aufnahmefähigkeit des Weltmarktes seine Bedeutung auch anteilig zu steigern. Denn der Kampf, zu dessen Bestehen Deutschland wenig vorbestimmt zu sein schien, ging damals nicht in erster Linie um die Erhaltung des absoluten und relativen Besitzstandes, sondern darum, die Zunahme der Marktkapazität möglichst für die eigene Volkswirtschaft zu erobern.

Die monopolistische Vormachtstellung Europas und mit ihm Deutschlands sowie der vorwiegend agrarische Charakter der außereuropäischen Welt brachten es mit sich, daß sich der industrielle Außenhandel zum weitüberwiegenden Teile auf Verbrauchsfertigwaren erstreckte, während die Produktionsmittelausfuhr nur von geringer Bedeutung war. Es ist wichtig, diese Tatsache festzuhalten, weil gerade auf diesem Gebiete für die Zukunft Wandlungen zu erwarten sind.

Was befähigte Deutschland, die Gunst der volks- und weltwirtschaftlichen Bedingungen in so hervorragendem Maße für sich auszunutzen? Was befähigte es, innerhalb weniger Jahrzehnte von einem Schuldnerland zu einem Gläubiger auf dem internationalen Kapitalmarkt zu werden? — Die Gründe hierfür sind in erster Linie in der Arbeitsfähigkeit, dem Arbeitswillen und damit in der Arbeitsleistung des deutschen Volkes zu suchen. Wir arbeiteten aber nicht nur mehr als die andern, sondern wir waren auch genügsamer, wir waren sparsamer, sparsam im privaten wie im öffentlichen Aufwand. Arbeit und Sparsamkeit waren gepaart mit einem Unternehmungsgeist, der sich auch durch Rückschläge nicht entmutigen ließ. Diese drei Faktoren stellten in ihrer wechselseitigen Ergänzung und Befruchtung das Ergebnis des soviel gescholtenen wirtschaftlichen Liberalismus dar. Er hat den Typ des wagemutigen Unternehmers der Blütezeit des Kapitalismus geschaffen. Ich möchte diese Zeit des Kapitalismus als die des Individualkapitalismus bezeichnen, weil ich der Meinung bin, daß wir sie von unsern heutigen Verhältnissen deutlich absetzen müssen. Dieser Wagemut entsprang nicht der geistigen Einstellung des Spielers; er war Ausdruck eines schöpferischen Willens und einer Intuition, die die Zeichen der Zeit zu deuten vermochte. Er hinderte auch nicht eine Solidität des Geschäftsgebarens, die — denken wir nur an amerikanische Verhältnisse — im besten Sinne des Wortes vorbildlich war. Eine vorsichtige Dividendenpolitik, die Ansammlung erheblicher Rücklagen, eine sich in gesunden Grenzen bewegende Selbstfinanzierung, die — leider wird das heute sehr verkannt — unbedingt notwendig ist, gaben im Verein mit einer vorsichtigen und dennoch großzügigen Finanz- und Kreditpolitik der deutschen Volkswirtschaft den starken Rückhalt und die Spannkraft, die sie am Ende der Vorkriegszeit besaßen und bewiesen hat. Als sich die Entente in den letzten Julitagen 1914 entschloß, die Früchte einer langen und beharrlich gegen Deutschland geführten Einkreisungspolitik zu pflücken, als in jenen Tagen auch die bisher sichersten und festesten Werte und Beziehungen im Wirrwarr einer nie gesehenen

Panik unterzugehen drohten, da erlebte die Welt die unerwartete und daher überraschende Tatsache, daß alle kriegführenden Nationen und zahlreiche neutrale Staaten ihren finanziellen und wirtschaftlichen Zusammenbruch nur durch den Erlaß von Moratorien vermeiden zu können glaubten — nur Deutschland nicht, das auf solche Maßnahmen verzichten konnte.

Änderungen der Wirtschaftsbedingungen in der Nachkriegszeit.

Äußere Strukturwandlungen.

In dem Weltkrieg sehen wir mit Recht den Schnittpunkt der im 19. Jahrhundert eingeleiteten Wirtschaftsentwicklung. Für Deutschland gilt dies in noch höherem Maße als für die übrigen Industriestaaten. Eins darf jedoch nicht übersehen werden: Der Krieg hat zwar vieles von Grund auf geändert, er hat aber nicht in allen Teilen die weltwirtschaftliche Entwicklung, der wir uns heute gegenüber sehen, ins Leben gerufen, sondern er hat sie entscheidend verschärft. Wenn es heute im Gegensatz zum Ausgang des 19. Jahrhunderts heißt, der Markt ist begrenzt, wenn wir heute in zahlreichen Ländern eine Verselbständigung in industriewirtschaftlicher Hinsicht erleben, so können wir den Krieg hierfür nicht allein verantwortlich machen. Es ist klar, daß die übrige Welt nicht nur die Erzeugnisse der europäischen Industriewirtschaft aufnahm, sondern sich auch das europäische Ideengut zu eigen machte. Ich denke hier in erster Linie an die Ideen des Nationalstaats, des wirtschaftlichen Liberalismus und das Streben nach Unabhängigkeit vom Weltmarkt. Wenn also ihre Ansätze auch schon vorhanden waren, so hat diese Entwicklung zweifellos durch den Weltkrieg ihren entscheidenden Antrieb erhalten. Sie wird dahin verlaufen, daß der Anteil Europas an der Versorgung des industriellen Verbrauches der Welt mindestens verhältnismäßig zurückgeht. Vielleicht, und das wird von der Gestaltung der Verhältnisse in den Vereinigten Staaten abhängen, haben wir für die Zukunft darüber hinaus mit einer Abnahme der absoluten Ausfuhr Europas an industriellen Gütern zu rechnen. Mit aller Deutlichkeit zeichnet sich aber schon jetzt eine Verschiebung im Anteilverhältnis der Fertigwarenausfuhr von den Verbrauchsgütern zu den Produktionsmitteln ab. Die Welt wird, wo die wirtschaftsgeographischen Verhältnisse es erlauben, mehr und mehr zur eigenen Erzeugung von Fertigwaren übergehen. Der Produktionsmitteleinfuhr kann sie auch dann nicht entraten. Es gilt für Europa, auf der Hut zu sein, damit es sich rechtzeitig dem veränderten Weltbedarf anpassen kann.

Europa hat seine Vormachtstellung nicht durch den Krieg hindurch retten können. Als am 11. November 1918 der letzte Schuß gefallen war, übertönte in den europäischen Feindbundstaaten der Siegestaumel die Erkenntnis, daß man während 4 $\frac{1}{2}$ Jahren auf den zahllosen Schlachtfeldern nicht allein die Blüte seiner Bevölkerung geopfert, seine Produktion und Kapitalkraft vergeudet, sondern sich für dieses europäische Vernichtungswerk, gegenüber der zuvor beherrschten Welt, verschuldet hatte. Den Bodenrest des schmählich vertanen ungeheuren Aufwandes sammelten jene traurigen Gestalten, die Jahre hindurch als Messing- und Kupfersucher die ehemaligen Schlachtfelder belebten oder sich an den zweckberaubten Rückständen der Heeresrüstung durch einen schwunghaften Handel bereicherten. Kein Zweifel kann bestehen, daß Europa durch den Krieg in seiner Stellung eine entscheidende, nie wieder

einzuholende Einbuße erlitten hat. Die europäische Geschichte wird einst ihr Urteil über den Tatbestand zu sprechen haben, daß um des kleinlichen Zieles willen, die deutsche Wirtschaftskraft zu vernichten oder zu schwächen, die europäische Vormachtstellung endgültig verspielt wurde.

Zunächst machen sich die europäischen Einbußen auf dem Gebiet der Marktbeherrschung geltend. Der südamerikanische Absatz geht mehr und mehr in den Einflußbereich der Vereinigten Staaten über. Dazu sind gerade hier die Bestrebungen zur wirtschaftlichen Selbständigmachung sehr ausgeprägt. Ostasien gerät allmählich in den Wirtschaftskreis Japans. Lediglich die politische Zerrissenheit des riesigen chinesischen Reiches und die verhältnismäßige Armut Japans lassen diese Entwicklung zurzeit nur langsam zu einer Bedrohung des alten Erdteils anwachsen.

Sehr wesentlich ist dann die europäische Verschuldung. Die Vereinigten Staaten, vor dem Kriege an Europa verschuldet, sind heute mit ungeheuren Forderungen dessen Gläubiger. Ihr Reichtum nötigt zur Kapitalausfuhr, die durch Interessennahme wiederum der amerikanischen Machterweiterung zugute kommt.

Mindestens so schwerwiegend wie diese Dinge scheint mir aber die Tatsache zu sein, daß England sich allmählich von Europa zurückzieht. Der Blick des großbritannischen Inselreiches ist notwendig immer mehr in die Welt hinaus gerichtet, wo die Länder des britischen Imperiums dank der ihnen vom Mutterland verfassungsrechtlich gewährten Selbständigkeit auseinanderstreben. Die europäische Gleichgewichtspolitik Englands gehört der Geschichte an. Das Zentrum seiner politischen Willensbildung ist in die Welt hinausgerückt. Damit wird der Charakter seiner europäischen Politik defensiv werden müssen. Was das gerade für Deutschland bedeutet, zeigen die von England stillschweigend geduldeten europäischen Vorherrschaftsbestrebungen Frankreichs. Die kühle Gleichgültigkeit, mit der das Inselreich den Briandschen Paneuropaplan aufgenommen hat, redet eine nur zu deutliche Sprache.

Nun zu Deutschland. Was von Europa gesagt wurde, gilt erst recht und in viel größerem Maße für die deutsche Wirtschaft. Sie war während der ganzen Dauer des Krieges und noch Jahre darüber hinaus völlig abgeschnitten von der Weltwirtschaft. Die Anforderungen der Kriegswirtschaft hatte sie, die nicht wie die feindlichen Staaten auf die übrige Welt zurückgreifen konnte, allein zu erfüllen. Sie stand beim Zusammenbruch vor der völligen Auszehrung ihrer Produktions- und Kapitalkraft. Während aber die andern Nationen alsbald an den Wiederaufbau der Friedenswirtschaft und die Neuanknüpfung und Festigung ihrer weltwirtschaftlichen Beziehungen herangehen konnten, mußte Deutschland hierauf verzichten, weil der Feindbund ohne Rücksicht auf die trostlose Lage des ausgesogenen Landes wirtschaftliche Leistungen von ihm beanspruchte, die weit über die verbliebene Kraft hinausgingen. Erst nach Verlauf einiger Jahre konnte auch Deutschland mit seiner industriellen Neuausrüstung beginnen. Sie ist im Zeichen der Geldentwertung, die den deutschen Lohn- und Preisstand weit unter dem des hochvalutarischen Auslands hielt, in kurzer Zeit und so gründlich durchgeführt worden, daß die industrielle Leistungsfähigkeit, namentlich, wenn man die Rationalisierungserfolge berücksichtigt, heute größer ist als vor dem Kriege. In diesem Zusammenhang sei noch auf zwei weitere Vorteile hin-

gewiesen, die Deutschland aus der Geldentwertung hat ziehen können. Es ist einmal die Erleichterung in der Wiederanknüpfung der alten außenwirtschaftlichen Beziehungen. Zum andern, und dies ist weit wichtiger, haben wir es der Geldentwertung zu verdanken, daß das von den Siegerstaaten mit der auf fünf Jahre bemessenen einseitigen Meistbegünstigung verfolgte Ziel der Vernichtung unserer Wirtschaft gescheitert ist. So ungeheuer die Schäden der Inflationszeit sind: wir dürfen nicht vergessen, daß sie allein es ermöglicht hat, für das Weiterbestehen der deutschen Wirtschaft die notwendigen Grundlagen zu gewinnen. Ihre Folgen, an denen wir noch lange, Jahrzehnte vielleicht, zu tragen haben werden, müssen deshalb unter diesem Gesichtswinkel betrachtet werden.

Was die besondern Änderungen betrifft, die für die deutsche Nachkriegswirtschaft als Folge des verlorenen Krieges eingetreten sind, so kann ich mich hier mit kurzen Hinweisen begnügen. Diese Dinge sind in den verflochtenen Jahren wieder und wieder in aller Breite erörtert worden. Zunächst seien die Gebietsabtretungen genannt. Sie bedeuten einen Verlust an Bodenfläche von 13,0 % und an Bevölkerung von 10,0 %. Besonders schwer sind jedoch ihre wirtschaftlichen Schäden. Die Abtretungen umfassen im Osten wertvolle landwirtschaftliche Überschußgebiete sowie einen Teil des oberschlesischen Industriebezirks und im Westen für die deutsche Industrie bedeutungsvolle Landesteile.

Die ostdeutsche Landwirtschaft ist durch die Abtretungen an Polen, vor allem aber durch die Schaffung des Korridors, in die größten Schwierigkeiten geraten. Ostpreußen ist gänzlich vom Mutterland abgeschnürt und durch die Änderung der Marktverhältnisse in seinem Bestand bedroht. Es wird langer Zeit und einer einsichtsvollen Wirtschaftspolitik bedürfen, bis der deutsche Osten wieder volle Lebenskraft gewinnt. Nicht zuletzt ist dies auch für die deutsche Industriewirtschaft von erheblicher Bedeutung.

Ebenso schwierig ist die Lage der westdeutschen Industrie durch den Verlust Elsaß-Lothringens, die Lösung Luxemburgs aus dem deutschen Zollverband und die befristete Abtrennung des Saargebiets geworden. Man braucht sich nur die Entwicklung unserer westlichen Industrie zu vergegenwärtigen, um zu erkennen, welchen tiefen Einschnitt diese Abtretungen bedeuten. Ein großer Teil der westdeutschen Industriegesellschaften war genötigt, ihre jenseits des Rheins bis nach Lothringen und Luxemburg hinein gelegenen Werke zu veräußern, die durch die Zerreißung der organisch entstandenen innigen Wirtschaftsbeziehungen lebensunfähig geworden waren. Die Konzentrationsbewegung der deutschen Industrie, vornehmlich des Westens, leitet sich in allererster Linie aus diesen strukturellen Veränderungen her.

Überblickt man das Gesamtbild der sich aus den Gebietsabtretungen ergebenden Wandlungen, so ist festzustellen, daß die deutsche Industriewirtschaft dank ihrer größern Beweglichkeit und Kapitalkraft der Schwierigkeiten in verhältnismäßig kurzer Zeit hat Herr werden können, während es dem agrarischen Osten bisher nicht gelungen ist, sich auf die neuen Verhältnisse einzustellen.

Einschneidender und länger nachwirkend ist die Verpflichtung zur Leistung der Reparationszahlungen. Betrachtet man die Höhe des von dem Deutschland der Vorkriegszeit jährlich erarbeiteten Gewinnsaldos der Zahlungsbilanz einschließlich sämtlicher unsichtbaren

Posten, der für das Jahr 1913 mit einer Milliarde *M* zu veranschlagen ist, so wird das wahre Gewicht dieser ungeheuern Belastung deutlich. Die derzeitige Regelung der Reparationsfrage besagt, daß das deutsche Volk auf absehbare Zeit hinaus bei allem Optimismus mindestens den außenwirtschaftlichen Ertrag seiner mühevollen Arbeit in die Kassen fremder, zum Teil ohnehin in Kapitalüberfluß lebender Länder abführen muß. Es mag heute als müßig erscheinen darüber zu streiten, wie es gekommen ist und weshalb es so hat kommen müssen. Dennoch scheinen mir zur deutschen Reparationspolitik einige Worte der Kritik notwendig zu sein. Man kann über die Zweckmäßigkeit des Vorgehens der verantwortlichen deutschen Stellen bis zur Inkraftsetzung des Londoner Abkommens sagen: wir wissen es nicht, wir werden es nicht wissen. Man mag die Frage nach der richtigen Auswahl des Zeitpunktes und der Bedingungen für Locarno und den Eintritt Deutschlands in den Völkerbund beiseite lassen. Über einen Tatbestand aber kann keine Meinungsverschiedenheit herrschen: daß die deutsche Regierung im September 1928 in Genf mit den Reparationsgläubigern die Einsetzung der Sachverständigen-Konferenz für das Frühjahr 1929 vereinbarte, ohne alsbald einen durchgreifenden Versuch zur Sanierung der Finanzen zu unternehmen, daß sie ihre Sachverständigen nach Paris schickte mit einem bedrohlichen, ungedeckten Fehlbetrag im Rücken, daß sie endlich selbst am Rande des Bankrotts nach dem Haag ging, und dies alles, obwohl sie wußte, daß Frankreich die Regelung der schwerwiegenden Frage des amerikanischen Schuldenabkommens geradezu auf den Nägeln brannte, das ist eine Versündigung der hierfür verantwortlichen Männer am deutschen Volke, die der unheilvollen Selbstbeziehung Bethmann-Hollwegs vom 4. August 1914 gleichgestellt werden kann.

Neue innere Kräfte im Wirtschaftsablauf.

Die Strukturwandlungen, die ich soeben kurz streifte, kann man als äußere bezeichnen. Ihr Einfluß auf die Gestaltung des wirtschaftlichen Lebens, so groß er ist, wird leicht überschätzt. Entscheidender, namentlich für die Zukunft, sind die neuen innern Kräfte, die sich seit der Staatsumwälzung – ich beschränke mich jetzt auf Deutschland – im Wirtschaftsablauf zur Geltung bringen. Sie können nicht wie die äußern Strukturänderungen durch geeignete Maßnahmen mehr oder weniger schnell ausgeglichen werden, da sie als Ausfluß einer geistigen und seelischen Haltung über ein großes Beharrungsvermögen verfügen. Ich bitte um Ihre Nachsicht, wenn ich den Versuch mache, auf diese neuen innern Kräfte näher einzugehen. Uns fehlt heute noch der notwendige Abstand, um mit Genauigkeit zu erkennen und zu deuten, was sich auf dem Gebiete des Geistig-Seelischen im Gefolge und seit der Staatsumwälzung gestaltet hat. Indem ich dies feststelle, kennzeichne ich meine Darlegungen zu diesem Punkt meines Vortrages als meine persönliche Auffassung.

Die Staatsumwälzung hat der verantwortlichen Betätigung einer Bewegung Raum gegeben, die sich während zweier Menschenalter in den Schattenwinkeln unseres wirtschaftlichen Aufstiegs entwickelt hat. Die schweren Opfer und Entbehrungen, die unabsehbar gewordene Dauer des Krieges haben allmählich den Boden bereitet, dessen die Sozialdemokratie zur Aufrichtung ihrer Herrschaft bedurfte. Kampflös fiel ihr die reife Frucht der seelischen Erschöpfung des deutschen Volkes in den Schoß. Als sie am 9. November 1918 die Regierungs-

gewalt aus den Händen des Prinzen Max von Baden übernahm, begann die unblutigste Revolution der Weltgeschichte. Nie ist einer revolutionären Regierung bessere Gelegenheit zu gestaltender Betätigung – sei es in negativem oder positivem Sinne – gegeben worden. Dazu aber mußte Farbe bekannt werden. Entweder man errichtete den seit Jahrzehnten gepriesenen und vorausgesetzten angeblichen Idealstaat oder man erzog seine Anhänger zu einer andern, jetzt als richtig erkannten Staatsauffassung. Nichts von dem geschah. Die Sozialdemokratie hat ihren Kopf aus der Schlinge gezogen, indem sie unter Ausnutzung des Ruhebedürfnisses der überwiegenden Mehrheit des Volkes und der gespannten Ernährungs- und Wirtschaftslage ihren Anhängern statt des Zukunftsstaates das Butterbrot einer überspannten Wirtschafts-, Lohn- und Sozialpolitik reichte. Man hat sich im sozialistischen Lager die größte Mühe gegeben, den klaffenden Zwiespalt zwischen Versprechen und Einlösen, Wort und Tat, Ziel und Weg, zu überbrücken. Aber alle die Redensarten über Sozialisierung auf kaltem Wege, Wirtschaftsdemokratie, Durchleuchtung der Wirtschaft und andere mehr können auf die Dauer über die vergiftende Unwahrhaftigkeit der sozialistischen Politik nicht hinwegtäuschen. Der Zeitpunkt wird kommen, in dem ein System scheitern muß, das um der Machtbehauptung seiner Vertreter willen einen großen Teil des Volkes zur Unwahrhaftigkeit und zu krassestem Materialismus erzogen hat und diese zweifelhafte Erziehung durch die Vorbelastung unserer volklichen und wirtschaftlichen Zukunft finanzierte. Ja ich glaube, daß der Zeitpunkt, in dem diese Wechsel auf die Zukunft zu Protest gehen werden, nicht mehr fern ist.

Wie stellen sich die Ergebnisse einer solchen Politik der Unwahrhaftigkeit und moralischen Verantwortungslosigkeit im Rahmen dieses Vortrages dar? Wie ist die geistige und seelische Grundhaltung geartet, die aus den Quellen der befreiten Instinkte fließt? Sie zeigt sich geistig in der zunehmenden Unfähigkeit zu kritischem Denken, seelisch in dem Verlust an sittlicher Haltung und Widerstandskraft und summarisch in einem Widerwillen gegen jede Art von Zielsetzung, soweit sie über das tägliche Geschehen nur irgendwie hinausgeht.

Opportunität, so heißt die Losung, unter der sich die Teilkräfte dieser Grundhaltung zu gemeinsamen Handeln vereinigen. Es würde zu weit führen, wollte ich hier den Weg verfolgen, den diese absolute Beherrscherin des deutschen öffentlichen Lebens unter Zurücklassung eines ideellen und materiellen Trümmerfeldes im einzelnen genommen hat. Wir sehen die Ergebnisse auf jedem Gebiet. In der Finanzpolitik liegt der lange verschleierte Bankerott nunmehr vor aller Augen offen da. Die Tatsache, daß auf dem Gebiet der Wirtschaftspolitik mit ebenso großem Eifer wie geringem Erfolg gearbeitet worden ist, läßt sich nicht mehr leugnen. Die Ergebnisse der Lohn- und Sozialpolitik sind so offenkundig, daß darüber nichts gesagt zu werden braucht. Ich kann mich hinsichtlich dieser drei Sparten der deutschen Reichspolitik um so eher mit den gemachten Andeutungen begnügen, als ich auf die treffenden Darlegungen verweise, die Herr v. Loewenstein in diesem oder doch ähnlichem Kreise seit Jahren gelegentlich der Generalversammlungen unseres Vereins über die Entwicklung dieser unerfreulichen Dinge gibt.

Gestatten Sie mir, hier die Frage nach dem Umfang des Geltungsbereichs dieser Grundhaltung anzuschließen, die Frage, wie weit diese lähmende Krankheit sich in dem Körper unseres Volkes bereits eingenistet hat. Sie

kann in diesem Zeitpunkt noch nicht beantwortet werden, weil der Krankheitsverlauf noch nicht in seinen entscheidenden Stand eingetreten ist, weil nach den innern Erschütterungen eines solchen Krieges ein neuer Ruhezustand sich noch nicht gebildet haben kann. Wenn diese Frage allgemein zwar gestellt, aber noch nicht beantwortet werden kann, so ist es um so wichtiger und notwendiger, daß jeder im politischen und wirtschaftlichen Leben, vor allem jeder im Kampf um die Gestaltung der deutschen Verhältnisse stehende Mensch sie sich für seine eigene Person Tag für Tag nicht allein stellt, sondern auch zu beantworten versucht.

Etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts hat sich hinsichtlich unserer industrie-wirtschaftlichen Entwicklung allmählich eine gewisse Dreiteilung der sozial-ökonomischen Kräfte ergeben. Auf der einen Seite stand die Industrie, die nicht allein der zunehmenden Aufnahmefähigkeit des innern Marktes gerecht zu werden suchte, sondern mit Erfolg bestrebt war, von der außenwirtschaftlichen Markterweiterung einen möglichst großen Teil für die deutsche Volkswirtschaft zu sichern. Auf der andern Seite entwickelte sich der Stand der Industriearbeiter. Materiell unbefriedigt durch die nicht zu leugnenden sozialen Kinderkrankheiten des werdenden Kapitalismus, ideell genährt durch die Lehren des wissenschaftlichen Sozialismus, begann der deutsche Arbeiterstand seinen Kampf gegen die Wirtschaft. Hatte er nur eine Kampffront, nämlich die gegen den Kapitalismus, so focht die Industrie-Wirtschaft im Zweifrontenkrieg. Außenwirtschaftlich im Angriff, war sie im Kampfe gegen den Marxismus in der Verteidigung, womit allerdings nicht gesagt sein soll, daß dieser Verteidigungskrieg zeitweise nicht auch angriffsweise geführt wurde. Über den streitenden Parteien aber stand der konstitutionelle Staat. Seine Unabhängigkeit, der fortentwickelte Geist einer friederizianischen Staatsauffassung befähigten ihn zu einer ausgleichenden Betätigung, die zwar – wie könnte es auch anders sein – dem zeitgenössischen, interessengebundenen Blick Angriffspunkte bot, die aber als Ganzes und historisch gesehen bestehen wird.

Diese Dreiteilung der Kräfte ist nicht mehr. Seit der Revolution fehlt die dritte Kraft, die des Ausgleichs. Die Sozialdemokratie hat den Staat erobert. Mag sie selbst unumschränkt führen, wie in den ersten Monaten nach der Umwälzung, mag sie koalitionsbeteiligt oder mag sie in der Opposition sein, ihr Einfluß ist im großen und ganzen vorherrschend. Betrachten wir, wie es im Rahmen dieses Vortrages liegt, in erster Linie die Wirtschaft, so erscheint der sozialistische Einwirkungsbereich größer noch als auf dem Gebiet der allgemeinen Politik. Die gewerkschaftliche Nebenregierung gehört seit den Tagen der Frühjahrsunruhen des Jahres 1920 zu den ständigen Aufmerksamkeiten beanspruchenden Faktoren der deutschen wirtschaftspolitischen Willensbildung.

Mit dem Wegfall des Staates als Vermittler, mit seinem Übertreten in das Lager der Wirtschaftsfeindlichkeit, ist eine Atmosphäre großer Unsicherheit und eben solchen Mißtrauens entstanden. Auch hier machen sich neue innere Kräfte im Wirtschaftsablauf geltend. Wenn ich auf die Verhältnisse der beiden Arbeitsparteien in diesem Zusammenhang kurz eingehe, so bitte ich, von mir nichts Neues zu erwarten. Mir liegt lediglich daran, aufzuzeigen, wie eng die Gestaltung der Dinge auch hier mit dem Gesamtgeschehen der letzten 10 Jahre verknüpft ist.

Wie am Eingang dieses Abschnitts festgestellt wurde, hat der Sozialismus die Aufgabe, die er selbst sich gestellt hatte, die Aufrichtung eines neuen Staates mit einer neuen Wirtschaft, nicht gelöst. Die Unwahrhaftigkeit, mit der er seine geschichtliche Niederlage zu verborgen sucht, hat ihn in eine wirtschaftlich falsche Kampffront hineingedrängt. Nach seiner eigenen Behauptung verfolgte der Kampf, den er in der Vorkriegszeit so hartnäckig gegen Gesellschaft und Wirtschaft führte, nur den Zweck, sich in den Besitz der Macht zu setzen, um alsdann seine Aufgabe lösen zu können. So war er nicht in buchstäblichem Sinne wirtschaftsfeindlich, sondern er war es nur gegenüber der kapitalistischen Wirtschaft, und zwar deshalb, weil er die Patentlösung eines neuen Wirtschaftssystems in der Tasche zu haben meinte. Die Erkenntnis von der Wertlosigkeit dieser Patentlösung erforderte ein entschlossenes Herumwerfen des Ruders. Das aber verhinderte der Mangel an Verantwortungsbewußtsein und das Streben nach persönlicher Machtbehauptung. So erleben wir die paradoxe Erscheinung, daß der Sozialismus durch das Festhalten an dem Kampfgedanken der Vorkriegszeit mit der Wirtschaft den Träger eines Staates zu vernichten sucht, dessen hauptsächlichster Nutznießer er selbst ist.

Sozial- und Lohnpolitik haben auf der Seite der Arbeitnehmer sowohl im einzelnen als auch im ganzen einen verhängnisvollen Umschwung in der Haltung zu Staat und Wirtschaft herbeigeführt. Der neue Staat hat sich mit Eifer bemüht, das von der alten Ordnung übernommene, in seinen Grundlagen gesunde Instrument der Sozialversicherung zu überspannen mit dem Zwecke, möglichst weite Kreise des Volkes äußerlich und innerlich von sich abhängig zu machen. Ja, er hat es unter geschickter Ausnutzung der vor einer Übertreibung warnenden Stimmen verstanden, sich als den einzig wahren Wohltäter des arbeitenden Volkes hinzustellen. Dem Gefühl für Selbstverantwortung und Selbsthilfe ist damit jeglicher Boden entzogen. Man hat sich nur zu gern und schnell daran gewöhnt, in dem Staat eine Institution zu erblicken, die die Aufgabe hat, den einzelnen, ohne daß er selbst sich irgendwelche Gedanken zu machen braucht, vor allen Wechselfällen des Lebens zu schützen. Bei der Lohnpolitik liegen die Dinge ähnlich. Die mit der allgemeinen Lohnfestsetzung verbundene Gleichmachung der Löhne brachte den Nachteil mit sich, daß es dem einzelnen Arbeiter unmöglich gemacht wurde, durch Mehrleistung einen höhern Preis für seine Arbeit zu erzielen; er war deshalb zur Verbesserung seiner Lage auf die Erhöhung des allgemeinen Lohnstandes angewiesen. An die Stelle des Einzelwillens trat die die Einzelwünsche zusammenfassende Politik der Gewerkschaften. Man könnte sich mit diesem Zustand der Dinge abfinden, wenn nicht Aufbau und Handhabung unseres Schlichtungswesens den Gewerkschaften alle Verantwortung für ihr Vorgehen abgenommen und die Entscheidung über wichtigste wirtschaftspolitische Fragen in die Hände angeblich unvoreingenommener Stellen gelegt hätten.

Wenn es in Frankreich heißt: *Le boche payera tout*, so heißt es in Deutschland: Die Wirtschaft bezahlt alles. Die Gewerkschaften und der von ihnen beherrschte Staat geben sich zum Schaden unseres Vaterlandes alle Mühe, diesen gefährlichen Wahn von der

unbegrenzten Zahlungsfähigkeit der Wirtschaft im Volke zu erhalten und zu befestigen.

Tiefgreifende Wandlungen haben sich im Verlaufe der Entwicklung auch auf der Seite der Wirtschaft ergeben. Die äußern Strukturänderungen, die Notwendigkeit eines verschärften Abwehrkampfes gegenüber den wirtschaftsfeindlichen Bestrebungen von Arbeitnehmerschaft und Staat nötigten die Wirtschaft zu einer Änderung ihres organisatorischen Aufbaus. Zunächst tritt diese Änderung in der Form der sogenannten Konzentrationsbewegung in Erscheinung. Über Interessengemeinschaften und Angliederungen hat sie zur Bildung riesiger Konzerne und Truste geführt, die heute eine Reihe von Produktionszweigen der deutschen Wirtschaft beherrschen. Hand in Hand mit der Konzentrationsbewegung geht die zunehmende Kartellbildung. Auch sie ist ein Ausfluß teils der äußern Strukturwandlungen, teils der Abwehr oder besser noch der Abwälzung der durch die wirtschaftsfeindliche Politik entstandenen Belastungen. Als dritte und letzte Erscheinungsform sehen wir den verstärkten Zusammenschluß der Wirtschaft in Arbeitgeber- und sonstigen Interessenverbänden.

Diese Entwicklung, so notwendig sie für das Fortbestehen der deutschen Wirtschaft war, hat auch ihre Gefahrenquellen. Die scharfe organisatorische Zusammenfassung der deutschen Nachkriegswirtschaft bedeutet eine Verschiebung der Willensbildung von der für unsere Vorkriegsentwicklung so wertvollen Einzelpersönlichkeit auf eine Mehrzahl von Personen. Einzelinitiative wird zum Teil ersetzt durch mehrheitliche Willensbildung. Die Parlamentarisierung der Wirtschaft zeichnet sich deutlich am Horizont der Entwicklung ab. Es braucht dies kein Schreckgespenst zu sein. Der wirtschaftliche Parlamentarismus wird immer etwas grundsätzlich anderes sein als der politische; denn die Wirtschaft ist im Gegensatz zu unsern zerklüfteten politischen Verhältnissen homogen. Und doch erheischt diese Entwicklung größte Aufmerksamkeit. Das Führerproblem, die Frage der schnellen Entschlußfähigkeit und intensiven Zielverfolgung erfahren eine neue Beleuchtung.

Und nun bitte ich Sie, mir noch ein allgemeines Wort zur Kartellfrage zu gestatten. Es fällt mir um so leichter, hierüber etwas zu sagen, als die verantwortungsvolle und volkswirtschaftlich segensreiche Tätigkeit unseres Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats in dieser Hinsicht zum eisernen Bestand unserer Wirtschaftsgeschichte zählt. Wenn wir mit Recht in der Finanz-, Lohn- und Sozialpolitik der Nachkriegszeit das Hereintragen künstlicher Momente in den Wirtschaftsablauf erblicken, so haben wir auch Veranlassung, nach dieser Richtung die Kartellfrage einer Nachprüfung zu unterziehen.

Bei Behandlung der Vorkriegsentwicklung unserer Wirtschaft sprach ich von Individualkapitalismus. Ich möchte unsere jetzige Zeit als die des kollektivistischen Kapitalismus bezeichnen. Es ist natürlich und verständlich, wenn wir angesichts der verwickelten Verhältnisse unserer Tage den Blick in die Vergangenheit richten, in der sich alles so ungleich leichter und günstiger gestaltete. Bei den Vergleichen, die wir in rückschauender Betrachtung ziehen, bei dem Abwägen von Zielen, den Möglichkeiten sowie den Wegen, auf denen sie erreicht werden sollen, müssen wir uns klar

darüber werden, daß auch die Struktur der Wirtschaft tiefgreifende Wandlungen erfahren hat.

Notwendigkeit einer Wirtschaftspolitik auf weite Sicht.

Es ist nicht meine Aufgabe, Möglichkeiten und Ziele einer neudeutschen Wirtschaftspolitik zu behandeln. Dennoch bitte ich, kurz zwei Fragen berühren zu dürfen, die mir für die Zukunft unserer Wirtschaft von größter Wichtigkeit zu sein scheinen.

Die Frage der Kapitalversorgung.

Eine Wirtschaft kann auf die Dauer nur bestehen, wenn sie in der Lage ist, ihren Kapitalbedarf aus eigenen Ersparnissen zu decken. Es kann zwar die Notwendigkeit eintreten, für gewisse Zeit auch auswärtiges Kapital heranziehen zu müssen. Ein solcher Zustand mangelnder eigener Kapitalbildung muß aber begrenzt sein, denn eine außenwirtschaftliche Verschuldung bedeutet eine Belastung der Zukunft, weil neben dem eigenen Bedarf zusätzlich der für Verzinsung und Tilgung der aufgenommenen Darlehen erforderliche Betrag erwirtschaftet werden muß. Gegen diesen Grundsatz ist in der Nachkriegszeit in größtenteils Weise verstoßen worden. Die Aufzehrung allen liquiden Kapitals durch die Geldentwertung sowie die Reparationszahlungen haben Deutschland genötigt, zur Deckung seiner Investitionsbedürfnisse den internationalen Kapitalmarkt aufzusuchen. Das war nicht zu vermeiden. Es war sogar nützlich und empfehlenswert, soweit die geborgten Kapitalien in einer Weise angelegt wurden, daß sie neben der Verzinsung und Tilgung einen wenn auch geringen Überschub erbrachten oder doch für die Zukunft erbringen werden. Die Anleihepsychose aber, die sich in den ersten Jahren seit der Festigung unserer Währung, vornehmlich bei der öffentlichen Hand zeigte, wird ihre schädigenden Nachwirkungen noch lange verspüren lassen. Nach den neusten wirtschaftlichen Mitteilungen der Deutschen Bank und Diskonto-Gesellschaft haben wir uns seit Beginn des Jahres 1924 — ohne Berücksichtigung der inzwischen etwa getätigten Tilgungen — mit 7 Milliarden \mathcal{M} an das Ausland verschuldet. Das bedeutet bei einem äußerst vorsichtig, ja man kann sagen zu niedrig gegriffenen Satz von 7% Zinsen und 2% Tilgung eine jährliche Belastung der deutschen Volkswirtschaft von 630 Mill. \mathcal{M} , die den Reparationszahlungen von durchschnittlich 2,1 Milliarden \mathcal{M} zuzurechnen ist. Ich glaube, daß, wenn wir diese Summe zu dem jährlichen Investitionsbedarf Deutschlands von etwa 10 Milliarden \mathcal{M} schlagen, wir in dieser Gesamtsumme von annähernd 13 Milliarden \mathcal{M} das Optimum der deutschen Ersparnismöglichkeit für absehbare Zeit haben, das Optimum verstanden unter der Voraussetzung einer besonders günstigen, auch für Deutschland ertragreichen weltwirtschaftlichen Entwicklung und einer bis auf ihre Wurzeln abgeänderten Wirtschaftspolitik. Das bedeutet also nichts anderes, als daß es allerhöchste Zeit geworden ist, dem Problem der Kapitalversorgung der deutschen Wirtschaft nicht nur mehr Worte, sondern Taten zu widmen.

Die außenwirtschaftliche Orientierung Deutschlands.

Eine weitere Frage ist die der außenwirtschaftlichen Orientierung Deutschlands. Die Unbegrenztheit des Marktes gab der Entwicklung in der Vorkriegszeit Richtung und Ziel. Es galt damals, die Möglichkeiten auszunutzen, die der werdende und sich ständig ver-

größernde weltwirtschaftliche Raum den Volkswirtschaften des alten Erdteils bot. Zu jeder Zeit und in allen Teilen der Welt taten sich neue Märkte auf. Seit dem Krieg ist das anders geworden. Zunächst einmal ist in der Entwicklung des Weltmarktes für viele Jahre hinaus ein Stillstand eingetreten, und auch nach Überwindung dieses Stillstands hat die Aufnahmefähigkeit nur mehr langsame Fortschritte gemacht. Hatte die Wirtschaftspolitik früher zur Hauptsache die Aufgabe, die zahlreichen sich ergebenden Möglichkeiten sofort zu erkennen und auszunutzen, war sie also gewissermaßen auf Kurzfristigkeit eingestellt, so ist an sie heute das entgegengesetzte Erfordernis zu stellen. Es gilt heute, eine Wirtschaftspolitik auf weite Sicht zu treiben. Deutschland hat das um so nötiger, als es wegen seiner Kapitalarmut nicht in der Lage ist, sich neue Märkte durch eine Meliorations- und Ausführfinanzierung großen Stils zu erschließen. Man wird deshalb der Erhaltung und Befestigung der bestehenden weltwirtschaftlichen Beziehungen große und anhaltende Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Man wird weiter danach trachten müssen, einen möglichst klaren Überblick über Richtung und Ziele der Weltwirtschaftspolitik in den mit Deutschland in Wettbewerb stehenden Volkswirtschaften zu gewinnen. Es ist für die Zukunft der deutschen Wirtschaft eine Lebensfrage, nach welcher Seite wir uns orientieren, wo wir Anlehnung und Rückhalt innerhalb des uns umgebenden Raumes suchen. Man braucht nur einen Blick auf die Weltkarte zu werfen, um sogleich zu erkennen, wie klein der deutsche Wirtschaftsraum im Vergleich zu dem der Welt ist. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, welcher geringen Bruchteil die Bevölkerung Deutschlands zu der des Erdballs stellt, um zu der Einsicht zu kommen, daß Deutschland, nur auf sich selbst gestellt, kaum in der Lage sein wird, sich in einer weiten Zukunft zu behaupten. Es würde zu weit führen, hier im einzelnen Untersuchungen anzustellen. Deshalb seien in diesem Zusammenhang nur zwei Fragenkomplexe hervorgehoben. Einmal ist es die Frage, wo Deutschland diese Anlehnung suchen soll, die Frage nach der wahren Bedeutung des pan- oder zentraleuropäischen Gedankens für den Bestand und die Fortentwicklung der deutschen Volkswirtschaft. Ich bin der Meinung, daß wir diese Anlehnung nur in dem Raum suchen dürfen, in dem wir kulturell und wirtschaftlich führend sind, in dem wir die Gebenden sind und nicht die Nehmenden zu sein brauchen. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß dies der zentraleuropäische Raum ist. Daran schließt sich das zweite Problem, die Frage, in welcher Weise Industrie und Landwirtschaft in diesem Zusammenhang wirtschaftspolitisch zu behandeln sind, die Frage vornehmlich, ob man bei der Landwirtschaft auf der alten Grundlage weiterarbeiten oder ob man bewußt zu einer ausgeprägten Veredelungswirtschaft übergehen soll. Den Erkenntnissen, die man hier zu gewinnen hat, muß durch eine Politik auf weiteste Sicht Rechnung getragen werden.

Wir leben seit Jahren im schärfsten Kampf um die Gestaltung unserer Wirtschaftsbedingungen. Die technische und organisatorische Rationalisierung, der Streit der Zahlen beherrschen das Feld. Wir haben viel erreicht, und doch nichts Entscheidendes. Der Schwierigkeiten werden immer mehr, der Aushilfen immer weniger. Es scheint, daß unser Blick zu sehr von den äußern, den mechanischen Dingen gefangen ist, daß wir im täglichen Kampfe der Bedeutung des Seelischen und der Zeiträumlichkeit des großen Geschehens zu wenig gedacht

haben. Die Wirtschaft ist aber kein totes Gebilde, dem nur mit technischen und arithmetischen Maßstäben beizukommen ist. Sie ist lebendig, und ihr lebendiger Maßstab ist der Mensch. In meinen Ausführungen habe ich auf die veränderte geistig-seelische Haltung unseres Volkes deshalb den größern Nachdruck gelegt, weil ich der Meinung bin, daß hier, beim Menschen, die umfassende neudeutsche Wirtschaftspolitik einsetzen muß. Nur wenn es gelingt, den deutschen Menschen, gleich welchen Be-

rufes und Standes, innerlich umzustellen, nur wenn es gelingt, ihn von der absoluten Schicksalsverbundenheit aller Deutscher nicht nur zu überzeugen, sondern für sie auch opferbereit zu machen, nur dann können wir mit Sicherheit darauf rechnen, daß sich Deutschland allen Schwierigkeiten zum Trotz behaupten und fortentwickeln wird. Das ist eine Aufgabe, die ebenso schwer wie langwierig ist. Doch was bedeutet eine Generation im Leben eines Volkes?!

UMSCHAU.

Dritte Technische Tagung des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaus.

Diese vom Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen veranstaltete und von seinem Vorsitzenden, Bergwerksdirektor Bergassessor Dr.-Ing. eh. Brandt, geleitete Tagung, der dieses Heft der Zeitschrift gewidmet ist, umfaßt die nachstehend aufgeführten Vorträge. Zwei davon sind in diesem Heft an erster und dritter Stelle wiedergegeben, während die übrigen demnächst erscheinen werden.

16. Oktober, vormittags.

Bergwerksdirektor Bergassessor Dr.-Ing. eh. Brandt, Dortmund: Eröffnungsansprache. Bergassessor F. W. Wedding, Essen: Menschenarbeit oder Maschinenarbeit im Ruhrkohlenbergbau untertage? Eine Betriebswirtschaftliche Frage im Rahmen eines sozial- und wirtschaftspolitischen Problems. Bergassessor Dr. Matthiass, Bochum: Kernfragen der Unfallverhütung im Ruhrkohlenbergbau.

16. Oktober, nachmittags.

75. Sitzung des Ausschusses für Bergtechnik, Wärme- und Kraftwirtschaft.

Bergrat Johow, Buer: Tätigkeitsbericht und Geschäftliches. Privatdozent Dr.-Ing. Dr. phil. Fritzsche, Essen: Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Preßluft und Elektrizität im Ruhrkohlenbergbau. Bergwerksdirektor Dr.-Ing. Roelen, Hamborn: Die Entwicklung zum »Verbundbergwerk« im Ruhrkohlenbezirk.

17. Oktober, vormittags.

12. Sitzung des Kokereiausschusses.

Generaldirektor Dr.-Ing. Pott, Essen: Kurzer Geschäftsbericht mit Rückblick auf die jüngste Entwicklung des Kokereiwesens. Direktor Dr.-Ing. Lent, Bochum: Auswirkungen neuzeitlicher Gasverwertung auf den Kokerei- und Zechenbetrieb. Dr. Melzer, Bremen-Oslebshausen: Neuzeitliche Verfahren der Stückkoksprüfung und ihre Beurteilung im Rahmen der Betriebsforschung.

17. Oktober, nachmittags.

Dr. Meis, Essen: Die Struktur der deutschen Nachkriegswirtschaft. Professor Dr. Konen, Bonn: Scheinbare Widersprüche der neuern Physik und Versuche zu ihrer Lösung.

Neuere Erfahrungen mit der Gefäßförderung.

Von Dr.-Ing. C. Roeren, Essen.

(Mitteilung aus dem Ausschuß für Bergtechnik, Wärme- und Kraftwirtschaft.)

Die Entwicklung der Gefäßschachtförderung in Deutschland liefert ein wesentlich anderes Bild, als es aus dem nordamerikanischen Bergbau bekannt ist. Infolge der erheblich einfacheren Lagerungs- und Abbauverhältnisse hat sich dort rasch eine vielfältig sich wiederholende Normalausgestaltung der Gefäßförderung herausgebildet, wogegen

hier für jede Schachtanlage je nach den örtlichen Verhältnissen und der Art des Fördergutes und seiner Verwertung Sonderbauarten erforderlich geworden sind.

Grundsätzlich sei zunächst nochmals daran erinnert, daß die Gefäßförderung nicht nur vom maschinentechnischen Standpunkte aus wegen ihrer geringern Ansprüche an Förderseil, Fördermaschine und Schachtgerüst sowie wegen ihrer Einfachheit und Betriebssicherheit Vorteile bietet, sondern darüber hinaus auch wegen der vorteilhaften Rückwirkungen auf den eigentlichen Grubenbetrieb bedeutsam ist.

Von der Durcharbeitung, welche die Gefäßförderung im europäischen Bergbau erfahren hat, wurde zunächst das Fördergefäß selbst betroffen. Für dieses bot sich

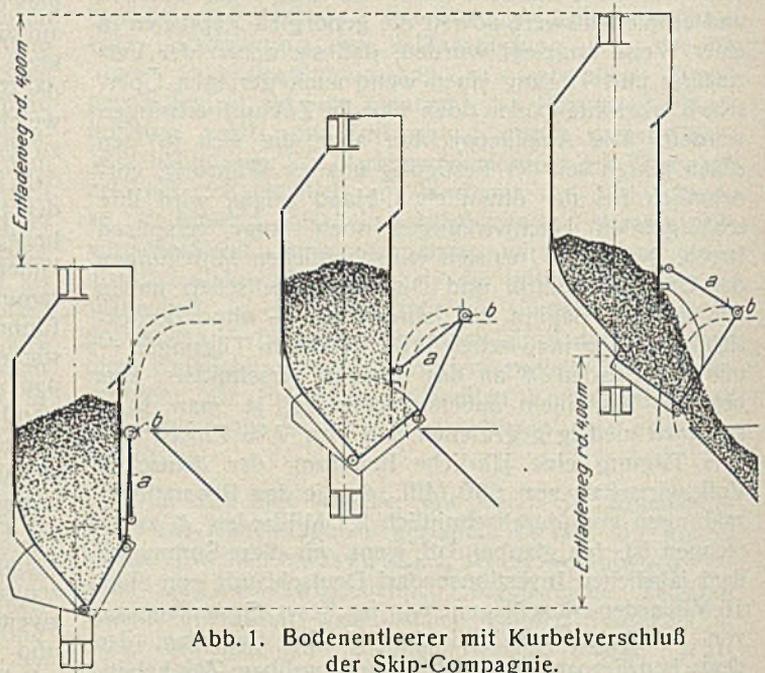
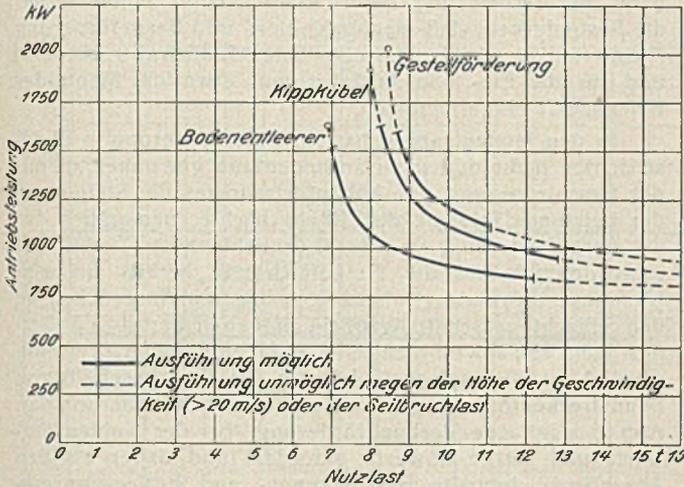


Abb. 1. Bodenentleerer mit Kurbelverschluss der Skip-Compagnie.

anfangs der Kippkübel als einfachste und wichtigste Bauart dar. Er hat jedoch bei näherer Prüfung nur noch ein beschränktes Verwendungsgebiet behaupten können. Seine Nachteile sind zunächst die Verlängerung der Treibzeit durch das erforderliche vorsichtige Einfahren in die Anschläge an Hängebank und Füllort, ferner die besonders für die Treibscheibeförderung nachteilige starke Entlastung des Seiles während des Kippvorganges, die Steigerung der Fördergerüsthöhe durch die Rücksicht auf den Kippvorgang, die größern Ansprüche an den Schachtquerschnitt bei der anzustrebenden kiepenartigen Erweiterung des Querschnittes nach oben hin und die durch die ungünstigere Zeitausnutzung hervorgerufene Notwendigkeit, größere Förderleistungen mit großen Geschwindigkeiten und großen Nutzlasten zu bewältigen. Dazu kommt noch die besonders für die Kohlenförderung ins Gewicht fallende ungünstige Beanspruchung des Fördergutes beim Kippen.

indem die größeren Stücke vorrollen und auf das herausrutschende Fördergut durch das Zurückziehen des Kübels eine ungünstige Beschleunigungswirkung ausgeübt wird. Andererseits hat allerdings das Gefäß mit Bodenverschluß (Bodenentleerer) ein um etwa 10 % höheres Gewicht und ist für spezifisch schwereres und grobstückigeres Fördergut weniger geeignet, so daß sich dafür der Kippkübel behaupten dürfte.

Eine bereits auf 11 Anlagen bewährte Bauart der Skip-Compagnie (Kurbelverschluß) zeigt Abb. 1 in 3 Betriebsstellungen während der Entleerung. Das am Gefäß drehbar verlagerte Gestänge *a* öffnet in Verbindung mit der Druckrolle *b* als Kurbel die Bodenklappe dadurch,



Gestellförderung: 8 Wagen je Korb, 3 mal Umsetzen, Fahrweg 810 m. Kippkübel: Schleifenweg 11,5 m, Schleifengeschwindigkeit 2 m/s, Fahrweg 830 m. Bodenentleerer: Schleifenweg 4 m, Schleifengeschwindigkeit 2 m/s, Fahrweg 830 m. Beschleunigung: $p_b = 0,6 \text{ m/s}^2$; $p_v = 1 \text{ m/s}^2$.

Abb. 2. Verhältnis zwischen Antriebsleistung und Nutzlast bei Gefäß- und Gestellförderung ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades. Teufe 800 m, Förderleistung 300 t/h.

daß das Gefäß weiter gehoben wird. Der Verschluß ist in der Ruhelage durch das Zurücktreten der Lenkerstange hinter den Kurbeldrehpunkt »überdreht«, also gegen zufälliges Ausklinken gesichert. Er zeichnet sich aus durch einfache und kräftige Bauart, kurze Entladewege sowie schnelle Entladung und schon das Fördergut, weil dieses bei der Füllung im spitzen Winkel am Boden schnell ein Polster vorfindet und bei der Entleerung sanft und stoßfrei in geschlossener Masse abrutscht.

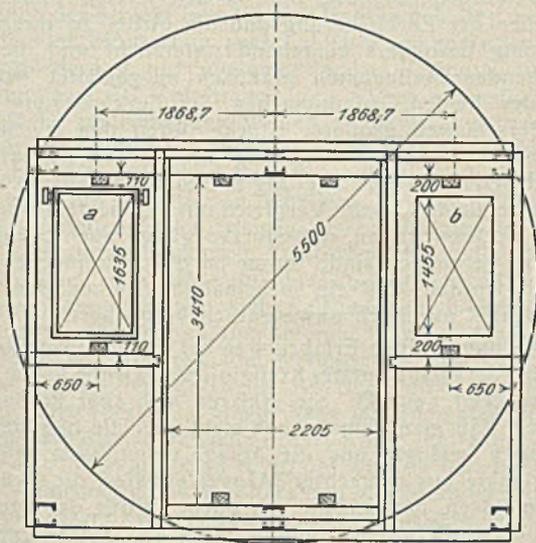


Abb. 3. Schachtscheibe des Grimberg-Schachtes der Gewerkschaft Wintershall.

Die Wichtigkeit eines raschen Vergleiches der Antriebsleistungen von Gestell- und Gefäßförderung veranlaßte die Aufstellung des nebenstehenden Schaubildes (Abb. 2), das

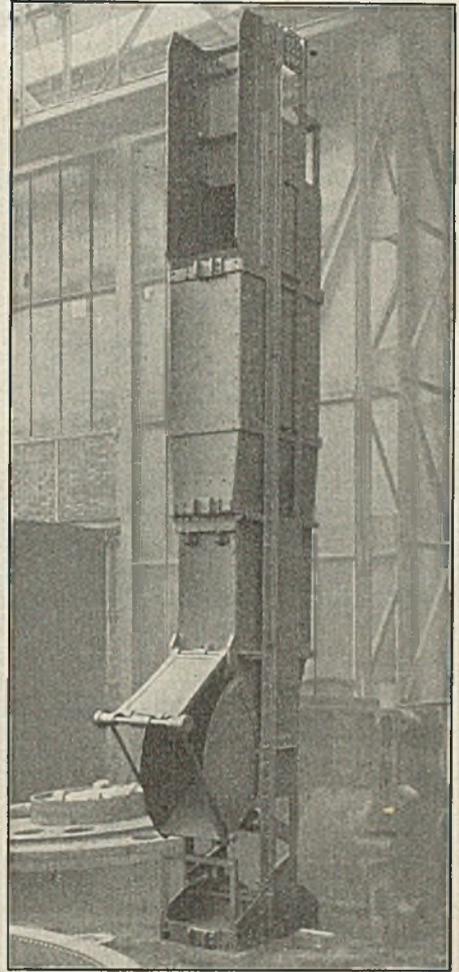


Abb. 4. Gefäß der Förderanlage Wintershall.

außerdem die Förderung mit Bodenentleerer und mit Kippkübel getrennt berücksichtigt. Es ist auf der Grundlage der gleichen Stundenförderleistung und der Mindestnutzlast aufgestellt, bei der sich unter Zugrundelegung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und -beschleunigung und

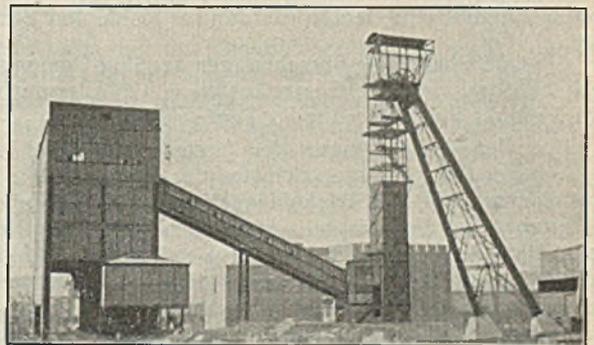


Abb. 5. Gefäßförderanlage der Grube Meissen bei Minden.

unter Annahme eines nur aus Beschleunigungs- und Verzögerungsabschnitt bestehenden (dreieckigen) Diagramms die verlangte Stundenleistung ergibt. Der Vergleich beruht darauf, daß die erforderliche Nutzlast mit der Gesamtreibzeit (nebst Pausen) wächst. Man sieht, daß bei der Gefäßförderung schon eine verhältnismäßig geringe Nutzlast zur Bewältigung dieser Leistung genügt und dabei die Förderung mit Bodenentleerer noch entsprechend günstiger abschneidet als diejenige mit Kippkübel. Die Nutzlast wirkt aber auf Seil, Seilscheibengerüst und Fördermaschine zurück und bestimmt daher weitgehend die Anlagekosten,

deren Verringerung durch die Gefäßförderung nach dem Durchschnittsergebnis zahlreicher Durchrechnungen mit 25 % angenommen werden kann. Andererseits gestattet eine Erhöhung der Nutzlast, die bei der Gefäßförderung erheblich leichter als bei der Gestellförderung möglich ist, eine Erniedrigung der Antriebsleistung.

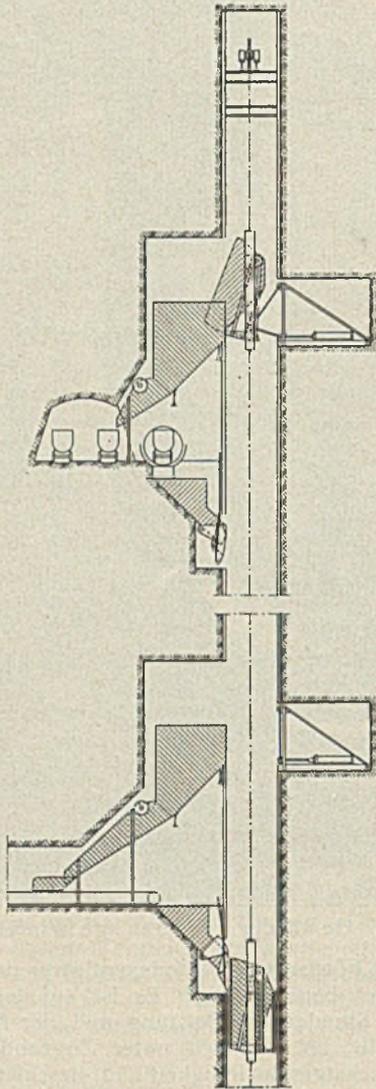


Abb. 6. Blindschacht-Gefäßförderung für Kohle und Berge.

Allgemein haben die Berechnungen der Skip-Compagnie noch ergeben, daß die Gesamtkosten je t Förderung mit dem Produkt Stundenleistung \times Teufe sinken.

Von den Ausführungen der letzten Jahre sind hier die Anlagen des Erzförderschachtes der Ilseder Hütte bei Groß-Bülten¹ und der Steinkohlengrube La Houve² bereits beschrieben worden. Es sei nur noch daran erinnert, daß die Anlage der Ilseder Hütte eine Verringerung der Bedienungsbelegschaft um 30 Leute und eine Leistungssteigerung um 100 % ermöglicht hat.

Die Förderanlagen des Grimberg-Schachtes der Gewerkschaft Wintershall³ sind zunächst durch die Anpassung an die ungünstigen Raumverhältnisse bemerkenswert, da für die Gefäßförderung nur die beiden Nebentrumme *a* und *b* der Schachtscheibe (Abb. 3) zur Verfügung standen. Dementsprechend wurde ein verhältnismäßig hohes und enges Gefäß (Abb. 4) erforderlich. Außerdem ist auf die selbsttätige Beschickung untertage hinzuweisen, die durch das Gefäß eingeleitet wird, das mit Hilfe einer Druckrolle einen Schalthebel umlegt. Dieser schaltet jedesmal für den Verschluß des zu entleerenden Füllbehälters und für den

Hauptbehälterverschluß des andern Trumms einen Motor ein, der nach erfolgter Beschickung selbsttätig wieder ausgeschaltet wird.

Ein gänzlich selbsttätiger Betrieb ist für eine Bergeförderung auf dem Kirscheck-Schacht im Saargebiet eingeführt worden. Hier werden die Behälterverschlüsse durch Umsteuerung von Druckluftzylindern mit Hilfe von Nocken am Gefäß und Gegengewicht betätigt. Außerdem setzt ein Zeitrelais die Fördermaschine 12 s nach erfolgter Beschickung selbsttätig in Gang.

Die Gefäßförderanlage der Grube Meißen bei Minden (Ilseder Hütte) zeigt Abb. 5 in der Tagesansicht. Diese Anlage ohne Hängebank und mit ansteigendem Förderband zur Beschickung der Verladebehälter bietet ferner die Besonderheit, daß sie für Kohlen- und Bergeförderung (beide von unten nach oben, etwa halbstündlich abwechselnd) und für die Ein- und Ausfahrt von etwa 200 Mann der Belegschaft eingerichtet ist.

In den letzten Jahren hat die Gefäßförderung in Blindschächten mehr und mehr an Bedeutung gewonnen, da mit der Beschleunigung des Abbaufortschrittes die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Blindschächte, namentlich für die Bergeförderung, von rasch zunehmender Wichtigkeit geworden ist und die Gefäßförderung bereits bei eintrummiger Förderung, also bei geringsten Ansprüchen an den Schachtquerschnitt, große Leistungen hergibt. Außerdem stellt sie, soweit nicht eine einfache Behälterförderung möglich ist, die einfachste Lösung für den Anschluß von Bandstreckenförderungen an die Blindschachtförderung dar. Abb. 6 zeigt eine Verbundförderung, bei der Kohlen aufwärts und Berge abwärts gefördert und daher an den Anschlägen doppelte Beschickungs- und Entleerungseinrichtungen notwendig werden. Die für die Kohlen- und Bergeförderung bestimmten Anlagen sind durch Strichelung gekennzeichnet. Als besonders geeignet erscheint die Gefäßförderung auch für die Zuführung der Berge zu Blausatzanlagen, weil sie die Beschickung des Vorratsbehälters unmittelbar durch die Gefäßförderung gestattet.

Die Gefäß-Blindschachtförderung in Verbindung mit der Bandförderung unterstützt das Bestreben, den Verwendungsbereich des Förderwagens oberhalb der Sohle einzuengen und dadurch den Verkehr von Großraumwagen auf der Hauptsohle zu ermöglichen. Die Übertragung der Gefäßförderung auf die Hauptschachtförderung würde die vollständige Durchführung dieser Umgestaltung erlauben und die Wagengröße von den Rücksichten auf die Schachtförderung vollständig unabhängig machen.

Da im Steinkohlenbergbau die Zerkleinerung der Kohle immer noch ein Haupthindernis für die Einführung der Gefäßförderung ist, sind in den letzten Jahren die Ursachen der Zerkleinerung und die Mittel zu ihrer Verringerung besonders eingehend untersucht und die entsprechenden Maßnahmen praktisch ausgestaltet worden. Von den beiden Grundursachen der Zerkleinerung wird das Zerschlagen größerer Stücke durch den freien Fall (besonders bei der Beschickung des Fördergefäßes) und der Abrieb durch die Lagerung in Behältern unter größerem Druck begünstigt. Beim Vergleich mit der Gestellförderung ist zu berücksichtigen, daß Sturzvorgänge auch bei dieser nicht zu vermeiden sind; ferner ist durch Versuche¹ festgestellt worden, daß ein mehrmaliges Stürzen den Feinkohlenanteil nur noch unwesentlich vergrößert.

Die ungünstigen Erfahrungen bei der ersten deutschen Gefäßförderanlage auf der Königin-Luise-Grube haben stark abschreckend gewirkt. Sie erklären sich aber größtenteils dadurch, daß man damals noch nicht über die heutigen Erfahrungen verfügte und die Anlage daher, vom heutigen Standpunkte aus betrachtet, Mängel aufwies, die sich vermeiden lassen, nämlich die erhebliche Größe der Speicher am Füllort, die prismatische Gestalt des Fördergefäßes, dem die für die Schonung des Fördergutes beim Ausladen

¹ Glückauf 1929, S. 629.

² Glückauf 1929, S. 1075.

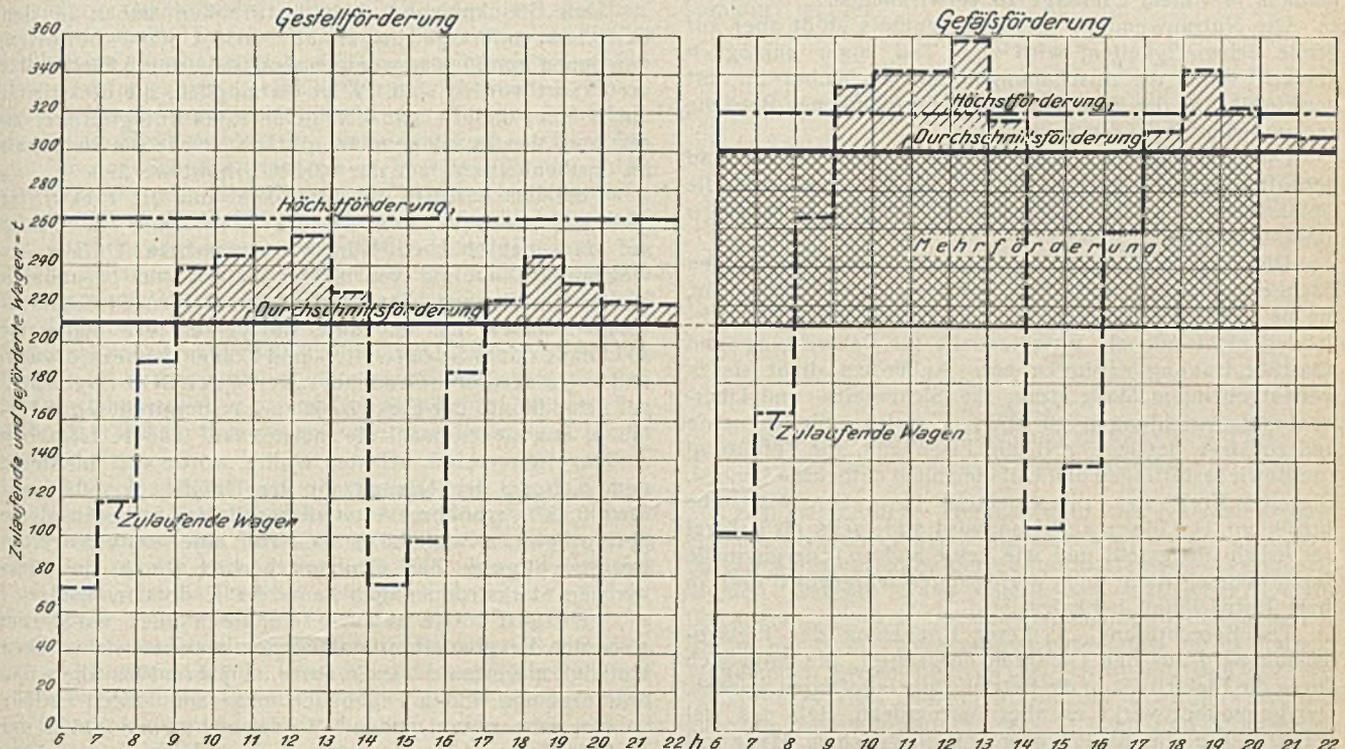
³ Herbst, Z. V. d. I. 1930, S. 929.

¹ Glückauf 1928, S. 701.

so wichtige schräge Vorderwand fehlte, und die mehrmalige Umlenkung der Kohle bei der anschließenden Bandförderung übertage, wobei die Kohle einem mehrfachen, wenn auch nicht hohen Sturz ausgesetzt werden mußte. Ferner war die Kohle verhältnismäßig stückreich, so daß die Polsterwirkung der Feinkohle stark zurücktrat.

Die heutigen Bestrebungen gehen darauf hinaus, 1. die Behältergröße möglichst zu beschränken, 2. eine Entmischung der Kohle – Vorrollen der Stücke – nach Möglichkeit zu vermeiden oder so zu lenken, daß (wie beim Bodentleerer) zunächst ein Feinkohlenpolster für das Auffangen der Stücke gebildet wird, und 3. das bewegte Fördergut sanft abzubremsen. Die Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte hat zunächst dazu geführt, von der

früher für unerlässlich gehaltenen Speicherung der Kohle in großen Behältern abzugehen und für die Speicherung, wie bei der Gestellförderung, die am Füllort aufgestellten Wagen zu benutzen. Für diese Lösung ist wichtig, daß die Gefäßförderung, da für die Förderwagen der Weg vom Füllort durch den Schacht bis zum Wipper an der Hängebank und zurück fortfällt und außerdem die Abfertigung der Wagen im Füllort mit Hilfe der Meßbehälter am Schacht erheblich beschleunigt werden kann, mit einem sehr viel geringeren Wagenpark auszukommen gestattet. Abb. 7 gibt schaubildlich einen Vergleich zwischen der Gestell- und der Gefäßförderung nach dieser Richtung. Infolge der größeren Leistungsfähigkeit der Gefäßförderung wird einerseits bei gleichen Streckenförderleistungen der



Nutzlast 8 t, Teufe 800 m, Geschwindigkeit $v_{max} = 15$ m/s, Beschleunigung 0,6 m/s², Verzögerung 1 m/s².

Pausen: Gestellförderung 36 s, Gefäßförderung 12 s. Förderleistung: Gestellförderung 264 t/h_{max}, 210 t/h_{mittel}, 3000 t/Tag, Gefäßförderung 320 t/h_{max}, 300 t/h_{mittel}, 4200 t/Tag. Wagenzahl 3000, Wageninhalt 1 t.

Bessere Ausnutzung der Schachtförderung und des Füllortes um 40%, des Wagenparks um 25%.

Abb. 7. Umbau einer Gestellförderung in eine Gefäßförderung,

zur Zeit der stärksten Zufuhr ankommende Wagenvorrat schneller aufgearbeitet und andererseits kann das »Vollsetzen« zu Beginn der Schicht in mäßigen Grenzen gehalten werden, weil die Gefäßförderung auch bei Zusammendrängung der Schachtförderung auf einen geringern Zeitraum infolge von Stockung der Zufuhr aus den Bauen zu Beginn der Schicht die zuströmenden Wagen zu bewältigen vermag.

Für das Abbremsen der kinetischen Energie des Fördergutes bei den Füll- und Entladevorgängen ist in erster Linie die Verwendung von schrägen Rutschenflächen an Stelle des steilen Falles wichtig; deren Neigung ist allerdings nach unten hin durch die Rücksicht auf den Winkel begrenzt, bei dem die Feinkohle noch genügend schnell rutscht. Ferner haben sich Seilschürzen bewährt, die in den zu beschickenden Raum hineinhängen und das Fördergut elastisch auffangen und weitergeben. Nach dem Ergebnis angestellter Versuche ist durch das Einhängen solcher Seilschürzen in einem 50 m langen, unter 40° geneigten Behälter der Gehalt der Kohle an Korn über 30 mm von 51,06 auf 65,33 % erhöht worden und bei senkrechter Anordnung des Behälters und gleichfalls 50 m Länge der Anteil dieser Korngröße von 33,44 auf 46,82 % gestiegen.

Auf der Schachtanlage La Houve, wo man Behälter überhaupt vermieden hat, ergab ein Vergleich für eine Kohlenmenge von 50 Wagen, daß der Stückkohlenanteil

über 80 mm bei der Gefäßförderung gegenüber der Gestellförderung nur von 26 auf 24,06 % sank, obwohl es sich um verhältnismäßig bröckelige Kohle handelte.

Größere Versuchsreihen sind auf den Schachtanlagen Amalie und Neumühl im Ruhrbezirk durchgeführt worden. Bei Versuchsanlagen ist zu berücksichtigen, daß die normalen Betriebsbedingungen nie erreicht werden und daß infolge der unzulänglichen und behelfsmäßig aufgebauten Einrichtungen ein erheblicher zusätzlicher Kohlenabrieb hervorgerufen wird. Für die unter sehr ungünstigen Bedingungen durchgeführten Sturzversuche auf Amalie wurde Kohle verwendet, die, den gegenwärtigen Förderverhältnissen entsprechend, aus allen an der Förderung beteiligten Flözen gemischt war. Es ergab sich eine durchschnittliche Vermehrung des Kornes unter 10 mm um 5,14 %, des Kornes unter 20 mm um 5,4 % und eine durchschnittliche Verminderung des Kornes über 80 mm um 5,24 %, woraus erhellt, daß die Zerkleinerung der gröbern Körnungen nur unbedeutend war. Dabei ist zu berücksichtigen, daß auf derselben Anlage durch den Waschvorgang ein Verlust an gröbern Körnungen von 12 % entstand. Für die Versuche auf Neumühl wurde Fettkohle aus insgesamt 9 Flözen von Sonnenschein bis Laura verwendet. Die Feinkohlenvermehrung unter 10 mm betrug durchschnittlich 5 %, die Stückkohlenverminderung über 80 mm durchschnittlich 6 %.

Die Sicherheit elektrischer Anlagen im Grubenbetriebe.

Von Dipl.-Ing. E. Ullmann,
Oberingenieur beim Verein zur Überwachung
der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen in Essen.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen und Arbeiten sowie die auf den wenigen der Elektrifizierung freigegebenen Zechen gewonnenen Erfahrungen haben den Beweis erbracht, daß die Elektrizität nicht nur als die wirtschaftlichste Antriebskraft für die Betriebe untertage anzusprechen ist, sondern auch, daß es nur mit ihrer Hilfe möglich sein wird, die zur Herabsetzung der Gewinnungskosten der Kohle erforderlichen betriebstechnischen Maßnahmen in vollem Umfange zu verwirklichen.

Die Nutzenanwendung dieser Erkenntnis stößt aber auf große Schwierigkeiten, wird zum Teil sogar unmöglich gemacht durch die Anschauungen, die noch über die mit der Einführung der Elektrizität in die bergbaulichen Betriebe verbundenen Gefahren bestehen.

Die Berechtigung zu dieser Einstellung soll nachstehend geprüft und dabei versucht werden, die Ansichten über die Gefährdung des Grubenbetriebes durch die elektrischen Starkstromanlagen zu klären.

Die Elektrotechnik nimmt innerhalb der technischen Fachgebiete eine einzigartige, beherrschende Stellung ein, die sie sich durch ihre Anpassungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit nicht nur als Energiequelle für Beleuchtung und Kraftübertragung errungen hat. Außerdem dient sie in weitestgehendem Maße dazu, die Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen zu speisen, welche die Industrie und sonstige Betriebe, z. B. die Eisenbahn, zur Verhütung von Betriebsstörungen und Unfällen nicht entbehren können. Dieselbe Kraft also, die einerseits in großem Maßstabe dazu dient, Unfälle zu verhüten, wird andererseits als äußerst gefährlich hingestellt und wie keine andere Energiequelle durch Vorschriften und Verfügungen eingeengt und in ihrer Entwicklung behindert.

Die Berechtigung zu dieser Knebelung der Elektrotechnik wird aus den Gefahren hergeleitet, die angeblich durch die Elektrizität in die Betriebe hineingetragen werden. Demgegenüber wirkt es aber befremdend, daß das viel gefährlichere Gas nicht wenigstens in gleichem Maße mit Vorschriften bedacht worden ist. Obwohl die Elektrizität nachgewiesenermaßen in weit größerem Umfang als das Gas zur Beleuchtung und Kraftübertragung verwendet wird, stehen nach den vom Statistischen Reichsamt für das Jahr 1927 veröffentlichten Zahlen 509 durch Gas verursachten Todesfällen nur 406 tödliche elektrische Unfälle gegenüber. Von 915 Verunglückten haben somit rd. 55,7% ihr Leben durch Gas, dagegen nur etwa 44,3% durch Elektrizität verloren. Beachtung verdienen auch die Angaben des Statistischen Reichsamtes über die mit Gas und Elektrizität verübten Selbstmorde. Danach sind von 15974 Selbstmorden 2041, also fast 13%, auf das Einatmen von Gas zurückzuführen, während die Zahl der Selbstmorde durch Elektrizität so gering ist, daß sie überhaupt nicht besonders angeführt, sondern unter »Selbstmorde durch sonstige Mittel« verzeichnet wird. Deren Gesamtzahl beträgt aber nur 58 oder etwas mehr als 0,3% der gesamten Selbstmorde.

Aus diesen Zahlen kann nur folgende Schlußfolgerung gezogen werden: wenn die bisher in der Gastechnik angewandten Unfallverhütungsmaßnahmen als ausreichend angesehen werden, so wird von der Elektrotechnik in dieser Beziehung zu viel verlangt, oder, wenn auf einem Gebiet eine gewisse Zahl von Unfällen als unvermeidbar angenommen wird, darf nicht auf einem andern eine Sicherheit von annähernd 100% gefordert werden.

Bei der Elektrotechnik läßt sich eine ähnliche Erscheinung wie in der Medizin beobachten. Ein Laie, der in medizinischen Büchern die Beschreibungen der verschiedenen Krankheiten gelesen hat, fühlt sich gleich von ihnen befallen. So sieht sich auch der Nichtfachmann auf dem Gebiet der Elektrotechnik von allen Gefahren bedroht, von denen er irgendwie Kenntnis

erhalten hat oder die seine Phantasie ihm vorspiegelt. Beide begehen den großen Fehler, daß sie ihr Verhalten nach der Gefahrenmöglichkeit und nicht nach der Gefahrenwahrscheinlichkeit richten. Nicht die Tatsache, daß eine Gefahr denkbar ist, sollte Vorbeugungsmaßnahmen veranlassen, sondern die Größe der Wahrscheinlichkeit und vor allen Dingen die Häufigkeit ihres Auftretens.

Wie verhält es sich nun in dieser Beziehung mit dem Bergbau? Als Material zur Beantwortung dieser Frage mögen die Zahlen der vom Grubensicherheitsamt verfaßten Schrift über das Grubensicherheitswesen in Preußen im Jahre 1928 und der Unfallstatistik des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen für das Jahr 1929/30 dienen.

Den Steinkohlenbergbau in Preußen haben in den Betrieben untertage insgesamt 96630 Unfälle betroffen, von denen nur 36, also weniger als 0,04%, durch Elektrizität verursacht worden sind. Wäre es möglich, die Elektrizität durch einen andern, gänzlich gefahrlosen Energieträger zu ersetzen, den es leider nicht gibt, so würde die Sicherheit im Grubenbetriebe um nur 0,04% erhöht werden.

Für den Bergbau fürchtet man nun die Elektrizität nicht so sehr wegen der durch ihre unmittelbare Einwirkung auf den menschlichen Körper verursachten Unfälle als wegen der Zündung von Schlagwettern und brennbaren Teilen des Grubenausbaus. Im preußischen Steinkohlenbergbau haben sich im Laufe des Jahres 1928 insgesamt 33 Unfälle durch Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen und 55 Unfälle durch Grubenbrand ereignet. Selbst wenn man das Schuldkonto der Elektrizität auch noch mit diesen 88 Unfällen, von denen wohl die meisten auf andere Ursachen zurückzuführen sind, belasten wollte, würde sich ihr Anteil, gemessen an der Gesamtzahl der Unfälle, von 0,04 auf etwa 0,13% erhöhen. Auch dieser Betrag ist noch als so geringfügig zu bezeichnen, daß von einer nennenswerten Beeinträchtigung der Grubensicherheit durch die elektrischen Starkstromanlagen kaum die Rede sein kann.

Lehrreich dürfte es auch sein, einen Blick auf die im gesamten Bergbau Preußens vorgekommenen elektrischen Unfälle zu werfen. Dieser hatte im Jahre 1928 über- und untertage und in den Tagebauen insgesamt 128651 Unfälle zu verzeichnen, von denen 148 oder nicht ganz 0,15% der Elektrizität zur Last zu legen waren. Dieses gegenüber dem Steinkohlenbergbau untertage etwas ungünstigere Ergebnis ist hauptsächlich auf den Braunkohlenbergbau zurückzuführen, auf den allein 73 Unfälle entfallen sind.

Zur Beurteilung der Gefahrenwahrscheinlichkeit oder -häufigkeit, die ja letzten Endes ausschlaggebend ist, stehen die Zahlen der vom Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen für den Zeitraum vom 1. April 1929 bis zum 31. März 1930 zusammengestellten Unfallstatistik zur Verfügung. Hiernach sind im unterirdischen Betriebe der Zechen des Oberbergamtsbezirks Dortmund 20 durch Elektrizität verursachte Unfälle untersucht worden, die sich wie folgt verteilen:

an Maschinen und Transformatoren	2
an Schalt- und Verteilungsanlagen	3
an Leitungsanlagen	2
an Fahrdraktlokomotiven	2
an Fahrdraktanlagen	5
durch elektrische Schachtsignalanlagen	2
im Schießbetriebe	3
Schlagwetterexplosionen	1
an Lampen und deren Zubehörteilen	—
Grubenbrände	—

Durch den Vergleich dieser Zahlen mit dem Umfang der entsprechenden Anlagen lassen sich wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung der Unfallwahrscheinlichkeit gewinnen, besonders wenn dabei auch die Anzahl der Personen, die mit diesen Anlagen zu tun haben oder in ihrer Nähe arbeiten, berücksichtigt wird.

An den rd. 5000 untertage aufgestellten Maschinen und Transformatoren sind 2 Unfälle vorgekommen, eine

auch dann als geringfügig zu bezeichnende Zahl, wenn man berücksichtigt, daß mit diesen Anlagen nur die Bedienungsmannschaft in Berührung kommt. Dasselbe wäre von den Unfällen an den Schalt- und Verteilungsanlagen zu sagen, ebenso wie von denen an Leitungsanlagen, wo nur 2 Unfälle aufgetreten sind. Auch die beiden Unfälle an Fahrdraktlokomotiven erscheinen an Zahl als belanglos, wenn man ihr die mehr als 1200 betriebenen Lokomotiven gegenüberstellt. Als verhältnismäßig groß wirkt auf den ersten Blick die Zahl der durch den Fahrdrakt der elektrischen Streckenförderungen verursachten Unfälle. Bedenkt man aber, daß die Länge der mit Fahrdrakt versehenen Förderstrecken mindestens 1000 km beträgt, so wird man zugeben müssen, daß hier 5 Unfälle nicht als Beweis für eine besondere Gefährlichkeit dieser Anlagen angesprochen werden können. Durch elektrische Schachtsignalanlagen, deren es im Oberbergamtsbezirk Dortmund mindestens 400 gibt, sind im ganzen 3 Unfälle verursacht worden. Auch hier dürfte die geringe Unfallzahl eher für die Sicherheit als für die Gefährlichkeit der Anlagen sprechen. Dasselbe gilt für den Schießbetrieb mit elektrischen Zündern, bei dem 3 nicht auf die Einwirkung von Schleichströmen zurückzuführende Unfälle zu verzeichnen sind. Die Zahl der jährlich abgeschossenen Zünder beträgt mehr als 15 Mill. Auch der eine Fall, in dem die Elektrizität schlagende Wetter gezündet hat, erschüttert das Urteil über die Größe der Unfallwahrscheinlichkeit nicht. Der Vollständigkeit halber sei noch hinzugefügt, daß im Berichtsjahr keine durch Elektrizität verursachten Grubenbrände bekannt geworden sind, auch haben sich in diesem Zeitraum keine Unfälle an den mehr als 38000 der Beleuchtung untertage dienenden Lampen ereignet.

Die Zahlen, auf die sich die vorstehenden Überlegungen stützen, bleiben natürlich nicht in jedem Jahr gleich, sondern unterliegen gewissen Schwankungen, die aber nicht so groß sind, daß sie das eben gewonnene Bild über die geringe Unfallwahrscheinlichkeit bei elektrischen Anlagen zu ändern vermögen. Hinzu kommt die durch die Angaben des Grubensicherheitsamtes erhärtete Tatsache, daß die Zahl der elektrischen Unfälle trotz der allerdings sehr langsam vor sich gehenden Erweiterung der elektrischen Anlagen im Steinkohlenbergbau zur Abnahme neigt, was Abb. 1¹ veranschaulicht.

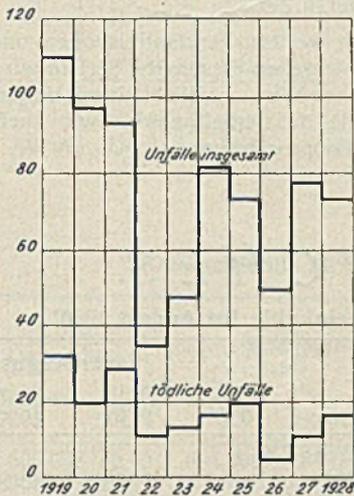


Abb. 1. Unfälle durch den elektrischen Strom im Steinkohlenbergbau Preußens.

Bei Betrachtung der im Vergleich zu dem Umfang der elektrischen Anlagen außerordentlich geringen Unfallziffern ist der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, daß diese nicht mehr weit entfernt sind von der Mindestzahl an Unfällen, die jedem technischen Betriebe nun einmal zugestanden werden muß, und daß der Versuch einer weiteren Herabsetzung der Unfallzahlen nur durch große wirtschaftliche Nachteile zu erkaufen ist, die in keinem richtigen

¹ Grubensicherheit 1930, S. 79.

Verhältnis zu der noch weiter erzielbaren Sicherheit stehen würden. Diese Ansicht wird durch Abb. 2 gestützt, die den Angaben des Grubensicherheitsamtes entsprechend gezeichnet ist. Hieraus geht unzweideutig hervor, das eine nennenswerte Herabsetzung der Unfallgefahren durch Verbesserung der Anlagen kaum mehr erzielt werden kann. Durch das verständnisvolle Zusammenarbeiten der Bergbehörden mit dem Verbands Deutscher Elektrotechniker und den Überwachungsstellen ist auf diesem Gebiet das Ziel fast erreicht worden. Die Hauptaufgabe besteht jetzt darin, die errungenen Erfolge festzuhalten und dafür zu sorgen, daß die guten elektrischen Anlagen dauernd in diesem Zustande erhalten bleiben und die noch verbesserungsbedürftigen den neuzeitlichen Forderungen der Technik entsprechend vervollkommen werden.

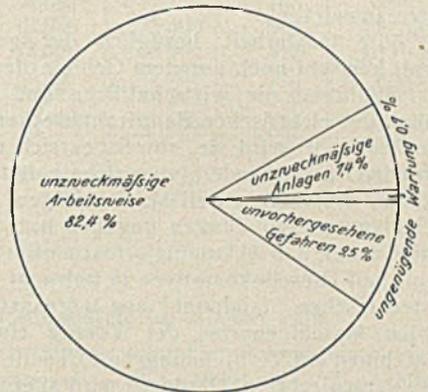


Abb. 2. Nach den Ursachen geordnete Unfälle im gesamten Bergbau Preußens.

Eine wesentliche Herabsetzung der Unfallziffer läßt sich nur noch durch den Kampf gegen die Unfälle erreichen, die durch das Verhalten der Verunglückten selbst verursacht werden und rd. 82,4% sämtlicher elektrischer Unfälle betragen. Hier kann nur eine eingehende Belehrung helfen, die an der Hand zweckmäßiger Unterlagen die in Betracht kommenden Kreise durch Wort, Schrift und Bild über die Gefahren aufklärt und auf Mittel und Wege hinweist, wie sich die Unfälle vermeiden lassen. Den Leuten muß beigebracht werden, daß ihre Sicherheit jetzt in der Hauptsache nur noch von ihrem eigenen Verhalten den elektrischen Anlagen und Einrichtungen gegenüber abhängt. Einen bemerkenswerten Einblick in die Berufsarten der Verunglückten gewährt Abb. 3, die gleichzeitig Aufschluß darüber gibt, welche Kreise am meisten der Aufklärung bedürfen.

Ist es nun möglich, die Elektrizität durch ein anderes Betriebsmittel zu ersetzen, das bei mindestens gleicher Wirtschaftlichkeit eine wesentlich erhöhte Unfallsicherheit gewährleistet? Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus kommt hierfür wohl nur die Preßluft in Frage. Die Erfahrungen der Praxis sowie die Ergebnisse von großzügig durchgeführten Untersuchungen sprechen jedoch immer deutlicher für die Elektrizität, deren Vorherrschaft in vollem Umfang

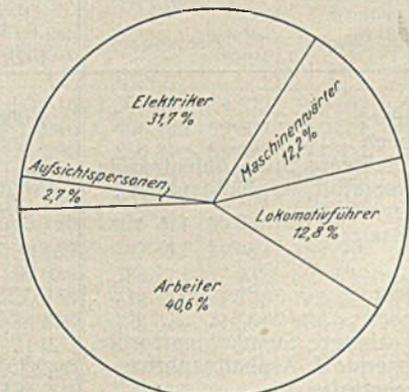


Abb. 3. Nach dem Beruf der Verunglückten geordnete Unfälle im gesamten Bergbau Preußens.

gesichert wäre, wenn es gelänge, die Abbauhämmer elektrisch zu betreiben. Bis dahin gibt es doch gewisse Fälle, in denen die gleichzeitige Verwendung von Elektrizität und Preßluft den Betrieb vor Ort unwirtschaftlich gestaltet.

Wie weit der Ersatz der Elektrizität durch Preßluft die Unfallgefahr herabsetzen würde, läßt sich natürlich ohne weiteres nicht angeben, jedoch darf nicht außer acht gelassen werden, daß auch die Preßluftanlagen, wie überhaupt alle technischen Einrichtungen, niemals ohne Unfall zu arbeiten vermögen. Es könnte sich also nur um einen Bruchteil der an sich schon kleinen Zahl der elektrischen Unfälle handeln, der durch die damit verbundenen wirtschaftlichen Nachteile wohl zu teuer erkaufte wäre. Man übersieht nur zu häufig, daß sich erzielte wirtschaftliche Vorteile in gewissem Maße auch auf das Wohlergehen der Arbeiter auswirken.

Die größte Unklarheit bezüglich der geeignetsten Antriebskraft herrscht noch auf dem Gebiete der Streckenförderung. Während die wirtschaftliche und technische Überlegenheit der elektrischen Fahrdrastreckenförderung einwandfrei feststeht, wird sie, soweit es sich um schlagwetterführende Gruben handelt, vom sicherheitstechnischen Standpunkt aus verworfen, weil sie in einigen Fällen den Anlaß zu Schlagwetterzündungen gegeben hat. Als Ersatz kommen hier neben den Akkumulatorlokomotiven die Preßluft-, Benzol- und Diesellokomotiven in Betracht. Vom rein sicherheitstechnischen Standpunkt aus wäre natürlich den beiden ersten Maschinenarten der Vorzug einzuräumen, weil die Maschinen mit Verbrennungsmotoren die Luft durch ihre Abgase verschlechtern. Dadurch wird allerdings keine unmittelbare Unfallgefahr hervorgerufen. Es ist aber doch möglich, daß die Abgase bei längerer Einwirkung zu einer schweren Schädigung der Gesundheit der Arbeiter führen, besonders wenn die Zahl dieser Lokomotiven sich erheblich vergrößern sollte. Hier sei auf die Verkehrsschutzleute in Großstädten hingewiesen, die ja in erhöhtem Maße den Einwirkungen der Automobil-Auspuffdämpfe ausgesetzt sind. In verhältnismäßig kurzen Zeitabständen müssen diese Beamten auf das Land, um sich hier in frischer Luft von den nachteiligen Folgen der eingeatmeten giftigen Gase zu befreien. Die Beurteilung der Verwendbarkeit der Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren stützt sich bisher nur auf Erfahrungen mit verhältnismäßig wenigen Maschinen.

In die Betrachtungen über den Einfluß der elektrischen Anlagen auf die Sicherheit des Grubenbetriebes gehören natürlich auch die elektrischen Einrichtungen, die unmittelbar der Sicherheit der Belegschaft dienen. Dabei seien die elektrischen Schachtsignalanlagen erwähnt, neben denen die elektrisch betriebenen Sicherheitseinrichtungen an den

Fördermaschinen und bei den Streckenförderungen sowie letzten Endes die Fernsprechanlagen bei der Sicherstellung des Lebens und der Gesundheit der Belegschaft eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Auch die elektrische Beleuchtung dürfte besonders an den Betriebspunkten erheblich zur Herabsetzung der durch Dunkelheit verursachten Unfälle beitragen. Es hieße die Elektrizität ins Unrecht setzen, wenn man diesen günstigen Einfluß auf die Unfallgefahren unberücksichtigt lassen wollte.

Die vorstehenden Betrachtungen berechtigen wohl zu dem Schluß, daß die elektrischen Anlagen untertage bereits einen hohen Grad von Sicherheit erreicht haben und in gewissen Fällen selbst der Unfallverhütung dienen, ferner, daß die weitere Herabsetzung der Unfallziffern in der Hauptsache nur noch durch ein verständnisvolleres Verhalten der Belegschaft gegenüber den elektrischen Anlagen erzielt werden kann.

Zum Schluß sei noch die Frage der Zusammenarbeit zwischen Behörde, Anlagenbesitzer und den Sachverständigen der Überwachungsstellen berührt, die von ausschlaggebender Bedeutung für die Sicherung der bereits erzielten Erfolge auf dem Gebiete der Unfallverhütung und ihren weitem Ausbau werden kann. Es ist verständlich, daß die Zechenverwaltung vor allen Dingen das größte Gewicht auf die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen legt. Dies kann unter Umständen dazu führen, daß die Unfallsicherheit dabei nicht die nötige Beachtung findet. Die Behörde dagegen widmet ihre Hauptaufmerksamkeit den Sicherheitseinrichtungen, während die Frage der Wirtschaftlichkeit für sie nicht immer von ausschlaggebender Bedeutung ist. Der Ausgleich dieser gegensätzlichen Bestrebungen kann nur durch Sachverständige herbeigeführt werden, die in ständiger Fühlung mit der Praxis stehen und sowohl über die wirtschaftlichen Belange des Bergbaus als auch über die berechtigten Forderungen auf sicherheitstechnischem Gebiet wohl unterrichtet sind. Einerseits muß die Behörde die Einsicht haben, daß nur ein Sachverständiger zu beurteilen vermag, wie weit Erleichterungen für den Betrieb ohne Gefährdung der Sicherheit zugestanden werden können, während andererseits auch die Zechenverwaltung von dem Sachverständigen erwarten kann, daß er die Wirtschaftlichkeit der Anlagen nicht durch übermäßige Sicherheitsforderungen gefährdet.

Nur einem weitem verständnisvollen und vertrauensvollen Zusammengehen dieser drei Stellen wird es gelingen, die Wünsche nach Wirtschaftlichkeit mit denen nach Sicherheit zum Wohle der Arbeitnehmer wie auch der Arbeitgeber in Einklang zu bringen.

WIRTSCHAFTLICHES.

Deutschlands Außenhandel in Nebenerzeugnissen der Steinkohle im August 1930¹.

	August				Januar-August			
	Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhr		Ausfuhr	
	1929	1930	1929	1930	1929	1930	1929	1930
	Menge in t							
Steinkohlenteer	2 096	396	18 019	7 637	20 883	7 073	83 506	57 246
Steinkohlenpech	1 368	554	4 260	3 195	7 917	4 808	116 701	193 267
Leichte und schwere Steinkohlenteeröle, Kohlenwasserstoff, Asphalt-naphtha . .	16 629	13 861	10 063	11 827	116 341	149 801	91 350	99 875
Steinkohlenteerstoffe	728	196	1 954	1 386	6 498	3 343	19 045	17 131
Anilin, Anilinsalze	3	10	161	126	38	21	1 619	1 197
	Wert in 1000 Mk							
Steinkohlenteer	128	31	1 515	477	1 327	471	7 010	4 292
Steinkohlenpech	66	27	213	156	385	232	6 027	9 321
Leichte und schwere Steinkohlenteeröle, Kohlenwasserstoff, Asphalt-naphtha . .	5 755	4 478	1 427	1 178	40 729	50 727	12 826	10 729
Steinkohlenteerstoffe	300	100	950	506	2 396	1 856	8 836	7 386
Anilin, Anilinsalze	4	11	190	132	46	26	1 960	1 322

¹ Einschl. Zwangslieferungen.

Deutschlands Außenhandel in Erzen, Schlacken und Aschen im August 1930.

Jahr, Monatsdurschnitt bzw. Monat	Bleierz		Eisen- und Manganerz usw.		Schwefelkies usw.		Kupfererz, Kupferstein usw.		Zinkerz	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1913: Insges.	142 977	4 458	16 009 876	2 775 701	1 023 952	28 214	27 594	25 221	313 269	44 731
Monatsdurschnitt	11 915	372	1 334 156	231 308	85 329	2 351	2 300	2 102	26 106	3 728
1928: Insges.	48 795	17 143	14 865 070	486 838	1 084 338	36 866	364 249	1 128	162 590	202 371
Monatsdurschnitt	4 066	1 429	1 238 756	40 570	90 362	3 072	30 354	94	13 549	16 864
1929: Insges.	79 538	21 815	18 593 283	533 695	1 170 325	46 781	438 089	8 416	178 867	180 477
Monatsdurschnitt	6 628	1 818	1 549 440	44 475	97 527	3 891	36 507	701	14 906	15 040
1930: Januar	7 964	1 618	1 619 111	47 198	79 199	9 037	23 793	1 300	17 065	16 027
Februar	9 995	1 739	1 686 050	48 148	82 981	3 135	49 548	687	14 670	17 824
März	5 268	1 534	1 327 067	54 909	95 147	4 085	12 138	166	9 251	16 894
April	3 628	1 963	1 339 840	49 596	69 308	2 086	23 600	557	11 578	14 809
Mai	4 895	2 393	1 371 425	58 038	98 610	2 669	58 405	418	10 105	14 988
Juni	4 381	1 733	1 450 719	66 456	79 174	2 061	51 855	212	7 074	15 944
Juli	7 215	2 393	1 322 424	78 474	66 582	1 506	43 211	690	15 907	18 555
August	7 723	1 620	1 349 777	71 283	73 802	1 807	21 185	1 114	10 133	16 990
Januar-August: Menge	51 069	14 992	11 466 413	474 103	644 803	26 386	283 735	5 143	95 782	132 030
Wert in 1000 .M	12 189	2 810	222 357	5 541	19 324	548	14 274	1 338	8 044	10 771

Deutschlands Außenhandel in Erzeugnissen der Hüttenindustrie im August 1930.

Jahr, Monatsdurschnitt bzw. Monat	Eisen und Eisenlegierungen			Kupfer und Kupferlegierungen		Blei und Bleilegierungen		Nickel und Nickellegierungen		Zink und Zinklegierungen	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	davon Reparationslieferungen t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1913: Insges.	618 291	6 497 262	—	256 763	110 738	84 123	57 766	3416	2409	58 520	138 093
Monatsdurschnitt	51 524	541 439	—	21 397	9 228	7 010	4 824	285	201	4 877	11 508
1928: Insges.	2 397 435	5 029 905	125 132	315 407	144 476	148 936	27 731	4504	2664	151 734	45 977
Monatsdurschnitt	199 786	419 159	10 428	26 284	12 040	12 411	2 311	375	222	12 645	3 831
1929: Insges.	1 818 451	5 813 358	266 201	279 139	173 929	137 636	32 270	4877	2759	144 913	45 184
Monatsdurschnitt	151 538	484 447	22 180	23 262	14 494	11 470	2 689	406	230	12 076	3 765
1930: Januar	127 131	521 398	13 680	16 751	17 734	7 303	2 941	307	254	8 288	3 993
Februar	111 994	434 093	31 891	14 742	18 090	9 052	2 900	304	189	6 375	2 131
März	124 178	491 149	24 801	16 154	15 786	8 892	3 570	328	212	11 103	3 575
April	125 227	423 997	19 147	15 150	14 919	5 208	4 425	218	177	8 509	2 445
Mai	130 618	462 955	14 570	17 784	17 034	9 435	3 737	275	121	10 083	3 187
Juni	102 011	360 642	21 152	22 263	13 853	5 741	3 571	173	285	10 610	2 760
Juli	105 319	349 357	16 594	17 241	13 290	5 626	4 179	181	250	10 184	2 556
August	104 034	337 680	24 034	22 622	13 166	6 145	3 616	240	192	9 664	1 855
Januar-August: Menge	930 512	3 381 271	167 772	142 706	123 873	57 403	28 938	2027	1680	74 818	22 502
Wert in 1000 .M	189 514	1 149 817	83 672	197 397	277 173	23 614	22 388	7089	8131	29 134	11 413

Deutschlands Gewinnung an Eisen und Stahl im August 1930.

Monatsdurschnitt bzw. Monat	Roheisen				Rohstahl				Walzwerkserzeugnisse ³				Zahl der in Betrieb befindlichen Hochoföfen
	Deutschland		davon Rheinland-Westfalen		Deutschland		davon Rheinland-Westfalen		Deutschland		davon Rheinland-Westfalen		
	insges. t	arbeits-tätlich t	insges. t	arbeits-tätlich t	insges. t	arbeits-tätlich t	insges. t	arbeits-tätlich t	insges. t	arbeits-tätlich t	insges. t	arbeits-tätlich t	
1913 ¹	1 609 098	52 901	684 096	22 491	1 577 924	61 879	842 670	33 046	1 391 579	54 572	765 102	30 004	313
1913 ²	908 933	29 883	684 096	22 491	1 014 788	39 796	842 670	33 046	908 746	35 637	765 102	30 004	109
1926	803 627	26 421	646 936	21 269	1 028 470	40 332	823 294	32 286	856 340	33 582	674 804	26 463	109
1927	1 091 877	35 897	862 705	28 363	1 359 224	53 303	1 081 903	42 428	1 072 231	42 048	827 970	32 469	114
1928	983 694	32 252	764 228	25 057	1 209 758	47 442	955 201	37 459	963 474	37 783	739 169	28 987	100
1929	1 116 731	36 714	915 419	30 096	1 353 840	53 266	1 097 634	43 186	1 038 284	40 850	815 097	32 069	100
1930: Jan.	1 092 206	35 232	884 566	28 534	1 275 469	49 057	1 025 932	39 459	987 553	37 983	763 669	29 372	95
Febr.	964 517	34 447	790 688	28 239	1 177 268	49 053	956 041	39 835	888 772	37 032	697 553	29 065	93
März	1 007 576	32 502	822 956	26 547	1 201 835	46 244	984 134	39 365	930 171	35 776	725 463	27 902	92
April	901 378	30 046	720 943	24 031	1 033 842	43 077	826 277	34 428	828 028	34 501	639 041	26 627	90
Mai	859 657	27 731	686 384	22 141	1 034 177	39 776	821 649	31 602	815 756	31 375	619 978	23 845	86
Juni	767 395	25 580	616 359	20 545	859 130	37 353	687 469	29 890	660 526	28 719	504 577	21 938	79
Juli	770 928	24 869	620 254	20 008	906 195	33 563	720 967	26 702	732 119	27 116	561 943	20 813	76
Aug.	739 083	23 841	592 268	19 105	896 514	34 481	717 319	27 589	682 242	26 240	524 423	20 170	74

¹ Deutschland in seinem frühern Oebietsumfang. — ² Deutschland in seinem jetzigen Oebietsumfang. — ³ Einschl. Halbzeug zum Absatz bestimmt.

**Der Steinkohlenbergbau des Aachener Bezirks
im August 1930¹.**

Monatsdurchschnitt bzw. Monat	Kohlenförderung insges. t	Kohlenförderung arbeits-täglich t	Koks-erzeugung t	Preß-kohlen-herstellung t	Belegschaft (angelegte Arbeiter)
1913	272 059	10 775	99 986	8 705	15 955
1925	295 237	11 616	80 018	9 927	19 987
1926	384 454	15 092	80 411	14 935	21 970
1927	418 560	16 468	88 145	17 850	23 658
1928	459 054	18 098	100 129	22 806	24 528
1929	503 360	19 935	104 952	26 401	25 596
1930: Jan.	583 409	22 439	111 002	24 838	26 566
Febr.	537 004	22 897	106 121	15 008	26 647
März	555 750	21 527	116 851	15 860	26 678
April	524 830	22 592	100 776	14 197	26 745
Mai	571 088	22 976	113 940	18 981	26 952
Juni	508 193	22 541	106 142	19 755	26 980
Juli	608 921	23 010	107 507	26 005	27 190
Aug.	590 318	23 247	104 766	24 105	27 262
Jan.-Aug.	4 479 513	22 652	867 105	158 749	26 878

¹ Nach Angaben des Vereins für die berg- und hüttenmännischen Interessen im Aachener Bezirk, Aachen.

**Der Steinkohlenbergbau Oberschlesiens
im Juli und August 1930¹.**

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlen-förderung insges. t	Kohlen-förderung arbeits-täglich t	Koks-erzeugung t	Preß-kohlen-herstellung t	Belegschaft		
					Stein-kohlen-gruben	Koke-reien	Preß-kohlen-werke
1922	736	30	120	10	47 734	3688	153
1923	729	29	125	10	48 548	3690	154
1924	908	36	93	17	41 849	2499	136
1925	1 189	48	89	30	44 679	2082	168
1926	1 455	59	87	35	48 496	1918	194
1927	1 615	64	103	19	51 365	2004	160
1928	1 642	66	120	28	54 641	2062	183
1929	1 833	73	141	30	57 856	1842	220
1930: Jan.	1 810	72	134	25	60 402	1882	242
Febr.	1 310	55	116	19	54 870	1864	196
März	1 379	54	126	20	52 081	1854	185
April	1 365	57	122	18	49 291	1817	172
Mai	1 486	57	120	20	48 593	1674	168
Juni	1 326	58	107	20	46 728	1506	167
Juli	1 473	55	115	22	46 100	1517	167
Aug.	1 460	56	114	24	45 754	1497	172
Jan.-Aug.	11 611	58	954	170	50 477	1701	184

	Juli		August	
	Kohle t	Koks t	Kohle t	Koks t
Gesamtabsatz (ohne Selbstverbrauch und Deputate)	1 345 140	79 660	1 488 918	76 455
davon				
innerhalb				
Oberschlesiens	392 254	13 122	416 752	12 578
nach dem übrigen Deutschland	820 603	54 993	948 019	47 659
nach dem Ausland und zwar nach				
Poln.-Oberschlesien	—	3 679	—	4 274
Deutsch-Österreich	26 362	3 379	28 407	3 741
der Tschechoslowakei	70 406	1 678	55 585	1 605
Ungarn	24 045	990	25 340	1 999
den übrigen Ländern	11 470	1 819	14 815	4 599

Die Nebenproduktengewinnung bei der Kokserzeugung stellte sich wie folgt:

	Juli t	Aug. t	Jan.-Aug. t
Rohteer	5 401	5 146	41 387
Teerpech	45	45	558
Rohbenzol	1 697	1 736	14 503
schw. Ammoniak	1 600	1 777	13 703
Naphthalin	3	10	45

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

Kohlengewinnung des Deutschen Reiches im August 1930.

Wirtschaftsgebiet	August t	Januar-August	
		1929 t	1930 t
Steinkohle			
Ruhrbezirk	8 538 426	81 119 184	73 094 586
Oberschlesien	1 460 157	14 461 696	11 610 815
Niederschlesien	469 505	4 048 581	3 840 920
Aachen	590 318	3 920 928	4 479 513
sonstige preußische Gebiete	116 847	915 932	921 711
zus. Preußen	11 175 253	104 466 321	93 947 545
Sachsen	283 776	2 760 077	2 381 643
Bayern	285	1 069	2 096
übrig. Deutschland	12 154	85 689	88 406
zus. Deutschland	11 471 468	107 313 156	96 419 690
Braunkohle			
Halle	5 629 398	53 461 579	42 822 276
Rheinischer Braun-kohlenbezirk	3 832 477	34 734 001	31 516 958
Niederschlesien	868 490	7 751 006	6 469 869
sonstige preußische Gebiete	160 704	1 849 052	1 454 012
zus. Preußen	10 491 069	97 795 638	82 263 115
Sachsen	978 903	8 427 022	7 308 844
Thüringen	347 109	3 586 148	2 890 498
Braunschweig	156 000	2 476 962	1 276 410
Bayern	168 469	1 462 921 ¹	1 487 900
Anhalt	75 918	628 278	595 637
Hessen	67 160	375 469	481 514
zus. Deutschland	12 284 628	114 532 972 ¹	96 303 918
Koks			
Ruhrbezirk	2 283 225	21 909 441	19 648 863
Oberschlesien	113 881	1 145 659	953 630
Niederschlesien	86 551	668 764	710 791
Aachen	111 466	915 255	919 745
sonstige preußische Gebiete	22 064	155 861	163 187
zus. Preußen	2 617 187	24 794 980	22 396 216
Sachsen	19 273	151 427	150 225
übrig. Deutschland	35 000	348 180	311 255
zus. Deutschland	2 671 460	25 294 648 ¹	22 857 696
Preßsteinkohle			
Ruhrbezirk	257 343	2 471 993	1 984 110
Oberschlesien	24 082	219 414	169 537
Niederschlesien	8 295	95 548	72 909
Aachen	24 105	199 116	158 749
sonstige preußische Gebiete	22 293	168 142	169 088
zus. Preußen	336 118	3 154 213	2 554 393
Baden	30 584	326 735	237 788
Hessen	6 345	58 327	52 255
Sachsen	7 220	57 075	52 931
übrig. Deutschland	7 826	48 508	65 623
zus. Deutschland	388 093	3 644 858 ¹	2 962 990
Preßbraunkohle und Naßpreßsteine			
Halle	1 457 806	13 295 398	10 275 276
Rheinischer Braun-kohlenbezirk	916 557	8 120 313	7 331 397
Niederschlesien	184 432	1 661 765	1 265 697
sonstige preußische Gebiete	20 447	174 092	163 480
zus. Preußen	2 579 242	23 251 568	19 035 850
Sachsen	272 827	2 352 342	1 917 116
Thüringen	180 311	1 737 905	1 362 753
Braunschweig	58 000	475 835	396 767
Bayern	6 419	98 121	68 478
Anhalt	1 945	13 060	12 900
Hessen	—	895	521
zus. Deutschland	3 098 744	27 929 726	22 794 385

¹ Berichtigte Zahlen.

Die Entwicklung der Kohlegewinnung Deutschlands in den einzelnen Monaten des Berichtsjahres im Vergleich mit der Gewinnung im Monatsdurchschnitt der Jahre 1913 und 1924 bis 1929 geht aus der folgenden Übersicht hervor.

Durchschnitt bzw. Monat	Deutsches Reich (jetziger Gebietsumfang ohne Saargebiet)									
	Steinkohle		Braunkohle		Koks		Preßsteinkohle		Preßbraunkohle	
	insges. t	1913=100	insges. t	1913=100	insges. t	1913=100	insges. t	1913=100	insges. t	1913=100
1913	11 729 430	100,00	7 269 006	100,00	2 638 960	100,00	540 858	100,00	1 831 395	100,00
1924	9 897 396	84,38	10 386 433	142,89	2 073 732	78,58	363 290	67,17	2 449 979	133,78
1925	11 051 843	94,22	11 643 718	160,18	2 366 448	89,67	465 884	86,14	2 805 287	153,18
1926	12 157 977	103,23	11 595 880	159,52	2 274 783	86,20	491 799	90,93	2 863 170	156,34
1927	12 799 800	109,13	12 567 143	172,89	2 688 378	101,87	414 264	76,59	3 038 565	165,92
1928	12 572 985	107,19	13 852 013	190,56	2 821 932	106,93	408 915	75,60	3 346 540	182,73
1929	13 619 755	116,12	14 598 161	200,83	3 212 698	121,74	462 873	85,58	3 522 396	192,33
1930: Januar . .	14 397 984	122,75	14 007 672	192,70	3 299 262	125,02	407 023	75,26	3 311 752	180,83
Februar . .	12 167 693	103,74	11 371 732	156,44	2 898 478	109,83	352 234	65,13	2 484 700	135,67
März . . .	12 538 688	106,90	11 302 746	155,49	3 114 816	118,03	354 948	65,63	2 403 711	131,25
April . . .	11 480 598	97,88	10 826 022	148,93	2 783 004	105,46	324 970	60,08	2 379 933	129,95
Mai	11 953 470	101,91	12 314 745	169,41	2 786 655	105,60	377 693	69,83	2 999 440	163,78
Juni	10 804 760	92,12	11 746 277	161,59	2 611 467	98,96	354 740	65,59	3 028 100	165,34
Juli	11 605 027	98,94	12 250 247	168,53	2 691 975	102,01	403 289	74,56	3 088 005	168,61
August . . .	11 471 468	97,80	12 284 628	169,00	2 671 460	101,23	388 093	71,76	3 098 744	169,20
Januar-August	96 419 690	.	96 303 918	.	22 857 696	.	2 962 990	.	22 794 385	.
Monatsdurchschnitt	12 052 461	102,75	12 037 990	165,61	2 857 212	108,27	370 374	68,48	2 849 298	155,58

Der Steinkohlenbergbau Niederschlesiens im Juli 1930¹.

Monatsdurchschnitt bzw. Monat	Kohlenförderung		Koks-erzeugung	Preßkohlenherstellung	Durchschnittlich angelegte Arbeiter in		
	insges.	arbeits-tätig			Steinkohlen-gruben	Koke-reien	Preßkohlen-werken
	1000 t						
1913	461	18	80	8	27 529	1288	59
1923	444	17	79	11	43 744	1652	86
1924	466	18	74	9	36 985	1580	69
1925	464	18	77	9	29 724	1289	85
1926	466	18	75	15	27 523	1335	135
1927	487	19	77	15	26 863	1222	127
1928	477	19	80	13	25 649	1189	110
1929	508	20	88	11	26 030	1195	105
1930: Jan.	564	22	100	11	26 808	1175	87
Febr.	494	21	87	8	26 866	1137	76
März	505	19	88	9	26 649	1073	74
April	451	19	85	10	26 035	1058	81
Mai	472	18	88	11	25 432	1047	95
Juni	424	18	88	8	24 608	1051	79
Juli	461	17	88	9	24 081	1040	79
Jan.-Juli	3371	19	624	65	25 783	1083	82

Durchschnittslöhne im Saarbergbau im 2. Vierteljahr 1930.

	Vollhauer im Gedinge		Durchschnitt aller Arbeiter			
	Leistungs-lohn	Leistungs- und Soziallohn	untertage		unter- und über-tage	
			Leistungs-lohn	Leistungs- und Soziallohn	Leistungs-lohn	Leistungs- und Soziallohn
	G.-Fr.	G.-Fr.	G.-Fr.	G.-Fr.	G.-Fr.	G.-Fr.
1921	7,62	8,68	6,77	7,52	6,45	7,15
1922	6,80	7,97	6,06	6,93	5,79	6,61
1923	6,46	7,37	5,74	6,41	5,50	6,14
1924	6,83	7,87	6,12	6,91	5,85	6,60
1925	6,89	7,82	6,24	6,96	5,97	6,66
1926	6,03	6,63	5,46	5,94	5,24	5,70
1927	8,09	8,86	7,41	8,03	7,14	7,73
1928	7,92	8,66	7,39	8,01	7,11	7,70
1929: 1. Viertelj.	8,09	8,89	7,55	8,17	7,28	7,83
2. „	8,44	9,15	7,85	8,46	7,56	8,14
3. „	8,80	9,53	8,17	8,78	7,88	8,46
4. „	9,02	9,74	8,39	8,99	8,12	8,70
Durchschnitt 1929	8,59	9,33	7,99	8,60	7,71	8,29
1930: 1. Viertelj.	9,27	10,00	8,60	9,21	8,30	8,89
2. „	9,10	9,81	8,54	9,14	8,29	8,87

Kohlegewinnung Österreichs im Juni 1930.

	Juli		Jan.-Juli	
	Kohle t	Koks t	Kohle t	Koks t
Gesamtabsatz (ohne Selbstverbrauch und Deputate)	390 570	76 434	2 764 953	469 893
innerhalb Deutschlands	363 114	63 370	2 572 374	386 769
nach dem Ausland	27 456	13 064	192 579	83 124

Revier	Juni		Januar-Juni	
	1929 t	1930 t	1929 t	1930 t
Steinkohle:				
Niederösterreich:				
St. Pölten	1 109	742	8 502	5 372
Wr.-Neustadt	15 054	13 711	95 314	93 230
zus.	16 163	14 453	103 816	98 602
Braunkohle:				
Niederösterreich:				
St. Pölten	11 564	10 237	91 349	83 325
Wr.-Neustadt	11 413	12 459	47 180	86 808
Oberösterreich:				
Wels	44 848	40 506	301 799	282 459
Steiermark:				
Leoben	63 089	45 229	439 344	332 404
Graz	75 826	68 702	590 032	475 781
Kärnten:				
Klagenfurt	11 085	11 713	76 515	73 991
Tirol-Vorarlberg:				
Hall	3 359	1 254	21 359	17 041
Burgenland	24 299	20 913	171 809	162 014
zus.	245 483	211 013	1 739 387	1 513 823

Die Nebenproduktengewinnung bei der Kokserzeugung stellte sich wie folgt:

	Juli t	Jan.-Juli t
Rohteer	3614	24 823
Rohbenzol (Leichtöl bis zu 180°)	1164	8 168
Teerpech	—	—
Rohnaphthalin	—	47
schw. Ammoniak	1020	7 408

¹ Nach Angaben des Vereins für die bergbaulichen Interessen Niederschlesiens zu Waldenburg-Altwasser.

Kohlenförderung der Tschechoslowakei im Juli 1930.

Revier	Juli		Januar-Juli	
	1929 t	1930 t	1929 t	1930 t
Steinkohle:				
Prag	21 530	21 371	161 576	155 526
Schlan	152 948	138 815	1 089 079	965 647
Pilsen	86 612	70 649	600 624	531 515
Komotau	566	623	4 883	3 844
Kuttenberg	37 318	37 862	273 955	256 947
Brünn	39 605	44 354	287 961	280 728
Mährisch-Ostrau	1 012 600	866 600	6 911 600	6 093 800
zus.	1 351 179	1 180 274	9 329 678	8 288 007
Steinkohlenkoks:				
Brünn	4 400	2 900	26 700	20 000
Mährisch-Ostrau	201 780	144 600	1 413 280	1 352 800
zus.	206 180	147 500	1 439 980	1 372 800
Steinkohlenbriketts:				
Brünn	5 270	6 460	40 880	44 510
Mährisch-Ostrau	13 863	11 091	117 695	88 212
Schlan	—	—	74	—
zus.	19 133	17 551	158 649	132 722
Braunkohle:				
Karlsbad	320 168	271 825	2 439 652	2 047 283
Komotau	265 297	219 258	1 839 886	1 563 867
Brüx	910 128	754 519	6 709 323	5 603 234
Teplitz	167 573	140 944	1 255 304	1 067 653
Kuttenberg	2 151	1 960	17 069	21 191
Budweis	3 578	5 355	23 749	30 765
Brünn	17 945	14 005	126 822	112 601
Mährisch-Ostrau	79	83	523	501
Slowakei	48 867	49 964	330 472	330 346
zus.	1 735 786	1 457 913	12 742 800	10 772 447 ¹
Braunkohlenkoks:				
Karlsbad	980	—	23 298	—
Teplitz	238	237	1 411	1 621
Kuttenberg	—	—	215	—
zus.	1 218	237	24 924	1 621
Braunkohlenbriketts:				
Karlsbad	22 313	12 300	128 521	101 079

¹ Nachträglich berichtigte Zahl.

Reichsindex für die Lebenshaltungskosten im September 1930 (1913/14 = 100).

Monatsdurchschnitt bzw. Monat	Gesamt-lebenshaltung	Gesamt-lebenshaltung ohne Wohnung	Ernährung	Wohnung	Heizung und Beleuchtung	Bekleidung	Sonstiger Bedarf einschl. Verkehr
1924 . . .	127,63	146,39	136,28	53,59	147,39	173,76	176,13
1925 . . .	139,75	154,53	147,78	81,52	139,75	173,23	183,07
1926 . . .	141,16	151,61	144,36	99,89	142,28	163,63	187,06
1927 . . .	147,61	155,84	151,85	115,13	143,78	158,62	183,70
1928 . . .	151,68	158,28	152,28	125,71	146,43	170,13	187,91
1929:							
Januar . .	153,10	160,00	153,30	125,90	151,00	172,50	191,10
April . . .	153,60	160,60	154,00	126,00	151,20	172,70	191,60
Juli	154,40	161,60	155,70	126,10	149,40	172,10	191,90
Oktober . .	153,50	160,40	153,80	126,50	152,60	170,80	192,20
Dezember .	152,60	159,20	152,20	126,70	152,90	170,30	192,50
Durchschnitt	153,80	160,83	154,53	126,18	151,07	171,83	191,85
1930:							
Januar . .	151,60	157,90	150,20	126,70	153,30	169,80	193,00
Februar . .	150,30	156,30	147,90	126,80	153,70	169,40	192,90
März . . .	148,70	154,30	145,10	126,80	153,90	168,50	193,00
April . . .	147,40	152,50	142,80	127,50	152,20	167,60	193,40
Mai	146,70	151,50	141,70	127,70	149,90	167,20	193,50
Juni	147,60	152,10	142,70	129,80	149,40	166,80	193,60
Juli	149,30	154,20	145,90	130,00	150,10	165,50	193,60
August . .	148,80	153,50	145,30	130,20	150,40	163,20	193,30
September	146,90		141,70	130,50	152,40	160,80	195,50

Der Reichsindex für die Lebenshaltungskosten ist von 148,8 im August auf 146,9 im Durchschnitt des Monats September oder um 1,3% zurückgegangen. Ausschlaggebend für diesen Rückgang war die Senkung der Ernährungsausgaben; vor allem haben die Preise für Kartoffeln und Gemüse erheblich nachgegeben. Die Preise für Bekleidungsgegenstände konnten ihre rückläufige Bewegung in verstärktem Maße fortsetzen. Die Kosten der Heizung haben sich infolge des Abbaus der Sommerrabatte, die Ausgaben für den „Sonstigen Bedarf“ besonders durch die Heraufsetzung der Personentarife der Reichsbahn erhöht.

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse¹.

Auf dem Markt für Teererzeugnisse machte sich in der Berichtswoche eine etwas lebhaftere Geschäftstätigkeit bemerkbar. Wenngleich man auch im Preise immer noch den Käufnern entgegenkam, so wirkten doch die sich bemerkbar machende Verknappung und die verringerten Lagerbestände auf eine festere Haltung der Preise hin. Das Geschäft in Pech war trotz einer gewissen Steigerung der Nachfrage flau. Kristallisierte Karbolsäure ging etwas besser ab, während rohe Karbolsäure sehr unbeständig und schwankend war. Benzole haben sich etwas zu festigen vermocht, die Preise hatten jedoch nur nominellen Charakter. Das Naphthageschäft war unregelmäßig und im Preise durchweg geschwächt. Für Teer ergab sich nur recht geringe Nachfrage.

Nebenerzeugnis	In der Woche endigend am	
	26. Sept.	3. Okt.
Benzol (Standardpreis) . . . 1 Gall.	1/4 1/2	1/5
Reinbenzol 1 „	1/10—1/11	1/11
Reintoluol 1 „		2/1
Karbolsäure, roh 60% . . . 1 „	2/1	1/8
„ krist. 1 lb.		7 1/2
Solventnaphtha I, ger., Osten 1 Gall.	1/2 1/2	1/2
Solventnaphtha I, ger., Westen 1 „		1/11 1/2
Rohnaphtha 1 „		1/0 1/2
Kreosot 1 „		1/5
Pech, fob Ostküste . . . 1 l. t		47/6
„ fas Westküste . . . 1 „		44/6—46/6
Teer 1 „		27/6
hwefelsaures Ammoniak, 20,6% Stickstoff 1 „		8 £ 19 s

Das Inlandgeschäft in schwefelsauerem Ammoniak ist bei einem Preise von 8 £ 19 s für übliche Sorte und Lieferbestimmungen nicht allzu gut. Im Auslandgeschäft hat sich die in der Vorwoche eingetretene Belebung hauptsächlich können, der Preis stellte sich durchschnittlich auf 7 £ 5 s.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 3. Oktober 1930 endigenden Woche².

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Der im vorwöchigen Bericht erwähnte Auftrag der finnischen Staatseisenbahnen auf Lieferung von 46000 t Kesselkohle ist an Polen gefallen. Dieser Erfolg kam nicht überraschend, entmutigend wirkt nur der immer schärfer werdende polnische Wettbewerb auch in andern Gebieten, wie auch z. B. recht viel erwartet werden muß von der neuerlichen Vertretung des polnischen Bergbaus in den skandinavischen Ländern. Die Marktanforderungen dieser beiden Länder sind noch nicht bekanntgegeben und halten das Sichtgeschäft in Atem. Im Verhältnis zur Jahreszeit muß die allgemeine Lage als recht flau angesehen werden, zumal sich durchaus noch keine Anzeichen ergeben für eine jahreszeitliche Besserung, wie sie trotz aller ungünstigen Aussichten kommen muß. Besondere Gaskohle hat in dieser Hinsicht enttäuscht. Nach einer kleinen vorübergehenden

¹ Nach Colliery Guardian vom 3. Oktober 1930, S. 1244.

² Nach Colliery Guardian vom 3. Oktober 1930, S. 1239 und 1260.

Besserung im Bunkergeschäft ist man wieder zu der ruhigen Marktlage der letzten Monate zurückgekehrt, und selbst die besten Sorten finden trotz der lächerlich niedrigen Preise keinen Absatz. Nach den letzten Berichten sind Angebote über 6800 t Lokomotiv-Kesselkohle zur Verschiffung im Oktober und November hereingenommen worden.

Für Koks gestaltete sich der Markt weiterhin recht gut. Gaskoks war verhältnismäßig knapp und daher im Preise fest. Gießerei- und Hochofenkoks kam reichlich auf den Markt. Wenn auch im Tagesgeschäft die Preise etwas abschwächten, so herrschte andernteils im Sichtgeschäft eine Nachfrage, wie sie keine andere Brennstoffsorte aufzuweisen hatte.

Die Preise, die wegen der geringen Geschäftstätigkeit im allgemeinen nur nominellen Charakter trugen, blieben zur Hauptsache die gleichen wie in der Vorwoche. Nur wenige Sorten zogen im Preise etwas an, so z. B. beste Kesselkohle Durham von 14/6—14/9 auf 14/9 s, beste Gas-

kohle von 14/9 auf 14/9—15 s und besondere Bunkerkohle von 12/6—13 s auf 13/6 s. Ein Preisrückgang verzeichnet lediglich, wie schon erwähnt, Gießerei- und Hochofenkoks, und zwar von 17/6—18 s auf 17—18 s. Der Preis für Hausbrandkohle wurde in Newcastle und Umgebung ab 1. Oktober um 2 s je t erhöht.

2. Frachtenmarkt. Die Geschäftstätigkeit auf dem Chartermarkt hielt sich sowohl am Tyne wie auch in den Häfen von Südwales in sehr engen Grenzen und stand in keinem Verhältnis zu dem leerstehenden Schiffsraum, der nach allen Richtungen reichlich angeboten wurde. Die Schiffseigner waren schließlich dazu geneigt, gewisse Preisnachlässe zu machen, und nur dieses Entgegenkommen, nicht etwa aber eine regere Nachfrage, hat vermocht, das Geschäft einigermaßen auf der üblichen Höhe zu halten. Einzig und allein das südamerikanische Geschäft in Cardiff zeigte eine geringfügige Besserung. Angelegt wurden durchschnittlich für Cardiff-Genua 6 s 2 1/2 d, -Alexandrien 6 s 9 d, für Tyne-Hamburg 3 s 4 d.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlenförderung t	Koks- er- zeugung t	Preß- kohlen- her- stellung t	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preß- kohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand				Wasser- stand des Rheines bei Caub (normal 2,30 m) m
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg- Ruhrorter (Kipper- leistung) t	Kanal- Zechen- H ä f e n t	private Rhein- t	insges. t	
Sept. 28.	Sonntag	121 327	—	2 873	—	—	—	—	—	—
29.	346 921		11 478	19 649	—	25 615	40 277	12 162	78 054	2,20
30.	363 030		85 847	10 383	21 464	—	20 936	66 700	13 907	101 543	2,26
Okt. 1.	285 705	66 025	11 295	20 812	—	23 722	30 244	8 539	62 505	2,25
2.	332 802	67 650	11 313	21 476	—	28 189	32 390	7 381	67 960	2,22
3.	337 963	66 111	12 190	21 190	—	27 103	37 154	11 982	76 239	2,23
4.	334 537	65 276	10 668	21 372	—	28 838	44 399	9 316	82 553	2,18
zus. arbeitstäg.	2 000 958 333 493	472 236 67 462	67 327 11 221	128 836 21 473	— —	154 403 25 734	251 164 41 861	63 287 10 548	468 854 78 142	. .

¹ Vorläufige Zahlen.

Absatz der im Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat vereinigten Zechen im August 1930.

Nach dem starken Rückgang im Juli, der sowohl durch eine weitere Verminderung der Abrufe in Industriebrennstoffen als auch durch ein Nachlassen der Abrufe in den Hausbrandsorten hervorgerufen wurde, wies der Ruhrkohlenabsatz auch im Berichtsmonat keine merkliche

Besserung auf. Der arbeitstägliche Absatz für Rechnung des Syndikats stellte sich im August auf 216 000 t gegenüber 201 000 t im Vormonat; er entfiel mit 49,33 % auf das unbestrittene und mit 50,67 % auf das bestrittene Gebiet. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß in der Zahl für das unbestrittene Gebiet die auf Syndikatslager genommenen Mengen enthalten sind, die im August größer waren als

Gesamtabsatz der im Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat vereinigten Zechen¹ (in 1000 t).

Monats- durch- schnitt bzw. Monat	Auf die Verkaufsbeteiligung in Anrechnung kommend										Auf die Verbrauchs- beteiligung in An- rechnung kommend ²	Zechen- selbstverbrauch ²	Gesamtabsatz ³					
	für Rechnung der Zechen		Verbrauch					zusammen					insges.	nach dem				
	auf Vor- verkäufe	Land- absatz	Kohlenabsatz für Rechnung des Syndikats	für ab- gesetzten Koks	für ab- gesetzte Preßkohle	Kohlen für an Dritte abgegeb. Erzeugn.	Hausbrand für Beamte und Arbeiter ²	davon bestritt.	un- bestritt. Gebiet	vom Gesamt- absatz %				vom Gesamt- absatz %	davon Zwangs- lieferungen			
1913 . . .	80	57	4 787	1496	335	18	88	6 861	.	.	1 200	431	8 492	5893	69,39	2599	30,61	—
1925 . . .	216	110	4 142	1187	232	10	131	6 028	.	.	1 729	721	8 478	6054	71,41	2424	28,59	1130
1926 . . .	62	115	5 228	1460	246	6	115	7 232	3 118	4 114	1 732	663	9 627	5711	59,32	3916	40,68	1025
1927 . . .	56	111	4 939	1451	224	9	124	6 914	2 841	4 073	2 118	702	9 734	6812	69,98	2922	30,02	366
1928 . . .	54	108	4 498	1492	214	9	118	6 493	2 825	3 668	2 003	763	9 259	6610	71,39	2649	28,61	107
1929 . . .	54	117	4 778	1815	239	14	130	7 146	3 349	3 797	2 218	744	10 108	7063	69,88	3045	30,12	102
1930: Jan.	56	118	4 924	1553	210	17	141	7 019	3 491	3 528	2 160	777	9 956	6691	67,21	3265	32,79	106 ⁵
Febr.	40	115	3 830	1315	187	14	140	5 641	2 785	2 856	1 898	708	8 247	5591	67,79	2656	32,21	107
März	37	102	4 053	1197	190	14	131	5 725	2 813	2 912	1 989	724	8 438	5886	69,75	2552	30,25	61
April	38	88	3 912	972	167	13	103	5 292	2 500	2 792	1 724	677	7 693	5259	68,37	2434	31,63	59
Mai	49	76	4 082	1410	194	11	104	5 927	2 661	3 267	1 683	684	8 293	5830	70,39	2452	29,61	50
Juni	50	57	3 773	1419	181	9	82	5 571	2 631	2 940	1 525	630	7 726	5318	68,84	2407	31,16	70
Juli	59	72	3 929	1344	200	6	95	5 705	2 707	2 998	1 484	673	7 861	5433	69,11	2428	30,89	4
Aug.	46	85	4 134	1317	203	9	111	5 903	2 863	3 040	1 496	648	8 047	.	.	.	.	.
Jan.-Aug. Monatsdurch- schnitt . . .	374	714	32 637	10528	1532	93	907	46 784	22 451	24 333	13 957	5519	66 261	.	.	.	.	.
	47	89	4 080	1316	191	12	113	5 848	2 806	3 042	1 745	690	8 283	.	.	.	.	.

¹ Nach den Angaben des Syndikats. — ² Nur Steinkohle. — ³ Koks und Preßkohle in Kohle umgerechnet. — ⁴ Einschl. Zechenselbstverbrauch. — ⁵ Seit dem 10. Januar 1930 sogenannte Oberrheinmengen, da die Verpflichtung Deutschlands zur Kohlenzwangslieferung nach dem Versailler Diktat mit diesem Tage abgelaufen ist.

im Vormonat. Der noch verbleibende geringe Mehrabsatz entfiel also fast ausschließlich auf das bestrittene Gebiet.

Die Absatzschwierigkeiten bestehen für alle Sorten, so daß die Bestände auf den Zechen weiter anstiegen und sich Ende August auf 8,25 Mill. t beliefen. In Fettkohle, im besondern in den Nußsorten, ist der Absatz seit Monaten unverändert schlecht, ohne daß sich Anzeichen auch nur einer kleinsten Besserung bemerkbar machen. Stückkohle, die in der Hauptsache für die Eisenbahn und für die Ausfuhr Verwendung findet, wird ebenfalls nur in bescheidenem Umfange abgerufen. In Gas- und Gasflammkohle sind die Abrufe in Nuß 1 und 2 zwar etwas besser geworden, doch wirkt sich diese Besserung mengenmäßig kaum aus,

so daß allgemein auch in diesen Sorten der Absatz unverändert schlecht ist. In Eß- und Anthrazitkohle sind die Nußsorten 1–3 für Hausbrandzwecke einigermaßen gefragt, doch sind die Abrufe in Feinkohlen und kleinen Nüssen weiter unbefriedigend. Der Absatz in Brechkoks ist, nachdem die Sommerrabatte fortgefallen sind, fast zum Stillstand gekommen. In Hochofenkoks ist der Versand wegen der schlechten Beschäftigung der Eisenindustrie weiter abgeschwächt, desgleichen in Gießereikoks wegen der ungünstigen Lage der Eisengießereien. Die Abrufe in Briketts sind sowohl in Eiform- als auch in Vollbriketts in den beiden letzten Monaten wieder etwas gestiegen.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 2. Oktober 1930.

1a, 1137489. Gustav Wippermann, Maschinenfabrik, Stahlwerk und Eisengießerei G. m. b. H., Köln-Kalk. Schüttelsiebtrieb. 12. 8. 30.

1a, 1137672 und 1138202. Karl Wolinski, Berlin. Einrichtung zum Aufbereiten von Kohle. 10. 8. 28 und 13. 3. 30.

5b, 1137533. Walther Schmiedling, Beuthen (O.-S.). Staubabfangvorrichtung für Bohrhämmer. 2. 9. 30.

5b, 1137541. Maschinenfabrik Wilhelm Knapp, G. m. b. H., Wanne-Eickel. Schrämmaschine. 27. 2. 26.

5b, 1137628. Gustav Braune, Erfurt. Teileverbindung für Bergwerksbohrer. 28. 8. 30.

5b, 1137817. Hans Kempny, Beuthen (O.-S.). Kohle- und Gesteinbohrer. 14. 8. 30.

5b, 1138203. Hermann Kruskopf, Dortmund. Bohrstaubausscheidvorrichtung. 29. 3. 30.

5d, 1137537. Leo Scholland, Bottrop, und Heinrich Esser, Essen. Einrichtung für Tuchwetterlütten für Bergwerksbetriebe. 3. 9. 30.

81e, 1138356. Pahlsche Gummi- und Asbest-G. m. b. H., Düsseldorf-Rath. Transportband. 7. 8. 30.

81e, 1137587. Förstersche Maschinen- und Armaturenfabrik A. G., Essen-Altenessen. Kratzband. 23. 7. 30.

81e, 1137588. Oscar Doneit, Gleiwitz (O.-S.). Schüttelrutschenunterstützung. 25. 7. 30.

81e, 1137871. Siemens-Schuckertwerke A. G., Berlin-Siemensstadt. Fördertrommel mit Spannvorrichtung für Bandförderer o. dgl. 9. 10. 28.

81e, 1138080. Gebr. Hinselmann G. m. b. H., Essen. Schüttelrutsche mit Kugellaufwerk. 30. 1. 30.

81e, 1138228. Bamag-Meguine A. G., Berlin. Seitenschutz für Transportbänder. 7. 8. 30.

Patent-Anmeldungen,

die vom 2. Oktober 1930 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 13. A. 51619. Leonard Andrews, Westminster (England). Wirbelstromklassierer mit schraubenförmigen Leitflächen für pulveriges Gut. 29. 7. 27. Großbritannien 30. 7. 26.

1a, 16. P. 57197. Préparation Industrielle des Combustibles, Nogent-sur-Marne (Frankreich). Kläranlage, besonders für die Kohlen- und Erzaufbereitung. 25. 2. 28.

1a, 20. K. 109793. Ferdinand Krämer, Berlin-Neukölln. Siebrost mit feststehenden und bewegten Roststäben. 12. 6. 28.

1a, 22. B. 140380. Bornkessel & Co. m. b. H., Minden (Westf.). Siebreinigungsvorrichtung für Durchwurfsiebe mit unter dem Sieb vorgesehenen Abstreichern. 14. 11. 28.

1c, 6. D. 40627. Ore Concentration Company Ltd., London. Verfahren zur Vakuum-Schwimmaufbereitung von Kohle. 3. 11. 21.

5c, 9. O. 18508. Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke A. G., Gleiwitz. Keilverbindung für eisernen Grubenausbau. 28. 9. 29.

5c, 9. T. 36639. Alfred Thiemann, Dortmund. Knie-schuh für den Grubenausbau. 27. 3. 29.

5d, 14. H. 123868. Heinrich Hohl, Essen. Bergeversatzmaschine mit durch Federn gespannter Wurfschaufel. 24. 10. 29.

5d, 17. H. 120393. August Huxel, Castrop-Rauxel. Schlauchanschluß mit Überwurfmutter und konischer Tülle. 16. 2. 29.

10a, 18. K. 98498. Dr.-Ing. eh. Heinrich Koppers, Essen. Verkokungsverfahren unter Mischung gut backender, aber stark treibender Kohlen mit einem Magerungsmittel. 26. 3. 26.

35a, 9. W. 80347. Bernhard Walter, Gleiwitz (O.-S.). Fördergefäß. 12. 9. 28.

81e, 12. G. 530. Dipl.-Ing. Wilhelm Guntermann, Berlin. Schurrenanordnung bei Abwurfwagen für Gurtförderer. 4. 1. 30.

81e, 103. C. 13030. Wilhelm Christian, Komm.-Ges., Herne. Kipper für Grubenwagen. 6. 3. 30.

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.)

5b (16). 507977, vom 3. 10. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Dipl.-Ing. Hans Arnold von Lewinski in St. Andreasberg (Oberharz). *Verfahren zur Verhinderung der Staubentwicklung beim Gesteinbohren.*

Der Sohle des Bohrloches soll während des Bohrens eine bindende Flüssigkeit oder Masse zugeführt werden, die das Bohrmehl aufnimmt. Die dabei entstehende teigige Masse soll durch den Bohrschaft in einem zusammenhängenden Strang oder als Formkörper nach hinten aus dem Bohrloch befördert werden. Die Bindeflüssigkeit oder -masse kann durch die Abluft der Bohrmaschine (z. B. des Bohrhammers) zur Bohrlochsohle gedrückt werden.

5b (16). 508318, vom 8. 11. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Ingersoll-Rand Company in Newyork. *Schmiervorrichtung für Preßluftbohrhämmer.* Priorität vom 11. 4. 28 ist in Anspruch genommen.

Der mit dem Arbeitskolben verbundene, auf das Werkzeug schlagende Hammer ist von einer Buchse umgeben, die eine ringförmige Kammer enthält, die man durch eine verschleißbare Öffnung mit Öl füllen kann. Die Kammer steht durch Kanäle mit dem Druckmittelzuführungsstutzen und mit den zu schmierenden Flächen in Verbindung, so daß beim Arbeiten des Hammers Öl durch das Druckmittel zu den zu schmierenden Flächen gedrückt wird.

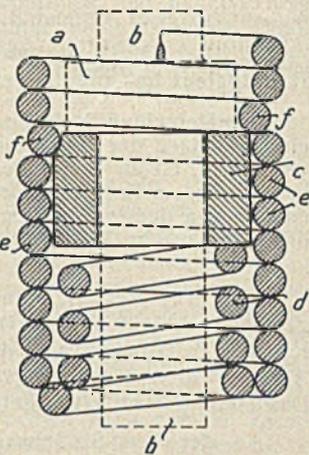
5b (32). 508082, vom 28. 8. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Karl Loth jun. und Walter Loth in Annen (Westf.). *Aufhängevorrichtung für Abbauhämmer.*

Der Hammer ist an einem auf einer Trommel aufgewickelten Seil aufgehängt. Die Trommel ist fest mit einer zweiten Trommel von größerem Durchmesser verbunden, die ein Sperrrad trägt. Auf der großen Trommel ist ein Zugseil in entgegengesetztem Sinne zu dem auf der kleinen Trommel aufgewickelt. In das Sperrrad der Trommel greift eine Sperrklinke ein, die durch eine Feder mit dem Sperrrad in Eingriff gehalten wird und verhindert, daß sich das den Hammer tragende Seil von selbst abwickelt. An der Sperrklinke ist ein senkrecht zu ihm stehender Arm befestigt, über den das Zugseil so geführt ist, daß die Klinke ausgerückt wird, wenn zwecks Anhebens des Hammers ein

Zug auf das Zugseil, zwecks Senkens unter Festhalten des Zugseiles ein Druck auf den Hammer ausgeübt wird.

5b (20). 508319, vom 28. 2. 29. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Metallwaren- und Federnfabrik Hans Dannert in Hagen (Westf.). *Spiralfeder mit von ihr gehaltenem Stahlring zum Halten des Werkzeuges an Preßlufthämmern.*

Der sich vor den Bund *a* des Werkzeuges *b* legende Stahlring *c* stützt sich mit der vordern Stirnfläche auf das hintere Ende des Teiles *d* der Schrauben- (Spiral-) feder *e*, der in der Feder vom vordern Ende aus zurückgewunden ist. Mit dem hintern Ende liegt der Ring an der eingezogenen Windung *f* des äußern Federteils an.



5b (41). 508161, vom 15. 11. 25. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft in Lübeck. *Verfahren und Anlage zum Abbau mächtiger oder mehrschichtiger Deckgebirge mit Hilfe von Förderbrücken.*

Der Abraum wird von einem für sich verfahrbaren Brückenförderer auf einer Zwischenberme der Gewinnungsseite abgeworfen und hier durch einen für sich verfahrbaren Brückenförderer aufgenommen. Zwischen die beiden Brückenförderer kann ein für sich verfahrbarer oder an dem deckgebirgseitigen Brückenförderer aufgehängter Zwischenförderer eingeschaltet sein, der den Abraum von dem einen Brückenförderer auf den andern leitet, so daß dieser den Abraum nicht von der Zwischenberme aufzunehmen braucht.

5c (6). 507978, vom 11. 2. 30. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Stephan, Frölich & Klüpfel in Beuthen (O.-S.). *Bewegliche Hochbrechenbühne.*

Die Bühne, an der die für Kübelförderung erforderlichen Einrichtungen angebracht sind, hat mehrere aus starken Trägern bestehende Stockwerke, deren Abstände z. B. durch Schraubenspindeln mit Rechts- und Linksgewinde sowie Spannschlösser geändert und die im Gebirge oder Mauerwerk verriegelt werden können. Dadurch wird es durch abwechselndes Hochdrücken oder Senken der obern und untern Stockwerke möglich, die ganze Bühne zu heben oder zu senken.

5c (10). 507980, vom 9. 7. 27. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Erhard Scholl in Herne (Westf.) und Apparate-Bauanstalt Axmann & Co. G. m. b. H. in Bochum. *Kegelförmiger Aufsatz für hölzerne Grubenstempel.*

Die im Querschnitt längliche Bohrung des Aufsatzes verengt sich vom untern Ende an zuerst schnell und dann allmählich, d. h. die Wände der Bohrung haben unten eine größere Neigung als oben. Infolgedessen steigt beim Aufpressen des Aufsatzes auf den Stempel durch den Gebirgsdruck der Widerstand zuerst schnell und dann allmählich.

5c (10). 507981, vom 29. 5. 26. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Charles Léonard Pelabon in Paris. *Eiserner Grubenstempel.* Priorität vom 16. 4. 26 ist in Anspruch genommen.

Der Stempel besteht aus zwei ineinander verschiebbaren Teilen, die durch ein mit Hilfe eines Handhebels drehbares Exzenter gegeneinander gepreßt werden. Das Exzenter ist in den Schenkeln eines um beide Stempelteile gelegten U-förmigen Bügels gelagert, in dessen Steg eine Platte mit hohem Reibungskoeffizienten eingelegt ist, die an dem einen Stempelteil anliegt, während das Exzenter unmittelbar auf den andern Stempelteil wirkt. Überschreitet der auf den Stempel wirkende Gebirgsdruck eine bestimmte Größe, so verschiebt sich der obere Stempelteil in dem untern.

5c (10). 508162, vom 28. 4. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Friedrich Reidiger in Beuthen (O.-S.). *Elastischer Metallgrubenstempel.*

Die beiden Stempelteile sind außen bzw. innen mit Zahnsegmenten versehen, die das Ineinanderschieben der Stempelteile dann verhindern, wenn sie miteinander in Eingriff stehen. Wird jedoch der obere (innere) Stempelteil an einer in Löcher eines obern Bundes gesteckten Stange um so viel gedreht, daß seine Zahnsegmente in den zwischen den Segmenten des untern Stempelteils befindlichen Zwischenräumen liegen, so kann sich der obere Stempelteil verschieben. In dem untern kann ein Anschlag die Drehbewegung des innern Stempelteils begrenzen. Der Unterteil läßt sich zwischen den Zahnsegmenten dünner bemessen oder mit Schlitzen versehen, der Oberteil kann eine Nachstellschraube zum Festspannen des Stempels zwischen Hangendem und Liegendem haben.

5c (10). 507311, vom 23. 2. 29. Erteilung bekanntgemacht am 4. 9. 30. Gutehoffnungshütte Oberhausen A. G. in Oberhausen (Rhld.). *Eiserner Grubenstempel, dessen Teile durch ein Bremsschloß aneinandergepreßt werden.*

Zum Anpressen des Bremsschlusses dient ein doppelarmiger Hebel, dessen langer Arm so an dem Stempeloberteil anliegt, daß er durch den sich abwärts bewegenden innern Stempelteil gedreht wird. Dabei übt der kurze Arm des Hebels auf die Bremssteile des Schlusses einen größeren oder geringern Druck aus. Der kurze Arm des Hebels kann mit einer Stellschraube versehen sein, gegen die sich die Bremsmittel stützen.

5d (10). 508083, vom 2. 2. 27. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Ernst Hese, Maschinenfabrik für moderne Fördertechnik und Eisenbau in Herten (Westf.). *Elastische Förderwagen-Anhaltevorrichtung.* Zus. z. Pat. 504234. Das Hauptpatent hat angefangen am 24. 12. 26.

Der Aufhaltestößel wird zwecks Freigabe des von ihm aufgehaltene Förderwagens durch den nächsten anrollenden Förderwagen mit Hilfe eines schwenkbaren Anschlages und einer Zugstange unmittelbar oder mittelbar gesenkt, d. h. in eine solche Lage gebracht, daß der von ihm festgehaltene Förderwagen weiterrollen kann.

5d (10). 508163, vom 3. 2. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Gustav Strunk in Essen-Bredeney. *Selbsttätige Bedienungsvorrichtung für Ablaufberge.*

Die Vorrichtung ist nach Art der mit einem Druckluftzylinder und durch diesen bewegten Stößeln versehenen Vorrichtungen zum Beschießen von Förderkörben ausgebildet. Die Umsteuerung des Arbeitszylinders wird durch dessen Kolbenstange bewirkt. Der Vorrichtung können in der Anrollstrecke des Ablaufberges angeordnete Sperrhebel für die anrollenden Wagen vorgeschaltet sein, die zu gegebener Zeit durch die Kolbenstange des Arbeitszylinders umgelegt werden. Auch läßt sich an der Wagensperre ein in die Druckluftleitung geschaltetes Ventil anordnen, das durch die gegen die Sperre stoßenden Wagen geöffnet wird.

5d (11). 508084, vom 3. 5. 27. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Walter Uhde in Linden (Ruhr). *Fahrbare Verladeeinrichtung mit Lade- und Kippschaukel.*

Die Schaufel wird durch zwei zueinander versetzte Kurbelpaare bewegt, die in gleichem Drehsinn umlaufen und mit Kurbelstangen unmittelbar an zwei schräg übereinanderliegenden Zapfenpaaren der Schaufel angreifen. Die untern Zapfenpaare sind in geradlinigen und parallel zur Einstichrichtung gerichteten Schlitzen der Schaufel geführt.

5d (11). 508164, vom 27. 1. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H. in Saarbrücken. *Gurtförderer, bei dem die Tragkonstruktion aus aneinander fügbaren Einzelteilen besteht.*

Die die Führungsrollen für den Gurt tragenden Einzelteile des Förderers sind durch Zwischenstücke miteinander verbunden, die unten eine Auflagefläche und oben eine Aufhängevorrichtung (Öse o. dgl.) haben. Die Förderer kann man daher auf Tragböcke setzen oder an der Streckenzimmerung aufhängen.

5d (14). 507905, vom 22. 11. 27. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Demag A. G. in Duisburg.

Schrapper zum Bergeversatz mit unten einwärts gebogenen Seitenwänden.

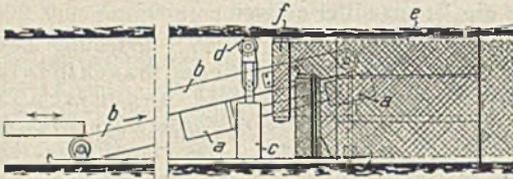
Die vordern Kanten des einwärts gebogenen untern Teiles der Seitenwände des Schrappers haben eine rammspornartige Spitze.

5d (14). 507906, vom 30. 11. 26. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Dr.-Ing. Arthur Gerke in Juliuschacht, Post Waldenburg (Schlesien). *Bergeversatzmaschine mit Querbeweglichkeit durch antreibbare Stützfüße.*

Am Auswerfende der Maschine ist ein Querträger so angebracht, daß er unter Abheben der Maschine vom Liegenden bis unter die Ebene der die Maschine tragenden Kufen gesenkt und gleichzeitig die Maschine durch ihn oder mit ihm um eine vordere Drehachse seitlich verschwenkt werden kann. Das Querstück kann eine Raupenkette sein.

5d (14). 507907, vom 5. 8. 27. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Albert Ilberg in Mörß-Hochstrab. *Einrichtung zum Feststampfen des Bergeversatzes.* Zus. z. Pat. 476968. Das Hauptpatent hat angefangen am 27. 11. 25.

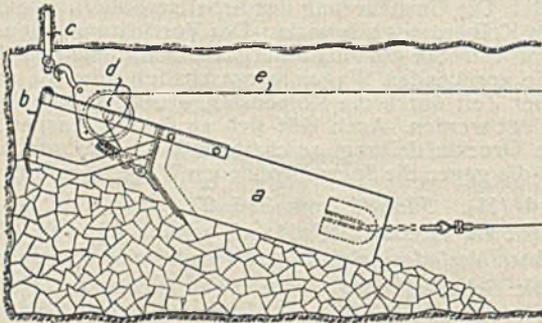
Das Abwurfende des die Stampfvorrichtung *a* tragenden Förderers *b* wird durch die Druckzylinder *c* getragen,



an deren Kolbenstangen der Förderer *b* aufgehängt ist. Auf den Kolbenstangen sind die sich unter die Firstlegenden Rollen *d* angebracht. Ferner sind seitlich an dem Förderer das Zusatzverzugsschild *e* und die Rolle *f* mit Verzugdraht gelagert, den man über die volle Höhe des Flözes ziehen kann.

5d (14). 507908, vom 18. 5. 29. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Preußische Bergwerks- und Hütten-A.G., Zweigniederlassung Salz- und Braunkohlenwerke, Abteilung Kaliwerke Staßfurt in Staßfurt. *Schrapperkasten.*

An dem dem wegzufüllenden Haufwerk zugekehrten Ende des Kastens *a* ist der Rechen *b* von der Höhe des



Kastens befestigt, der so weit über die Kastenstirnwand hinausragt, daß er bei der hintersten Lage des Kastens den Teil des Haufwerkes erfaßt, der hinter der Stelle *c* liegt, an der die Umkehrrolle *d* für das Schrapperseil *e* befestigt ist.

5d (14). 507909, vom 2. 8. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. August Weustenfeld in Wanne-Eickel. *Bergeversatzmaschine mit einem vorgeschalteten Sammel- oder Ausgleichbehälter für die Berge.* Zus. z. Pat. 483773. Das Hauptpatent hat angefangen am 30. 12. 27.

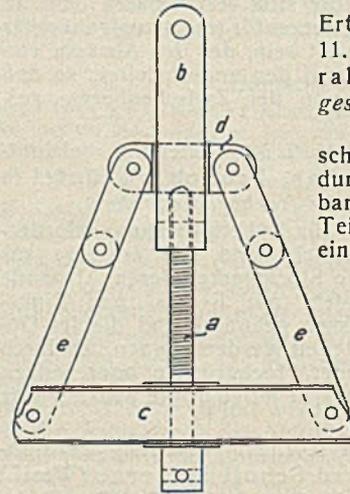
Der Boden des Behälters kann so mit dem zwangsläufig hin- und herbewegten, in Stampfer und Zubringeschieber unterteilten Austragmittel gekuppelt werden, daß er durch das Austragmittel gegen Ende von dessen Rückwärtsbewegung geöffnet und zu Beginn der Vorwärtsbewegung geschlossen wird.

5d (14). 508085, vom 5. 8. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Adolf Stritzker in Watten-scheid. *In der Schüttelrutsche gleitend verlagerte und durch Preßluftkolben betätigte Bergeversatzmaschine mit periodischer Wurfbewegung.* Zus. z. Pat. 468011. Das Hauptpatent hat angefangen am 24. 12. 27.

Das Verschlußblech, das im Augenblick des Schleuderns ein Festsetzen der Berge unter dem hochgeklappten Trog verhindert, ist an der Stelle, an der die Berge in den Trog treten, an dem Zubringerfördermittel so gelenkig befestigt, daß es von dem werfenden Trog hochgeklappt wird und die Bergezufuhr im Augenblick des Werfens verhindert.

35a (9). 508336, vom 5. 12. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Heinrich Becker und Heinrich Klüpfel in Düsseldorf. *Wagenaufschiebevorrichtung mit Antrieb durch Umlaufrädergetriebe.* Zus. z. Pat. 482379. Das Hauptpatent hat angefangen am 14. 7. 27.

An der den Stößelwagen bewegenden Seiltrommel sind auf beiden Stirnwänden die umlaufenden Räder von zwei zu beiden Seiten der Trommel angeordneten Umlaufrädergetrieben gelagert. Auf der gemeinsamen, zwangsläufig angetriebenen Welle läuft die Trommel lose. Das äußere, mit Innenverzahnung versehene, auf der gemeinsamen Welle der Sonnenräder beider Getriebe frei drehbare Rad der beiden Umlaufrädergetriebe ist als Brems-scheibe ausgebildet. Die Bremsbänder beider Brems-scheiben können zwecks Antriebs der Trommel in verschiedener Richtung abwechselnd mit einem Handhebel angezogen werden.

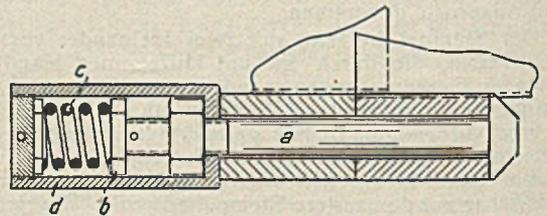


35a (9). 508338, vom 31. 8. 28. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Heinrich Klein-rahm in Duisburg. *Zwischengeschirr für Förderkörbe.*

Die Königstange des Geschirres besteht aus den zwei durch Verschraubung einstellbar miteinander verbundenen Teilen *a* und *b*, von denen der eine gegenüber dem Förderkorb *c* drehbar ist. Der untere Teil *a* ist gegen eine achsrechte Verschiebung gegenüber dem Förderkorb *c* gesichert und trägt das in einem Längsschlitz des oberen Teiles geführte Querhaupt *d*, an dem die an den Förderkorb angreifenden Notketten *e* befestigt sind.

81e (57). 508306, vom 17. 12. 29. Erteilung bekanntgemacht am 11. 9. 30. Hugo Klerner in Gelsenkirchen. *Einrichtung zum Verhüten des selbsttätigen LöSENS der Muttern an Schraubenverbindungen von Schüttelrutschen.* Zus. z. Pat. 495931. Das Hauptpatent hat angefangen am 25. 9. 28.

Die Mutter, die bei dem Hauptpatent auf das Ende der Verbindungskopfschraube *a* geschraubt ist, ist hier



durch die an der Stirnfläche der Schraube anliegende Scheibe *b* ersetzt, auf die sich die Schraubenfeder *c* stützt, für die der Deckel des die Mutter und die Scheibe umgebenden Gehäuses *d* die Gegenlage bildet.

BÜCHERSCHAU.

Flammen und Funken beim Schießen. Von Bergassessor Dr.-Ing. ch. Beyling und Bergassessor Schultze-Rhonhof. (Berichte der Versuchsgrubengesellschaft, H. 2.) 94 S. mit 259 Abb. im Text und auf 40 Taf. in einem Beiheft. Gelsenkirchen 1930, Carl Bertenburg.

Das erste Heft dieser Berichte enthielt eine eingehende Beschreibung der Versuchsgrube Hibernia bei Gelsenkirchen. Die folgenden Hefte sollen der Wiedergabe von Versuchsergebnissen gewidmet sein, und zwar handelt es sich zunächst um Versuche zur Beantwortung der Frage, ob auch bei einwandfreier Beschaffenheit der zugelassenen Wettersprengstoffe und Zündmittel und bei einer Ausübung der Schießarbeit, wie sie als sachgemäß und ungefährlich gilt, noch Explosionen von Schlagwettern und Kohlenstaub vorkommen können. Hier sind im Gegensatz zu den meisten andern Explosionsursachen noch manche Zweifel vorhanden. Im vorliegenden zweiten Heft werden die Ergebnisse von mehr als 1000 zu diesem Zwecke mit großer Umsicht und Sorgfalt ausgeführten Schießversuchen mitgeteilt, die allgemein zur Klärung der Teilfrage dienen sollen, welche Umstände überhaupt auf die Flammen- und Funkenbildung beim Schießen von Einfluß sind. Von den Ergebnissen, von denen die erstgenannten für Schüsse ohne Besatz gelten, seien folgende kurz mitgeteilt. 1. Die Größe der Schußflamme hängt in erster Linie von der Art der Sprengstoffe ab. 2. Bei Wettersprengstoffen wird die Größe der Schußflamme im wesentlichen durch die Lage der Schlagpatrone in der Ladung sowie durch die Länge des freien Bohrlochraumes vor der Ladung bestimmt. 3. Es ist möglich, jeden Schuß im Grubenbetriebe, sei es mit Wetter- oder Gesteinsprengstoff, so zu sichern, daß vor dem Bohrloch weder Flammen noch Funken auftreten. Für diese Sicherung genügt bei Wettersprengstoffen bereits ein 10 cm langer Letten- oder Herdemertenbesatz, gleichgültig, wie groß die Lademenge ist. Bei Gesteinsprengstoffen werden dagegen größere Besatzmengen benötigt. Ein unbedingtes Erfordernis für den Besatz ist, daß er den Bohrlochquerschnitt ausfüllt und das Bohrloch vollständig abdichtet, eine Voraussetzung, welcher der Gesteinstaubschlauchbesatz nicht genügt. Außer einwandfreiem Besatz ist die Verwendung von Sprengkapseln mit Kupferhülsen und von wettersicheren Zündern mit Kupferdrähten erforderlich.

Eine weitere Frage ist, inwieweit die Flammen und Funken gefährlich sind, und ob die Mittel, die zu ihrer Vermeidung dienen, genügen, um Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen zu verhüten. Hierüber will ein weiteres Heft berichten, dessen Erscheinen mit Spannung erwartet werden kann. C. H. Fritzsche.

Die Ventilatoren. Berechnung, Entwurf und Anwendung.

Von Dr. sc. techn. E. Wiesmann, Ingenieur. 2., verb. und erw. Aufl. 309 S. mit 227 Abb. Berlin 1930, Julius Springer. Preis geb. 24 *Ab.*

Der Umfang des Buches hat sich gegenüber der ersten Auflage¹ zunächst durch die Aufnahme der Meßverfahren nach den Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, ferner durch den Ausbau der Abschnitte über Schaufelform, Gehäuse, Entwurf, Prüfung und Reglung der Ventilatoren vergrößert. Einige Abschnitte sind jedoch zu kurz, z. B. Messungen bei Prüfungs- und Leistungsversuchen. Die Krellsche Stauscheibe, über die der Verfasser selbst sagt, sie sei durch das Pitotrohr verdrängt worden, und das Kontrabrometer könnten fehlen, dafür sollte aber das Stoskop für unmittelbare Druckmessungen in Stollen und Gruben Erwähnung finden. Minimometer und andere Meßgeräte zur Messung der vom Ventilator auf dem Prüfstand erzeugten Drücke sind unberücksichtigt geblieben. Für die Behandlung der Strömungsvorgänge bei Stoffen von verschiedener Zähig-

keit ist die eingehende Behandlung des Reynoldsschen Ähnlichkeitsgesetzes heute unerläßlich und für eine Neuauflage dringend zu wünschen. Bei den Schraubenventilatoren empfiehlt der Verfasser auf Seite 209 einen »großen Nabendurchmesser mit spitzem Einlauf, um Stöße zu vermeiden«. Der spitze Einlauf ist heute nach dem Vorbild an Zepelin-Luftschiffen durch paraboloidische große Nebenverhüllung mit Vorteil ersetzt worden.

Für den zweiten Teil »Ventilatoren« wäre ein klarer Aufbau wünschenswert. Im ersten Abschnitt »Entwicklung der Ventilatoren« ist der Schraubenventilator überhaupt nicht erwähnt; wäre dies geschehen, so müßte der zweite Abschnitt »Theorie der Kreisventilatoren« und der dritte »Theorie der Schraubenventilatoren« überschrieben werden. Außerdem würden dann alle in diesen Abschnitten enthaltenen rein technischen Angaben, z. B. Kupplung der Ventilatoren und Antriebsmaschinen, in den vierten Abschnitt »Ausgeführte Ventilatoranlagen« zu übernehmen sein, während geschichtliche Angaben, z. B. auf Seite 200 ff., in den ersten Abschnitt gehören und aus »Prüfung der Ventilatoren« mit den zugehörigen Beispielen ein neuer Abschnitt zu bilden wäre.

Eine sehr wertvolle Erweiterung hat das Buch durch einen von Professor Ostertag in Winterthur verfaßten Schlußabschnitt »Festigkeitsberechnungen des Laufrades« erfahren, die besonders dem Konstrukteur von Ventilatoren willkommen sein wird.

Meinem in der Besprechung der ersten Auflage gemachten Vorschlage, künftig Ventilatoren für Feuerungstechnik und Reglung von Druck oder Menge der geförderten Gase zu behandeln, hat der Verfasser leider nicht entsprochen. Die Betriebsführung großer Feuerungsanlagen kann aber diese Hilfsmittel nicht entbehren, deshalb sei der damalige Vorschlag als ein heute dringendes Erfordernis wiederholt. Die Zusammenstellung des vortrefflichen, aber zerstreuten Schrifttums würde von einem großen Leserkreise begrüßt werden. Stach.

Technical Data on Fuel. Edited by H. M. Spiers, M. A., B. Sc., F. J. C. (Research Section, The Woodall-Duckham Companies). Second Edition. 242 S. mit 41 Abb. London 1930, Published by The British National Committee, World Power Conference. Preis geb. 12,50 *Ab.*

Dieses Werk ist eine Sammlung von Konstanten, Gleichungen und sonstigen Unterlagen, die in der Brennstofftechnik im weitesten Sinne gebraucht werden. Die Herausgeber haben ihre Quellen hauptsächlich im englischen und amerikanischen Schrifttum gesucht, aber auch deutsche Angaben sind verwertet worden. Der Inhalt ist in zweckmäßiger Weise in einer Reihe von Abschnitten sachlich geordnet, so daß sich eine gute Übersicht ergibt.

Der Abschnitt »Allgemeines« (General Information) enthält in erster Linie Zahlentafeln meßtechnischen Inhaltes mit Erläuterungen, aus denen die Angaben über die Messung hoher Temperaturen hervorgehoben zu werden verdienen. Über die Eigenschaften (Dichte, Feuchtigkeit, Abweichungen vom Boyleschen Gesetz) gibt der Abschnitt »Luft, Wasser und Gase« (Air, Water and Gases) Auskunft. Der Abschnitt »Spezifische Wärme« (Specific Heat) enthält Zahlentafeln über die spezifischen Wärmen von Wasser, Gasen und Destillationsprodukten des Erdöls und der Kohle sowie von feuerfesten Steinen, Eisenoxyden und Schlacken. In dem Abschnitt »Dampf und Kälteträger« (Steam and Refrigerants) werden Dampftafeln für Wasserdampf sowie für die in der Kältetechnik gebrauchten Dämpfe von Ammoniak, Kohlendioxyd, Schwefeldioxyd, Methylchlorid, Äthylchlorid, Äthan, Propan, Butan und Isobutan wiedergegeben. Der Abschnitt »Wärmeleitfähigkeit und Wärmeübertragung« (Thermal Conductivity and Heat Transfer) bringt Tafeln über die Wärmeleitfähigkeiten der wichtigsten gasförmigen, flüssigen und festen Stoffe

sowie Erläuterungen über den Wärmeübergang durch Strahlung und Berührung. Der Abschnitt »Metalle und Legierungen« (Metals and Alloys) enthält Tafeln über alle wichtigen mechanischen und thermischen Eigenschaften der Metalle und ihrer Legierungen. Die Eigenschaften feuerfester Steine, soweit sie nicht oben schon behandelt worden sind, bilden den Inhalt des Abschnittes »Feuerfeste Steine« (Refractories).

Die eigentlichen Brennstoffe werden in 4 Abschnitten besprochen, von denen der erste, »Brennstoffe — allgemeine Einleitung« (Fuel — General Introduction), die Wärmeeinheiten, Heizwerte, Eichung der Kalorimeter und die Berechnung von Flammentemperaturen nach einem besonders schaubildlichen Verfahren erörtert. Der zweite, dritte und vierte geben die wichtigsten Eigenschaften der Brennstoffe in der Reihenfolge wieder: »Gasförmige Brennstoffe« (Gaseous Fuels), »Flüssige Brennstoffe« (Liquid Fuels) und »Feste Brennstoffe« (Solid Fuels). Der letzte Abschnitt ist den »Schornsteinverlusten« (Stack Losses) ge-

widmet, wobei auch wieder gute Schaubilder Verwendung finden.

Ein Literaturverzeichnis und ein Sachverzeichnis vervollständigen das Werk.

Besondern Wert haben die Verfasser darauf gelegt, das Buch auch dort verwendbar zu machen, wo nicht im englischen, sondern im metrischen Maßsystem gerechnet wird. Eine ganze Reihe von Tafeln sind dementsprechend doppelt vorhanden, bei allen andern sind wenigstens die Umrechnungszahlen angegeben. Für den, der mit den Tafeln arbeiten will, sei jedoch bemerkt, daß sich die Umrechnungszahlen fast überall auf das CGS-System beziehen, während wir gewohnt sind, in der Wärmelehre mit mkgh zu rechnen.

Das Buch bietet die in der Wärmetechnik benötigten Zahlen und Gleichungen, die man im allgemeinen nur weit verstreut findet, in einer sehr guten und vollständigen Zusammenstellung.
W. Schultes.

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U.

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 34–38 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Limonite types derived from bornite and tetrahedrite. Von Blanchard und Boswell. Econ. Geol. Bd. 25. 1930. H. 6. S. 557/80. Mineralogische Beschreibung der Kupfererze Bornit und Tetrahedrit. Arten des Vorkommens. Chemische Betrachtungen.

The texture and origin of some banded or schistose sulphide ores. Von Newhouse und Flaherty. Econ. Geol. Bd. 25. 1930. H. 6. S. 600/20*. Mineralogische Untersuchung des Gefüges von einigen sulfidischen Erzen. Rekrystallisation und Formveränderungen. Untersuchung von Rammelsberg-Erzen.

Spores and the correlation of seams. Von Slater und andern. Coll. Guard. Bd. 141. 26. 9. 30. S. 1132/3*. Die Bedeutung der Sporen für den Altersvergleich von Flözen.

An account of the geology of the Cefn Coed sinkings. Von Ware. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 4. S. 453/501*. Ausführliche Darstellung des Schichtenprofils. Die tierischen Versteinerungen. Marine Schichten. Die Flora. Wiedergabe der Aussprache.

Geological history of the Bristol Channel region. Von Jones. Coll. Guard. Bd. 141. 26. 9. 30. S. 1164/6. Der geologische Werdegang der Umgebung des Bristol-Kanals. Das alte Gebirge. Die Bildung der mesozoischen Ablagerungen. (Forts. f.)

Aperçu général sur la constitution géologique de l'Algérie. Von Savornin. Rev. ind. min. H. 234. 15. 9. 30. Teil 1. S. 419/21. Kurze Erläuterung einer geologischen Karte in Mehrfarbendruck.

Diaclases et failles ou essai sur la détermination des lois qui régissent leur répartition dans les terrains sédimentaires plissés. Von Cordebas. Rev. ind. min. H. 234. 15. 9. 30. Teil 1. S. 423/34*. Versuch einer Erklärung für die Entstehung der Schichten und Klüfte in den Gesteinen.

Bergwesen.

Untersuchungen über die Empfindlichkeit der Abbaugroßbetriebe in flacher Lagerung unter besonderer Berücksichtigung der Bergesversatzwirtschaft. Von Jericho. Glückauf. Bd. 66. 4. 10. 30. S. 1317/24*. Der gegenwärtige Stand der Mechanisierung und Betriebszusammenfassung. Betriebsführung in den untersuchten Großbetrieben. Verlustquellen. Einfluß der Betriebsstörungen auf die Betriebswirtschaft bei verschieden großer Leistung der Betriebe. Beispiele für die Auswirkungen von Förderausfällen. (Forts. f.)

Étude sur la perforation pneumatique à la mine Fernand. Von Quiévreux. Bull. Mulhouse. Bd. 96.

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

1930. H. 7. S. 526/39*. Untersuchungen über den Einfluß der Gesteinhärte, der Lage des Bohrloches, der Gestalt des Bohrermeißels, des Bohrhammers und des Preßluftdruckes auf die Leistungsfähigkeit von Druckluftbohrhämmern.

Arbeiten der Chemisch-Technischen Reichsanstalt, Abteilung für Sprengstoffe, über Unfallverhütung im Bergbau. Reichsarb. Bd. 10. 15. 8. 30. S. III 165/6. Versuche mit Gelatinedynamit, schwer gefrierbaren Wettersprengstoffen und Chloratit 3. Prüfung von Sprengkapseln. Vorzeitige Explosion des Sprengstoffes im Bohrloch durch die adiabatische Verdichtung der Luft. Optische Messungen explosibler Vorgänge. Beitrag zur Berechnung der Explosionstemperatur von Sprengstoffen. Verfahren zum schnellen Nachweis von Kohlenoxyd. Quantitative Bestimmung von kleinen Mengen Kohlenoxyd.

Die Sprengarbeit im Braunkohlentiefbau. Von Borchers. Z. Schieß Sprengst. Bd. 23. 1930. H. 9. S. 358/60*. Herstellung der Bohrlöcher mit elektrischen Antriebsbohrmaschinen. Bessere Anordnung der Bohrlöcher. Sorgfältige Beobachtung der Sprengergebnisse.

Beitrag zur Theorie der Mine. Von Weinig. (Schluß.) Z. Schieß Sprengst. Bd. 25. 1930. H. 9. S. 360/3*. Ermittlung der Stromfunktion einer Mine in der Mitte zweier paralleler Oberflächen sowie in begrenzter Wassertiefe. Die Minenfontäne im Anfangszustand. Stoßdruckverteilung an einer festen Wand. Möglichkeit von Modellversuchen.

Roof control in the South Wales coalfield. Von Jenkins. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 3. S. 221/54*. H. 4. S. 257/309*. Erörterung der Schwierigkeiten. Nachgiebige Stahlstempel, ihre Anwendungs- und Wirkungsweise. Ausbauverfahren im Abbau. Die Äußerung des Gebirgsdruckes hinter der Abbaufont. Wiedergabe der Aussprache. Mitteilung von Betriebserfahrungen.

Steel arches and steel props for underground support. Von James. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 3. S. 145/220*. Ausführungsweise und Bewährung des Stahlbogensausbaus in Hauptförderstrecken und Abbauförderstrecken. Überwachung des Hangenden. Die verschiedenen Arten von Stahlstempeln, ihre Verwendungsweise und Bewährung. Wiedergabe der Aussprache.

The support of underground workings in the coalfields of the North of England. (Forts.) Coll. Guard. Bd. 141. 26. 9. 30. S. 1126/8*. Iron Coal Tr. Rev. Bd. 121. 26. 9. 30. S. 460/1 und 468. Der Ausbau der seitlichen Stöße. Das Rauben des Ausbaus. Ausbau der Förderwege. (Forts. f.)

Le chargement mécanique au chantier; essais effectués dans les mines de fer de l'Est de la France. Von Duruy. Ann. Fr. Bd. 17. 1930. H. 5. S. 173/202*. Betriebsergebnisse unter Verwendung von Lademaschinen. Bericht über die mit Maschinen verschie-

dener Bauart erzielten Versuchsergebnisse. Allgemeine Folgerungen.

Neuzeitliche Fördereinrichtungen im Bergbau und Hüttenbetrieb. Von Netz. (Schluß.) Förder-techn. Bd. 23. 26. 9. 30. S. 396/400. Verschiedene Bauarten von verfahrenbaren Rollgängen. Blockkant- und Verschiebevorrichtungen. Drahtspindel. Förderbandöfen.

The initiation of coal dust explosions by gas explosions. Von Rice, Greenwald und Howarth. Coll. Guard. Bd. 141. 26. 9. 30. S. 1124/5*. Bericht über die in einer britischen Versuchsstrecke angestellten Versuche zur Ermittlung des Einflusses einer Gasexplosion auf die Auslösung einer Kohlenstaubexplosion.

Entstehung und Bekämpfung der Kohlen-säureausbrüche im niederschlesischen Steinkohlenrevier. Von Rademacher. Techn. Bl. Bd. 20. 28. 9. 30. S. 816/8*. Die geologischen Verhältnisse des Bezirks. Ursprung der Kohlen-säure. Chemische und physikalische Vorgänge bei Kohlen-säureausbrüchen. Bergmännische Maßnahmen zur Bekämpfung der von ihnen drohenden Gefahr.

Observations on miners' nystagmus and mine environment. Von Lane. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 4. S. 503/653*. Ausführliche Abhandlung über das Augenzittern der Bergleute. Statistische Angaben über die Häufigkeit der Krankheit im englischen Bergbau. Einfluß des Alters auf Zahl und Schwere der Erkrankungen. Einfluß der Jahreszeit, Teufe, Haltung des Bergmanns bei der Arbeit, Sauerstoffaufnahme und Gasentwicklung der Kohle, Zusammensetzung der Grubenluft, Wettermenge und Beleuchtung. Das Ergebnis von Sonderuntersuchungen auf zwei Gruben. Aussprache.

Pneumatic coal cleaning and pulverised fuel boiler plant at Horden Colliery. Von Futers. Coll. Guard. Bd. 141. 26. 9. 30. S. 1119/22*. Iron Coal Tr. Rev. Bd. 121. 26. 9. 30. S. 453/6*. Beschreibung des Gesamtaufbaues und bemerkenswerter Einzelheiten einer neuen Anlage zur pneumatischen Aufbereitung der Kohle. Die Kesselanlage.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Zusammenhänge zwischen Feuerraum, Feuerraumtemperatur, Verbrennungsvorgang und Wirkungsgrad. Von Marcard. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. S. 714/26*. Untersuchung der mittlern Feuerraumtemperatur und deren Einfluß auf die Feuerraumgestaltung und den Verbrennungsvorgang. Mitteilung von einfachen Verfahren zur Ermittlung der im Feuerraum durch Strahlung übertragenen Wärmemengen. Betrachtung des Wirkungsgrades an Hand der verschiedenen Verluste.

Fortschritte im Kesselbau für kleinere und mittlere Kessel. Von Schulze. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. S. 727/9*. Vorherrschen der kleinen und mittelgroßen Kesselanlagen. Versuchsergebnisse mit einer neuen Kesselbauart, die einen guten Wirkungsgrad und hohe Leistung erreicht.

Untersuchungen an Sektionalkesseln. Von Friedewald. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. S. 736/9*. Ergebnisse der über einen weiten Lastbereich durchgeführten Abnahmeversuche an zwei größeren mit Wanderrostfeuerungen ausgestatteten Sektionalkesseln. Ermittlung der Gas- und Dampftemperaturen.

Hochdruckdampf und wirtschaftlichster Dampfdruck. Von Frantz. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. S. 740/5*. Eigenschaften des Hochdruckdampfes. Anzapf-wärmung. Hochdruckkessel. Wirkungsgrad und Wirtschaftlichkeit von Hochdruckdampf.

Der Wasserumlauf in Dampfkesseln. Von Berner. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. S. 732/5*. Selbstverdampfung und Dampfverteilung. Schwingung, Wärmeübergang und Kühlwirkung. (Schluß f.)

Verfahren zur Entgasung des Speisewassers. Von Hofer. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. S. 752/6*. Notwendigkeit der Entgasung des Speisewassers. Besprechung der thermischen und Vakuumentgasung. Wichtigkeit einer regelmäßigen Überwachung des Sauerstoffgehaltes des Speisewassers.

Die anorganischen Bestandteile der Brennstoffe und ihre Bedeutung für die neuzeitliche Feuerungstechnik. Von Reerink und Baum. Wärme. Bd. 53. 27. 9. 30. 746/51*. Das Verfahren von Bunte und Baum zur Aufnahme von Schmelzlinien. Die dadurch ge-

wonnenen Erkenntnisse. Eisenoxyd als wichtigster Bestandteil der Steinkohlenasche. (Schluß f.)

Steam storage in its relation to the peak load problem in industrial steam plant. Von Ritchie. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 2. S. 69/89*. H. 3. S. 105/43*. Grenzen der Leistungsfähigkeit von Kesselanlagen. Einfluß schwankenden Dampfdruckes. Dampfspeicherung nach Ruths. Andere Arten der Wärmespeicherung. Praktische Anwendung auf Bergwerke und Hütten. Wiedergabe der Aussprache.

The economiser; some recent developments, with experimental data and conclusions. Von Tansley und Kubalek. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 2. S. 51/67*. H. 3. S. 96/105. Wiedergabe der Aussprache zu dem Vortrag.

Elektrotechnik.

Elektrische Widerstandsöfen. Von Knoop. Elektr. Wirtsch. Bd. 29. 1930. H. 516. S. 465/73*. Bedeutung elektrowärmetechnischer Anschlüsse für die Elektrizitätswerke. Beschreibung der hauptsächlichsten Widerstandsöfen und ihrer Verwendung für Schmelzen, Glühen und Erwärmen, Härten, Brennen und Trocknen. Günstige Einwirkung von Widerstandsöfen auf die Stromversorgung.

Die Wirtschaftlichkeit elektrischer Widerstandsöfen vom Standpunkt des Stromerzeugers und des Stromverbrauchers. Von Paschke. Elektr. Wirtsch. Bd. 29. 1930. H. 516. S. 474/9*. Elektrowärmeabsatz vom Standpunkt des Stromerzeugers. Höhe des Stromverbrauchs. Ausgleich der Belastungskurve. Wirtschaftlichkeit von Elektroöfen vom Standpunkt des Benutzers aus. Wärme- und Nebenkosten. Vergleich von elektrischen Öfen auf Grund der unmittelbaren Kennzahlen.

Hüttenwesen.

High-frequency steel furnaces. Von Campbell. Iron Coal Tr. Rev. Bd. 121. 26. 9. 30. S. 458/9*. Die Betriebsweise neuzeitlicher Hochfrequenz-Stahlöfen. Das Raffinieren von Stahl. Betriebsergebnisse.

Bericht über die Tätigkeit des Vereins deutscher Eisengießereien im Jahre 1929/30. Gieß. Bd. 17. 26. 9. 30. S. 941/53. Besprechung der wirtschaftlichen Lage und ihrer Auswirkung auf die Eisengießereien. Tätigkeit der Fachausschüsse. Fortschritte der Normung.

Chemische Technologie.

Beseitigung von Naphthalinlösungen mit gleichzeitigem Schutz der Rohrleitungen gegen Innenkorrosion. Von Schuster. Glückauf. Bd. 66. 4. 10. 30. S. 1334/6*. Beschreibung des Tetralinverfahrens. Seine praktische Durchführung im Betrieb und seine Vorzüge.

Die Umwandlung des Methans in Azetylen. Von Peters. Z. angew. Chem. Bd. 43. 27. 9. 30. S. 855/60. Kennzeichnung der Reaktion und der theoretischen Grundlagen. Beschreibung der neuerdings entwickelten praktischen Verfahren, die möglicherweise in nicht zu ferner Zeit mit dem Karbidverfahren in Wettbewerb treten werden.

Über die Eigenschaften der Nitroglycerin-Isomere. Von Derschowitz und Andrew. Z. Schieß Sprengst. Bd. 25. 1930. H. 9. S. 353/6*. Detonationsgeschwindigkeit und Brisanz. Mitteilung neuer Versuchsergebnisse. (Schluß f.)

Über einen neuen Ölzähigkeitsmesser. Von Schaffer. Petroleum. Bd. 26. 24. 9. 30. S. 4/8*. Bauart und Anwendung des Tropfenviskosimeters nach Schaffer. Eichung der Kapillare. Praktische Hinweise.

Schmiermittel. Von Walther und Walder. Petroleum. Bd. 26. 24. 9. 30. S. 975/82. Anforderungen an Schmiermittel. Grundlagen für ihre Beurteilung. Sonderverfahren zur Herstellung von Schmiermitteln. Kennzeichnung der verschiedenen Arten. Wiederbelebung von gebrauchten Ölen.

Fortschritte auf feuerfestem Gebiete in England im Jahre 1929. Von Steger. Feuerfest. Bd. 6. 1930. H. 9. S. 129/33*. Trockenrisse in Schamottesteinen. Zersetzung des Kohlenoxyds an feuerfesten Stoffen. Ersatz des Quarzitmehls in Silikarohmischungen durch Quarzsand. Vergleichende Prüfung von kalk- und tongebundenen Silikasteinen in Industrieöfen. Feuerfeste Steine für Wärmespeicher, Gaswerke usw. Feuerfester Mörtel.

Silica refractories for coke ovens. Von Richards. Proc. S. Wal. Inst. Bd. 46. 1930. H. 2. S. 30/51. Wiedergabe der Aussprache zu dem Vortrag von Richards.

Chemie und Physik.

Mechanical analyses of sediments by centrifuge. Von Trask. Econ. Geol. Bd. 25. 1930. H. 6. S. 581/99*. Beschreibung des Verfahrens. Theoretische Betrachtungen. Erläuterung des Verfahrens an einem Beispiel. Vorteile.

Gesetzgebung und Verwaltung.

Das Zielschiff; Betrachtungen zum Direktionsprinzip im Bergbau. Von Winkler. Ruhr Rhein. Bd. 11. 29. 8. 30. S. 1150/2. Bergwerksindustrie als Zielschiff. Polizeiliche Aufsicht der Bergbehörden nach dem Allgemeinen Berggesetz. Heutige Führung des Betriebes bei den Behörden. Betriebsplan. Sonderbetriebspläne über Einzelheiten. Die noch vorhandene Selbständigkeit. Verantwortlichkeit.

Die Neuorganisation der Sowjetindustrie. Von Zienau. Ruhr Rhein. Bd. 11. 26. 9. 30. S. 1281/3. Leistungen der Industrialisierung. Produktionseffekt. Industrielle Verwaltungs- und Produktionsorganisation. Neuorganisation der Industrieverwaltung. Vereinfachung der Organisation. Einheitliche Befehlsgewalt.

Wirtschaft und Statistik.

Statistische Mitteilungen über die beim Bergbau Preußens im Jahre 1929 gezahlten Arbeitslöhne. Z. B. H. S. Wes. Bd. 78. 1930. Stat. H. 3. S. 93/131. Übersicht über die nach Arbeitergruppen geordneten Löhne in den einzelnen Bergbaubezirken.

Untersuchungen zur Struktur des rheinisch-westfälischen Industriebezirks. Von Däbritz. Ruhr Rhein. Bd. 11. 29. 8. 30. S. 1146/50. 12. 9. 30. S. 1209/17. Berufliche Gliederung. Betriebliche Gliederung. Industrie und Handwerk, Produktionsmittel- und Verbrauchsgüterindustrien, beschäftigte Personen und Kraftmaschinenleistung. Soziale Gliederung. Bevölkerungsdichte, Geburten, Sterblichkeit, Eheschließungen. Geschlechtergliederung. Altersaufbau, Wanderbewegung.

Die Geschichte des Ruhrkampfes. Von Matthiass. Arbeitgeber. Bd. 20. 1. 9. 30. S. 491/3. Besprechung des 3. und 4. Bandes des Werkes »12 Jahre Ruhrbergbau« von Spethmann.

Das niederrheinisch-westfälische Industriegebiet im Lichte der Statistik. Von Bohley. Ruhr Rhein. Bd. 11. 19. 9. 30. S. 1246/8. Bedeutung der Statistik. Ein- und Umgemeindungen. Gesamtfläche der Gemeinden. Bevölkerungsbewegung. Gewerbestatistik. Schwerindustrie. Andere Industrien. Baugewerbe. Verkehr. Preis- und Lohnstatistiken. Arbeitsmarkt. Konkurrenz und Vergleichsverfahren. Geld- und Kreditwesen. Finanzstatistik.

Die Struktur der rheinischen Landwirtschaft. Von Zitzen. Ruhr Rhein. Bd. 11. 15. 8. 30. S. 1078/81. Größe und Zahl der Betriebe. Erb- und Besitzverhältnisse. Bodenverhältnisse. Anbauflächen. Viehwirtschaft. Weinbau. Waldbau. Personalfragen. Verwendung von Maschinen. Verkehrslage und Verhältnis zu Industrie und Handel.

Deutschland als Metallverbraucher und Metallproduzent. Von Marcus. Intern. Bergwirtsch. Bd. 23. 30. 9. 30. S. 293/7. Besprechung der Gründe für den Rückgang des Verbrauches an Nichteisenmetallen. Entwicklung und Aussichten der deutschen Metallhüttenindustrie.

Die Entwicklung des Bergbaus und der Eisenindustrie in der Tschechoslowakei. Von Kothny. Intern. Bergwirtsch. Bd. 23. 30. 9. 30. S. 287/93*. Größe und Verteilung der Kohlenvorräte. Entwicklung des Kohlenbergbaus und der Eisenindustrie an Hand von statistischen Angaben. Fortschritte in der innern und äußern Organisation.

Zur industriellen Entwicklung Sowjetrußlands. Von Berkenkopf. Jahrb. Schmoller. Bd. 54. 1930. H. 4. S. 1/56. Die industrielle Entwicklung bis zum Inkrafttreten des Fünfjahresplanes. Bisherige Erfüllung des Plans. Die Gestaltung der Selbstkosten als qualitativer Faktor. Das Gesamtsystem der Finanzierung unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Zusammenfassung und Ausblick.

Der Unternehmer in der produktivistischen Wirtschaft; die neuen Wege der faschistischen Wirtschaftsordnung. Von Reupke. Ruhr Rhein. Bd. 11. 12. 9. 30. S. 1205/8. Produktivistisches Prinzip und Interventionismus. Vorbedingungen einer interventionistischen Wirtschaft. Unternehmer und korporative Wirtschaft. Eigentum und Privatinitiative. Unternehmer und Arbeiterschaft. Unternehmer und Kapital.

Reallohnentwicklung bei Nominallohnsenkung. Von Wedemeyer. Ruhr Rhein. Bd. 11. 26. 9. 30. S. 1276/7. Der Reallohn der Beschäftigten. Reallohnsteigerung der Gesamtarbeitnehmerschaft.

Die Elektrifizierung Südosteuropas. Von Meyer. Ruhr Rhein. Bd. 11. 15. 8. 30. S. 1088/90. Der Anteil des Auslandskapitals in den Elektroindustrien von Griechenland, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Jugoslawien, der Tschechoslowakei und der Türkei.

Krankenkassentage. Von Vormann. Ruhr Rhein. Bd. 11. 19. 9. 30. S. 1249/51. Krankenkassenverbände. Tagungen. Rationalisierung des Versammlungswesens. Vertretung der Arbeitgeber. Aufgabe der Verbände. Notverordnung. Neuwahlen.

Revision des neuen Planes. Ruhr Rhein. Bd. 11. 29. 8. 30. S. 1143/6. Strukturwandlung der Weltwirtschaft und Reparationsfrage. Reparationsproblem nicht nur eine Aufgabe Deutschlands. Gebot einer aktiven Reparationspolitik des Reichs. Endreglung des Reparationsproblems. Schuldennachlaß seitens Amerikas. Möglichkeiten. Moratorium. Pflicht Deutschlands zu einer schnellen Ordnung seiner Wirtschaft und Finanzen.

Vom Sinn und Wert der Sozialpolitik. Von Briefs. Ruhr Rhein. Bd. 11. 12. 9. 30. S. 1217/20. Motivischer, wirtschaftlicher und Zweck-Sinn. Zweck einer zum System ausgereiften Sozialpolitik. Widersprechende Lösungen nach der Weltanschauung. Zentrale Begründung im Rahmen einer individualistisch-kapitalistischen Ordnung. Historische Sozialpolitik. Sozialpolitik und Wirtschaft.

Deutschlands Kohlenhandelsbilanz im 1. Halbjahr 1930. Von Müllers. Ruhr Rhein. Bd. 11. 22. 8. 30. S. 1117/9. Verschlechterung der Lage am Weltkohlenmarkt. Verminderung der Kohleneinfuhr. Steinkohlenausfuhr. Scharfer Rückgang der Koksausfuhr. Reparationslieferungen und Kohlenhandelsbilanz. Aktivität der Kohlenhandelsbilanz. Ausblick.

Die Eisenwirtschaft Deutschlands im Jahre 1929. (Schluß.) Glückauf. Bd. 66. 4. 10. 30. S. 1328/34*. Eisen- und Stahlausfuhr der wichtigsten Länder. Außenhandel Deutschlands. Ein- und Ausfuhr an Eisen- und Stahlwaren.

Verkehrs- und Verladewesen.

Die neuste Entwicklungsstufe des amerikanischen Autokranes. Von Franke. Fördertechn. Bd. 23. 26. 9. 30. S. 389/92*. Kennzeichnung der verschiedenen Verbesserungen. Bauliche Einzelheiten des Fahrwerkes und des Untergestells. Umstellungsmöglichkeiten für Bau- und Förderzwecke sowie Baggerarbeiten.

Die Förder- und Verladeanlagen für Salz im Hafen von Hafun in Ostafrika. Von Riedig. (Schluß.) Kali. Bd. 24. 1. 10. 30. S. 294/7*. Die Speicheranlagen in Hafun. Verladeeinrichtungen.

Verschiedenes.

Selbsttätiges Aufzeichnen von Arbeitsvorgängen. Von Schulze und Zickner. Z. V. d. I. Bd. 74. 27. 9. 30. S. 1559/62*. Grundlagen des Verfahrens. Anwendungsbeispiele.

Die Nutzbarmachung des bergbaulichen Ödlandes im Niederlausitzer Industriebezirk und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung. Von Peters. Z. B. H. S. Wes. Bd. 78. 1930. Abh. H. 5. S. B191/219*. Geographische und geologische Verhältnisse. Die verschiedenen Arten des bergbaulichen Ödlandes und seine Verwendungsmöglichkeit. Erörterung der Nutzbarmachung im einzelnen.

Überbrückung von Tagesbrüchen beim Ausbau von Wasserläufen. Von Steckhan und Staschen. Glückauf. Bd. 66. 4. 10. 30. S. 1324/8*. Beschreibung der zur Überbrückung eines Tagesbruchs in schwierigerem Gelände nach einem neuartigen Verfahren ausgeführten Bauarbeiten.