GLÜCKAUF
Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift
Nr. 5 31. Januar 1925 61. Jahrg.

Benzolwaschöl.

Von Betriebsdirektor A. Thau, Halle (Saale).

Das von Franz Brunck, dem Begründer der Benzolgewinnung aus Gasen, in der ersten von ihm im Jahre 1887 in Dortmund errichteten Benzolfabrik unter dem Namen Gasreinigungsöl ursprünglich angewandte Waschöl, dessen Herstellungsweise eine Reihe von Jahren als Geheimnis galt, wird auch heute noch in fast derselben Beschaffenheit ausschließlich zur Absorption der mit dem Koksofen- oder Leuchtgase vermischten dampfförmigen Benzolkohlenwasserstoffe benutzt. Seine durch den Benzolgewinnungsbetrieb bedingte Behandlung, die in ständiger Wechselwirkung hohe Erwärmung und starke Kühlung erfordert, verändert sowohl die chemische als auch die physikalische Beschaffenheit des Waschöles in verhältnismäßig kurzer Zeit, so daß es, je nach der Zeitdauer seiner Verwendung und in gewissem Maße abhängig von seiner ursprünglichen Beschaffenheit, mehr und mehr an Absorptionsfähigkeit verliert. Um eine gute Benzolausbeute ständig zu erhalten, muß man deshalb das Öl in kurzen Zeitabständen durch Zugabe neuen Öles auffrischen und eine entsprechende Menge gebrauchten Öles aus dem Betrieb ziehen. Diese Notwendigkeit wirkt sowohl auf die Wirtschaftlichkeit als auch auf die Betriebsweise sehr nachteilig ein, und es hat nicht an Versuchen gefehlt, die auch in der Gegenwart nicht aufgegeben worden sind, sich von der Verwendung eines Absorptionsöles ganz frei zu machen.

Benzolgewinnung ohne Ölabsorption.

Von den in dieser Hinsicht gemachten zahlreichen Vorschlägen haben nur wenige Eingang in den praktischen Betrieb gefunden, und zwar das Gefrierverfahren von Hüssener, das noch heute in England vereinzelt in Betrieb steht, und die Gasverdichtung, die im Jahre 1894 auf der Donnersmarckhütte[1] in Oberschlesien eingeführt, später aber wieder aufgegeben worden ist. Die diesen beiden Verfahren gegenüber der Ölabsorption eigenen Vorteile stehen jedoch in keinem Verhältnis zu ihrem Aufwand an Kraft- und Unterhaltungskosten, die ihrer allgemeinen Einführung von vornherein im Wege gestanden haben. Trotzdem wendet man die Hochdruckverdichtung bei der Tieftemperaturverkokung der Steinkohle zwecks Gewinnung der im Schwelgase vorhandenen dampfförmigen Kohlenwasserstoffe in neuerer Zeit wieder an. Eine Wirtschaftlichkeit ist aber auch dabei nur zu erzielen, wenn bestimmte hochwertige Bestandteile des Schwelgases gleichzeitig als verdichtetes Gas abgesetzt werden können.

[1] Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe, 1901, Bd. 2, S. 163.

Die in neuerer Zeit vorherrschenden Bestrebungen gehen dahin, anstatt der Absorption in Ölen das Benzol in festen, feinkörnigen Stoffen, wie aktiver Kohle und Kieselsäure-Gel, zu adsorbieren[1]. Die zuerst sehr viel versprechenden Versuchsergebnisse, die mit aktiver Kohle in kleinem Maßstabe erzielt worden sind, haben im Großbetriebe nicht behauptet werden können, weil das Kohlengas zu viele mechanische Verunreinigungen und unerwünschte chemische Verbindungen[2] enthält, welche die Adsorptionsfähigkeit der Kohle stark beeinträchtigen und durch Erneuerung oder umständliche Regenerierung der an sich teuern Adsorptionskohle die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens von vornherein in Frage stellen. Die mit reinem Leuchtgas in Gasanstalten gewonnenen Erfahrungen bei der Benzolgewinnung mit Hilfe aktiver Kohle haben nicht dazu ermutigt, diese Betriebsweise auf das mechanisch und chemisch viel stärker verunreinigte Koksofengas auszudehnen, so daß die aktive Kohle in Kokereibetrieben nur zur Benzolbestimmung im Gase angewendet wird.

Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse für die Adsorption des Benzols mit Hilfe von Kieselsäure-Gel, da dieser Körper eine starke Neigung zeigt, Wasser aufzunehmen und dabei seine physikalische Beschaffenheit zu verändern, worüber E. C. Williams[3] eingehende Versuchsarbeiten anführt. Das mit Wasser gesättigte, in Kokereien fast stets übersättigte Gas müßte daher vor dem Eintritt in die Adsorptionstürme vorgetrocknet werden. Diese für beide Fälle umständliche Vorbehandlung verteuert den Benzolgewinnungsbetrieb so sehr, daß seine Wirtschaftlichkeit stark angezweifelt werden muß und man daher bei der Absorption des Öles geblieben ist.

Beschaffenheit des Waschöles.

Die Bestrebungen, mit einem möglichst ausgiebigen Waschöl zu arbeiten und dabei eine gute Absorptionsfähigkeit über einen größern Zeitabschnitt beizubehalten, haben zur Aufstellung festumrissener Vorschriften geführt, deren Einzelheiten jedoch im Laufe der Zeit manchen Abänderungen unterworfen gewesen und in einigen Fällen so verschärft worden sind, daß es bei der Durchschnittsbeschaffenheit des Teeres überhaupt nicht möglich war, ein den Wünschen der Abnehmer in jeder Beziehung entsprechendes Öl zu erzeugen. Grundlegend für die Anforderungen, denen ein Waschöl genügen soll, sind

[1] Glückauf 1924, S. 1153.
[2] Gas- u. Wasserfach 1923, S. 458.
[3] Journ. Soc. Chem. Ind. 1924, Bd. 43, S. 979.

die Angaben von Lunge[1], wonach das Öl weder zu dünn, noch zu zähflüssig sein darf und möglichst frei von Bestandteilen sein soll, die über 300° übergehen. Zu seiner Herstellung[2] sollen die Fraktionen des Steinkohlenteeres mit einem spezifischen Gewicht von 1,02 bis 1,08 herangezogen werden, die Gehalte an Wasser 1%, an Naphthalin 10% nicht übersteigen und seine Siedegrenzen den folgenden Werten entsprechen:

Destillationstemperatur . . °C	200	220	240	260	280	300
Es gehen über . . . . %	1	19	43	59	71	85

Von besonderm Einfluß auf die Absorptionsfähigkeit des Öles ist, wie schon angedeutet, seine Viskosität. So fand Schreiber[3], daß bereits bei der Viskosität 12 das Aufnahmevermögen des Waschöls zurückgeht, während es bei 15 bis 18 so stark nachläßt, daß es ausgewechselt werden muß.

In Belgien stellt die Firma Solvay das sogenannte Solvay-Öl her, von dem nach Angaben Weißgerbers[4] übergehen bis 210° höchstens 1%, bis 300° 90%, die sich möglichst gleichmäßig auf die Temperatursteigerung verteilen sollen. Werden 50 ccm des Öles 15 min lang auf 0° gehalten, so darf sich kein Naphthalin ausscheiden.

In den Benzolfabriken Amerikas verwendet man fast nur das dort wohlfeile Mineralwaschöl, das unter den nachstehenden Bedingungen[5] geliefert wird: Das spezifische Gewicht bei 15° soll 0,880 nicht übersteigen. Die Viskosität darf, im Saybolt-Viskosimeter[6] bestimmt, nicht mehr als 92 sek bei 21° und nicht mehr als 150 sek bei 4° betragen. Bei 4° dürfen keine festen Bestandteile ausscheiden. Mindestens 95% reinen Öles sollen sich innerhalb 10 min vom Wasser scheiden, und das ausgeschiedene Öl darf nicht mehr als 0,5% Wasser enthalten. Im Öl dürfen nicht mehr als 12% Olefine enthalten sein. Nicht mehr als 5% des Öles sollen bei der Destillation unter 250° abgetrieben werden, und weitere 85% sollen innerhalb weiterer 120° übergehen. Für jeden Punkt dieser Vorschrift besteht ein besonderes Prüfungsverfahren, auf das hier nicht eingegangen werden kann. Diese Vorschriften werden angeführt, um zu zeigen, daß man in Amerika ein Waschöl, das leichter als Wasser ist, schätzen gelernt hat und von dem vorübergehend eingeführten Schweröl wieder ganz abgekommen ist, obgleich der Preis des Mineralöls für den Selbsterzeuger von Teeröl keine Vorteile bieten kann.

Abgesehen von den zwischen Waschölherstellern und -verbrauchern vereinbarten Vorschriften, die von Fall zu Fall je nach den persönlichen Ansichten und örtlichen Bedingungen Abänderungen unterliegen, sollen die für besondere Eigenschaften des Waschöles ausschlaggebenden Gründe, nachstehend kurz erörtert werden, wobei jedoch vorausgeschickt sei, daß sich die Herstellung des Waschöles auf das Herausschneiden einer gewissen Fraktion bei der Destillation des Teeres beschränkt, an dessen Beschaffenheit man gebunden ist, ohne einzelne Eigenschaften des Öles, abgesehen von den Siedegrenzen, überhaupt beeinflussen zu können.

[1] Lunge und Köhler: Steinkohlenteer und Ammoniak, 5. Aufl. 1912, Bd. 1, S. 152.
[2] a. a. O. S. 159.
[3] Industrie der Steinkohlenveredlung, 1923, S. 137.
[4] Chemische Technologie des Steinkohlenteeres, 1923, S. 111.
[5] Chem. Met. Eng. 1917, Bd. 17, S. 644.
[6] Holde: Kohlenwasserstofföle und Fette, 6. Aufl. 1924, S. 27 und 214.

Spezifisches Gewicht.

Die Dichte des Waschöles soll möglichst weit von 1 entfernt bleiben, damit die Trennung von Wasser und Öl in der Ruhe erleichtert wird. Die Dichte des gewöhnlichen Teerwaschöles beträgt 1,02; Abweichungen sind fast nur in der dritten Dezimale erkenntlich. Mischt sich das Öl mit Wasser, was bei der Sättigung des Gases, sofern in den Waschtürmen eine Abkühlung eintritt, nicht zu vermeiden ist, oder auch durch eine zu niedrige Temperatur im Abtreiber, durch die ein Teil des Dampfes verflüssigt wird, so büßt das Öl seine Absorptionsfähigkeit mit steigendem Wassergehalt ein, und man hat für die Entwässerung des Öles zu sorgen. Da das Öl zu Boden sinkt, das Wasser dagegen an die Oberfläche steigt, läßt sich dieses abschöpfen oder dadurch entfernen, daß man den Behälter zum Überlaufen bringt. Obwohl das Saugrohr der Pumpe nahe am Boden des Behälters mündet, mithin dem Bereich der höher liegenden Wasserzone entzogen ist, befindet sich der Behälterinhalt infolge des ständigen Zulaufes doch meist in einer zu lebhaften Bewegung, als daß bei den sehr geringen Unterschieden der Dichte zwischen Wasser und Waschöl eine reine Trennung möglich wäre. Die Scheidung wird ganz aufgehoben, und es tritt eine Emulsionsbildung ein, wenn das Öl außerdem feste Stoffe in feiner Verteilung in der Schwebe hält oder als Verdickungen in kolloidaler Lösung mit sich führt. Zwar wird die Dichte des Öles durch die Bildung dieser Verdickungen erhöht, jedoch umgeben sich ungelöste Fremdkörper, die das verdickte Öl stets mit sich führt, mit einer Wasserhaut, deren Oberflächenspannung so groß ist, daß sie selbst der Anwendung von Wärme hohen Widerstand entgegensetzt.

Der Wunsch, ein Waschöl herzustellen, dessen Dichte mehr von der des Wassers abweicht, hat somit seine volle Berechtigung, jedoch war er, solange der Teer als alleiniger Ausgangsstoff diente, nicht zu erfüllen. Erst in jüngster Zeit hat man ein dem Braunkohlenteer entstammendes Öl erneut als Benzolwaschöl eingeführt, dessen spezifisches Gewicht von nur 0,915 so sehr unter dem des Wassers bleibt, daß eine augenblickliche Trennung von Öl und Wasser ohne weiteres erzielt wird. Hierbei sinkt das Wasser natürlich zu Boden und kann ohne Ölverluste durch Hähne zeitweise abgezogen oder durch entsprechend eingebaute Scheidevorrichtungen selbsttätig abgeführt werden.

Spezifische Wärme.

Da zur Herstellung einer gegebenen Benzolmenge die 20–30fache Waschölmenge auf etwa 150° erwärmt und danach wieder auf annähernd 25° abgekühlt werden muß, soll die spezifische Wärme des Öles aus Gründen der Wärmewirtschaftlichkeit möglichst niedrig sein. Diesem Umstand ist an sich bisher wenig Beachtung geschenkt worden, auch wohl deshalb, weil die Herstellung des Teeröles keine Rücksichtnahme auf diese Eigenschaft gestattet. Bei guten Waschölen liegt die spezifische Wärme bei etwa 0,4 und die des weiter unten erwähnten Paraffinwaschöles bleibt in denselben Grenzen.

Feste gelöste Bestandteile.

Unter den unerwünschten im Waschöl gelösten Bestandteilen nimmt das Naphthalin die erste Stelle ein, denn

ganz abgesehen davon, daß die Gewichtsmenge des Waschöls durch einen nichtabsorbierenden, als Ballast zu betrachtenden Bestandteil erhöht und dieser bezahlt wird, haften dem Naphthalin auf Grund seiner Eigenschaften auch Nachteile an, die den Betrieb schwerwiegend beeinflussen. Zunächst ist hier der hohe Dampfdruck des Naphthalins zu nennen, der die Absorptionsfähigkeit des Öles erheblich beeinträchtigt. Ein Teil des Naphthalins wird mit dem Leichtöl abgetrieben und bleibt darin gelöst. Bei der Destillation des Leichtöles verbleiben die mitabgetriebenen Waschölbestandteile als Rückstand, aus dem das Naphthalin auskristallisiert. Sofern dieses nicht verpreßt oder abgeschleudert wird, geht mit ihm ein guter Teil des Öles verloren. Nicht zuletzt wird auch die Viskosität des Waschöles durch das aufgenommene Naphthalin beeinflußt und sonderbarerweise herabgesetzt. Bei hohem Naphthalingehalt des Waschöles besteht außerdem die Möglichkeit, daß eine Abgabe von Naphthalin an das Gas eintritt und durch die nachträgliche Wiederabscheidung des Naphthalins aus dem Gase Verstopfungen der Gasrohrleitungen verursacht werden, was namentlich bei Gasanstalten und Kokereien mit Ferngasversorgung zu schweren Störungen Veranlassung geben kann. Wie bereits angeführt, soll der Naphthalingehalt des Waschöles 10 % nicht übersteigen, jedoch hat man die untere Grenze in England, wie Whitehead[1] berichtet, noch tiefer, und zwar auf 7 % festgesetzt. Um sowohl den Siedepunkt als auch die Dichte des Waschöles zu erhöhen und zugleich seinen Naphthalingehalt herabzusetzen, verwendet man in einigen Fällen die mit 250° Siedebeginn zuletzt abgenommene Fraktion des Steinkohlenteers, die als Anthrazenöl bezeichnet wird und in England wegen ihrer grünlichen Färbung den Namen green oil führt. Zwar ist es fast frei von Naphthalin, dafür kann es aber zu sehr unangenehmen Verkrustungen an den heißesten Teilen der Vorwärmerschlangen und Heizkörperwände Veranlassung geben, wenn das Öl noch Anthrazen in Lösung hält. Gegenüber Naphthalinansätzen in den kalten Teilen der Benzolanlage sind Anthrazenkrusten in den heißesten sehr schwer zu entfernen. Das Öl bedarf daher, damit es als Waschöl Verwendung finden kann, einer sehr sorgfältigen Vorbehandlung zwecks restloser Entfernung des Anthrazens.

Im Paraffinwaschöl, von dem weiter unten noch die Rede sein wird, ist weder Naphthalin noch Anthrazen, auch nicht in Spuren, vorhanden, denn die Destillation der Braunkohle zwecks Gewinnung des Braunkohlenteers geht bei Temperaturen vor sich, welche die Bildung von Naphthalin und Anthrazen ausschließen. Es enthält mit Ausnahme des Paraffins keine festen Stoffe in Lösung, und diese werden durch Ausfrieren so weit entfernt, daß der Rest praktisch nicht in Erscheinung treten kann.

Viskosität (Zähigkeit).

Von allen physikalischen Eigenschaften des Waschöles ist die richtige Viskosität für eine gute Absorptionsfähigkeit die wichtigste. Die Absorption des Benzols von Ölen ist ein rein physikalischer Vorgang gegenüber beispielsweise der Ammoniakabsorption, bei der zwischen Ammoniak und Wasser oder Ammoniak und Schwefelsäure eine chemische Bindung eintritt und daher eine chemische Affinität zwischen Waschmittel und Ammoniak besteht. Demgegenüber verläuft die physikalische Absorption zwischen Benzol und Öl, die einen einfachen Lösungsvorgang darstellt, sehr träge. Sie wird begünstigt durch eine tiefe Temperatur, welche die Dampfspannung des Benzols herabsetzt, gleichzeitig aber auch die Viskosität des Waschöles erhöht. Der träge Verlauf der Benzolabsorption hat neben dem hohen Druck des Benzoldampfes seinen Grund zum Teil in der starken Verdünnung, in welcher der Benzoldampf mit den andern Gasbestandteilen gemischt ist. Das Öl darf daher, um dem Gase große Absorptionsflächen zu bieten, nicht zu dünnflüssig sein, damit es sich wie eine Haut über die Füllkörperflächen der Wäscher ausbreiten kann und nicht mit zu großer Geschwindigkeit in dünnen, unzerteilten Strömen nach unten rieselt. Anderseits ist aber auch der Dickflüssigkeit des Waschöles eine Grenze gezogen, denn da sich bei dem Lösungsvorgang nur die äußerste Oberfläche der Ölhaut augenblicklich mit Benzol sättigt, ist ein steter Wechsel der Oberfläche erforderlich, damit sich dem Gas immer neue Absorptionsflächen darbieten. Eine zu große Dickflüssigkeit würde dies verhindern. Bei der Betrachtung dieser Vorgänge erkennt man auch, weshalb es nicht genügt, das Gas einfach durch eine Ölschicht hindurchzudrücken, denn dabei wechseln weder das in Blasen oder Strömen durchtretende Gas noch das vom Gas bestrichene Öl ihre Oberfläche oft genug. Die Vorstellung der Benzolabsorption in dieser Weise läßt ebenfalls erkennen, einen wie schädlichen Einfluß der Wassergehalt des Waschöles auf die Absorptionswirkung haben muß, denn das Wasser verhindert die Bildung viskoser Ölflächen, auf benäßten Füllkörperflächen breitet sich das Öl nicht aus und eine Wasserhaut auf der Öloberfläche macht die Absorption vollständig unmöglich.

Die Viskosität des frischen Waschöles liegt bei etwa 7. Sie steigt aber allmählich, und bei etwa 15 ist die Absorptionsfähigkeit, wie bereits erwähnt, so sehr beeinträchtigt, daß das Öl erneuert werden muß. Leider sind für die Bestimmung der Viskosität in verschiedenen Ländern keine einheitlichen Richtlinien maßgebend und daher Vergleiche in dieser Hinsicht nur schätzungsweise möglich, da sich die gewonnenen Werte nicht genau genug umrechnen lassen.

Waschöle verschiedenen Ursprungs.

In Deutschland steht fast allgemein das auch unter dem Namen Kreosotöl bekannte Waschöl in Gebrauch, das als besondere Fraktion des bei der Destillation des Steinkohlenteers gewonnenen Mittelöls abgetrennt wird. In einzelnen Betrieben verwendet man auch das von Anthrazen vollständig befreite Schweröl, die höchstsiedende Fraktion des Steinkohlenteers. In England benutzt man vielfach, in Amerika ausschließlich eine bei der Erdöldestillation herausgeschnittene Fraktion, die wegen ihrer blaßgelben Farbe den Namen Strohöl (straw oil) führt, das bei etwa 240° siedet. In England verwendet man außerdem noch ein Erdöl, das, da es zur Ölgasbereitung dient, den Namen Gasöl führt und in Deutschland in derselben Beschaffenheit aus dem Braunkohlenteer ge-

[1] Benzol, its recovery, rectification and uses, 1920, S. 44.

wonnen wird. Da es jedoch, wie Whitehead[1] berichtet, noch niedrigsiedende Paraffine enthält, muß es erst im Abtreiber destilliert werden, ehe man es über die Gaswäscher pumpt, um die leichtsiedende Paraffinfraktion abzunehmen. Die nachstehende vergleichende Zusammenstellung der Eigenschaften verschiedener Waschöle läßt die Unterschiede deutlich erkennen.

	Kreosot-waschöl	Anthrazen-waschöl	Erdöl-Strohöl	Erdöl-Gasöl	Paraffin-waschöl
Dichte bei 15°	1,025	1,095	0,875	0,860	0,915
Viskosität (°Engler)	1,4	2,0	1,0	0,9	1,7
Siedebeginn °C	200	250	250	240	242
bis 220° %	16	—	—	—	—
„ 250° %	44	—	—	2	2
„ 300° %	82	28	45	18	96
„ 350° %	—	62	90	—	—

Die Betriebsweise der ausländischen Benzolanlagen bei Verwendung nicht aromatischer Waschöle ist um so bemerkenswerter, als man in Deutschland die Vorzüge eines naphthalinfreien Waschöles von geringerm spezifischem Gewicht als Wasser wohl erkannt hat, seiner allgemeinen Einführung jedoch zögernd gegenübersteht, weil man sich scheut, ein aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen bestehendes Öl mit den Benzolkohlenwasserstoffen zusammenzubringen, obwohl dagegen keinerlei Bedenken bestehen, wie es die ausländischen Benzolfabriken am besten beweisen. Zu erwähnen wäre ferner noch die Verwendung von Kresolöl zur Benzolabsorption nach dem Verfahren von Brégeat, das bisher jedoch einer Nachprüfung nicht standgehalten hat und hier übergangen werden kann.

Waschölbeschaffenheit und Absorptionsbedingungen.

Auf den Kokereien hat man die nachteiligen Veränderungen in der Beschaffenheit des Waschöles als ein durch das mechanisch stark verunreinigte Gas hervorgerufenes Übel angesehen und den Zwang einer Ölauffrischung in gewissen Zeitabständen als unabänderlich hingenommen. Als nun während des Krieges alle größern Gasanstalten ebenfalls zur Benzolgewinnung übergingen und sich auch dort trotz der viel reinern Gasbeschaffenheit dieselben nachteiligen Erscheinungen zeigten, setzte eine eifrige, durch das einschlägige Schrifttum der Nachkriegszeit bezeugte Forschungstätigkeit ein, welche die für die Veränderung des Waschöles verantwortlichen Zusammenhänge aufklären und wenn möglich Abhilfe schaffen sollte. Der Zwang einer zeitweisen Erneuerung des Waschöles macht sich in den Gasanstalten, sofern sie keine eigene Teerdestillation besitzen, um so unangenehmer bemerkbar, als die in Umlauf befindlichen Waschölmengen verhältnismäßig klein sind und sich der Bezug des Öles durch die Frachten je nach der Lage der Werke sehr verteuert.

Die für die Benzolabsorption maßgebenden physikalischen Bedingungen haben Bunte und Frei[2] eingehend untersucht und den Nachweis erbracht, daß die Löslichkeit des Benzols im Waschöl lediglich physikalischen Gesetzen folgt und vom mittlern Molekulargewicht des Waschöles abhängt, und daß der Kresolgehalt des Öles keine chemischen Wirkungen auslöst. Innerhalb der technisch wichtigen Sättigungsgrenzen kann der Dampfdruck des Benzols über dem des Waschöles der Sättigung des Benzols in der Lösung proportional eingesetzt werden. Daraus kann man ableiten, daß bei einem Waschöl, das infolge des niedrigen Molekulargewichtes einen geringen Dampfdruck des Benzols aus der Lösung erwarten läßt, eine bessere Absorptionswirkung vorausgesetzt werden kann, jedoch steht dem entgegen, daß mit niedrigem Molekulargewicht des Öles auch stets niedrige Siedepunkte und hoher Eigendruck verbunden sind, weshalb die Anwendung von Ölen mit niedrigem Molekulargewicht technisch nicht durchführbar ist. Hinsichtlich des Einflusses der Temperatur ist festgestellt worden, daß auch im Gegenstrom bei 100% Wirkungsgrad der Wäscher die Anreicherung des Waschöles stets nur bis zu einer Sättigung des Benzols im Öl erfolgen kann, bei welcher der Teildruck des Benzols in der Lösung dem rd. 35 g/cbm betragenden Benzolgehalt des Gases entspricht. Bei dem niedrigen Teildruck des Benzols im Kokerei- und Leuchtgas kann mithin auch bei der verhältnismäßig hohen Temperatur von z. B. 30° noch eine ausreichende Waschwirkung erzielt werden, wobei jedoch der Benzolgehalt des Waschöles 2,5% entsprechen würde. Bei einer Absorptionstemperatur von etwa 20° würde eine Sättigung bei einem Benzolgehalt von 3,5% erreicht, was für den erforderlichen Aufwand an Destillationsdampf von ausschlaggebender Bedeutung ist. Aus dem im Gleichgewicht stehenden Benzolgehalt des Gases und des Waschöles läßt sich bei einer Voraussetzung von 100% Absorptionswirkung für jede Temperatur die Waschölmenge berechnen, die einer bestimmten Gasmenge zur Erzielung der theoretischen Waschwirkung entgegengeführt werden muß.

Die von Bunte und Frei aufgestellten Grundsätze hat Mezger[1] im Betriebe ausgewertet und sie in eine einfache, leicht verständliche Formel gebracht, auf die hier nur verwiesen werden soll. Sie gibt ein Mittel an die Hand, die erforderliche Waschölmenge zu bestimmen, und läßt die Grenze der Absorptionsleistung erkennen, die zu einer Erneuerung des Waschöles zwingt.

Mit der Beschaffenheit des Waschöles hat sich Offe[2] sehr eingehend befaßt und den Nachweis erbracht, daß die Vorschriften den Anforderungen des Benzolgewinnungsbetriebes nicht genügen und abänderungsbedürftig sind. Offe bemängelt den verhältnismäßig sehr hohen Waschölverbrauch, den er auf die unter 230° übergehenden Bestandteile zurückführt, und schlägt vor, eine Ölbeschaffenheit vorzuschreiben, nach der bis 230° etwa 35% übergehen, während Jaworsky[3] für ein Öl eingetreten ist, bei dem bis 300° 90%, aber von 10 zu 10° in gleichen Anteilen übergehen, was jedoch in Abhängigkeit von der Teerzusammensetzung praktisch kaum erreichbar sein dürfte. Die Destillationsbestimmung des Waschöles über der offenen Flamme, wie sie meistens durchgeführt wird, stimmt mit der im Betriebe ausgeübten Wasserdampfdestillation schlecht überein, da der Wasserdampf nicht nur als Wärmeübertragungsmittel, sondern auch als mechanischer Träger von Ölbestandteilen eine Rolle spielt. Dieser Umstand wird für Offe

[1] a. a. O. S. 48.
[2] Gas- u. Wasserfach 1922, S. 273.

[1] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 835.
[2] Gas- u. Wasserfach 1923, S. 394.
[3] a. a. O. S. 394.

maßgebend gewesen sein, zur Siedepunktbestimmung der Waschölbestandteile neben unmittelbarer Erwärmung auch die Dampfdestillation anzuwenden. Die Ergebnisse der Bestimmungen hat er in Zahlentafeln zusammengestellt und daraus folgendes abgeleitet: 1. Die Flüchtigkeit von Waschöl im Wasserdampf steht im umgekehrten Verhältnis zur Höhe der Siedepunkte, d. h. je größer die Anteile mit niedrigem Siedepunkte sind, desto mehr Öl ist mit dem Wasserdampf flüchtig. Mit einer Steigerung der Siedepunkte nimmt die Flüchtigkeit des Öles im Wasserdampf ab. 2. Je höher der Siedepunkt eines Waschöles ist, desto geringer ist der Verbrauch, weil weniger Bestandteile mit in das Leichtöl übergehen. 3. Ein gutes Öl sollte der Anforderung entsprechen, daß bis 220° nicht mehr als 10% übergehen.

Ferner weist er auf den Nachteil einer Verwendung überhitzten Dampfes zur Destillation hin, denn überhitzt man den Abtreibedampf, so steigt unter fast gleichen Bedingungen die Flüchtigkeit des Öles um ein Mehrfaches, was ein durch Waschöl stark verunreinigtes Leichtöl und hohen Waschölverbrauch zur Folge hat.

Dagegen läßt sich einwenden, daß die Verwendung mäßig überhitzten, mithin trocknen Dampfes doch viel vorteilhafter ist als ein nasser Abtreibedampf, denn bei diesem ist ein Übergang ausgeschiedenen Wassers in das Waschöl nicht zu vermeiden, wodurch bekanntlich die Waschwirkung empfindlich leidet, da eine reine Trennung von Wasser und Teerwaschöl schwer und bei längere Zeit in Gebrauch befindlichem Waschöl unmöglich zu erzielen ist. Das bei der Verwendung überhitzten Dampfes mit in das Leichtöl übergegangene Waschöl läßt sich bei der Destillation des Leichtöles als Rückstand für den Betrieb wiedergewinnen, womit jedoch nicht behauptet werden soll, daß diese Betriebsweise einen wünschenswerten Zustand darstellt.

Gegenüber der Vorschrift, daß das Waschöl nicht mehr als 10% Naphthalin enthalten soll, kommt Offe[1] zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß es ein solches Teeröl auf Grund der Bestimmung nach Glaser und Mezger überhaupt nicht gibt; er hat in einem stark abgetriebenen Waschölrückstand immer noch 17,14% Naphthalin gefunden. Aus mehreren Bestimmungen hat sich ein Niedrigstgehalt an Naphthalin von 14,85% und die obere Grenze bei 17,43% ergeben. Offe zieht aus diesem Teil seiner Arbeit den Schluß für die Vorschrift: das Waschöl darf bei einer Abkühlung auf 10° kein festes Naphthalin ausscheiden. Ein solches Waschöl hätte einen Naphthalingehalt von etwa 25%.

Hinsichtlich des Einflusses, den der Phenolgehalt auf die Waschwirkung ausübt, sind die Ansichten geteilt. Offe vertritt den Standpunkt, daß sich das Phenol unter dem Einfluß des Abtreibedampfes ähnlich verhält wie das Naphthalin. Die zwischen 210 und 230° übergehende Waschölfraktion enthält das meiste Phenol. Auf die Verunreinigung des Leichtöles durch die im Waschöl enthaltenen Phenole, deren Gegenwart als schädlich für den Benzolbetrieb gelten muß, soll weiter unten noch näher eingegangen werden.

Der Nachteil eines Waschöles mit zu früh siedenden Bestandteilen läßt sich durch die Verwendung des hochsiedenden Anthrazenöles umgehen. Über eingehende Erfahrungen mit dieser Betriebsweise auf einer Leichtölanlage des Gaswerkes Berlin-Mariendorf, die zu den größten Europas zählt, ist von Geipert[1] berichtet worden. Da der Siedepunkt des Anthrazens bei 351° liegt, reichert sich das hochsiedende Teerfraktionen enthaltende Waschöl durch den Verlust der mit dem Abtreibedampf verflüchtigten niedrigsiedenden Bestandteile mit Anthrazen an, und beim Überschreiten der Löslichkeitsgrenze wird festes Anthrazen ausgeschieden, vor dessen kesselsteinartigen Ansätzen in den Wäschern, Vorwärmern, Destilliervorrichtungen usw. Still[2] bereits vor Jahren gewarnt hat. Daher ist die Vorschrift aufgestellt worden, das Waschöl solle möglichst frei von Anthrazen sein, und von Geipert ein Verfahren ausgearbeitet worden, um den Anthrazengehalt des Waschöles zu bestimmen[3]. Er kommt zu dem Schluß, daß ein frisches Waschöl, dessen zwischen 290 und 300° übergehende Anteile kein Anthrazen enthalten, als praktisch frei davon bezeichnet werden kann.

Feste Ausscheidungen.

Nach den von Schwenke[4] mitgeteilten Erfahrungen ist es nicht möglich, krustenartige Ansätze an den Erhitzerschlangen auf die Dauer ganz zu vermeiden. Er empfiehlt deshalb, diese durch Leichtöl bei leichter Erwärmung zu lösen und mit heißem Wasser nachzuspülen. Den für die Verdickung des Waschöles verantwortlichen Ursachen ist Offe[5] in sehr umfassenden Untersuchungen nachgegangen und auf Grund davon zu dem Schluß gekommen, daß sich die im Waschöl enthaltenen ungesättigten Verbindungen bei bestimmten Temperaturen mit Schwefelwasserstoff verbinden und die Verdickungen verursachen; dabei muß berücksichtigt werden, daß der Gehalt des Öles an diesen Verbindungen, je nach der Beschaffenheit des Ausgangsteeres, starken Schwankungen unterworfen ist. Eine Herabsetzung der Temperatur des Dampfes, unabhängig von seiner Spannung, vermag daher das Auftreten von Verdickungen zu verzögern; mithin sollte die günstigste Temperaturhöhe des Abtreibedampfes für jeden Einzelfall ermittelt, vorgeschrieben und eingehalten werden.

Der Hauptfolgerung Offes: »Treten beim Abtreiben und an den Abflüssen des Leichtölkühlers größere Mengen von Schwefelwasserstoff auf, so ist dies als ein Zeichen vorangegangener Ölzersetzungen aufzufassen« tritt Kattwinkel[6] entgegen und macht geltend, daß der Schwefelwasserstoff infolge seiner Reaktionsträgheit als Schwefelungsmittel keine Verwendung findet. Da die im Waschöl vorhandenen ungesättigten Verbindungen verhältnismäßig beständig sind, setzt sich der Schwefelwasserstoff weder mit ihnen um, noch vermag er bei seiner fast neutralen Reaktion eine polymerisierende Wirkung auf die Waschölbestandteile auszuüben. Um die Verdickungsvorgänge aufzuklären, geht Kattwinkel von den den Heizkörpern der Benzoldestillation anhaftenden Niederschlägen aus, deren Dicke von der angewandten Temperatur abhängt. Sie sind mithin am Ausgang des Ölerhitzers, wo eine

[1] a. a. O. S. 395.

[1] Gas- u Wasserfach 1923, S. 101.
[2] Glückauf 1916, S. 806.
[3] a. a. O. S. 102.
[4] Gas- u. Wasserfach 1923, S. 320.
[5] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 67.
[6] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 474.

Öltemperatur von etwa 150° erreicht wird, am stärksten. Die Untersuchung dieser Schalen hat ergeben, daß die Verdickungen des Waschöles auf den Einfluß von Sulfosäuren zurückzuführen sind. Daher ist anzunehmen, daß der Verdickungsvorgang auf einer von der Wärme begünstigten Polymerisation durch Schwefelsäure beruht. Die Bildung von Schwefelsäure wird in einfacher Weise durch Absorption des im Gase enthaltenen Schwefelwasserstoffs von Eisenoxyd erklärt, wobei er durch die im Waschöl enthaltene überhitzte Luft zu Schwefeldioxyd und zu Schwefelsäureanhydrid oxydiert wird und sich mit dem ebenfalls im Waschöl vorhandenen Wasser zu Schwefelsäure verbindet. Die so gebildete Schwefelsäure polymerisiert die zur Verharzung neigenden ungesättigten Teile des Waschöles zu asphaltartigen Stoffen, die im Waschöl gelöst bleiben und seine Verdickung herbeiführen.

Schumacher und Becker[1] heben ebenfalls den schädlichen Einfluß eines hohen Naphthalingehaltes im Waschöl hervor, betonen aber außerdem die Wichtigkeit einer sorgfältigen Vorbehandlung des Gases, ehe es in die Benzolwäscher tritt, denn die Gegenwart größerer Mengen von Ammoniak, Zyan, Schwefelwasserstoff und Teer üben naturgemäß einen sehr ungünstigen Einfluß auf die Beschaffenheit des Waschöles aus, obwohl dieser erst nach und nach, je nach der Betriebsweise, in die Erscheinung tritt, aber auch zu plötzlichen Verdickungen führen kann.

Gewaschenes Teeröl.

In der Benzolanlage der Gasanstalt Stuttgart[2] wird das Waschöl nach den von Mezger schon vor Jahren gemachten Beobachtungen über die Schädlichkeit der Phenole und sauern Bestandteile vor dem Gebrauch durch Behandlung mit Natronlauge weitgehend entsäuert, wobei sich, abgesehen von dem dadurch entstehenden Kostenaufwand, erhebliche Vorteile gezeigt haben. Durch die Abwesenheit der Phenole wird ein reineres Leichtöl erzeugt, denn die in ihm enthaltenen, durch Schwefelsäure polymerisierbaren Bestandteile entstammen nicht dem Gase, sondern bestehen aus sauern Waschölbestandteilen, die im Abtreiber mit in das Leichtöl und das Rohbenzol gehen und dessen Verwendung ohne vorangegangene Behandlung mit Schwefelsäure und Natronlauge ausschließen. Die Abwesenheit der polymerisierbaren Phenole im Waschöl setzt ferner seine Verdickungsmöglichkeit erheblich herab. Schließlich wird auch die Wasserabscheidung durch die Abwesenheit der Phenole erleichtert, da sie infolge ihrer wasserlöslichen Eigenschaften die Aufnahmefähigkeit für Wasser begünstigen. Nicht zuletzt treten bei phenolarmem Waschöl Anfressungen in den Erhitzern viel weniger in die Erscheinung als bei stark sauern Ölen.

Zur Entfernung der Phenole aus dem Waschöl leitet Mezger[3] das in Dampfform befindliche Öl durch eine aus einer Anzahl von Böden bestehende Abtreibevorrichtung, in die von oben gleichzeitig Natronlauge mit einem bei 105° liegenden Siedepunkt eingeführt wird. Ein Teil des Öles verflüssigt sich, und auf jedem Boden der Kolonne bilden sich zwei Schichten, eine untere, bestehend aus der spezifisch schwerern Natronlauge, und darüber eine Ölschicht. Der unter den Zackentellern durchtretende Öldampf, der durch eine im Boden der Kolonne eingebaute Dampfbrause stark mit Wasserdampf gemischt ist, führt auf jedem Boden eine starke Durchmischung der beiden Schichten herbei, welche die Bindung der Phenole an die Natronlauge erleichtert. Das aus Öl und Phenolnatronlauge bestehende Gemisch fließt durch die Überläufe der einzelnen Kolonnenböden auf langem Wege nach unten ab und verläßt den Unterteil der Vorrichtung durch ein U-Rohr, das mit einer Scheideflasche in Verbindung steht, in der sich Öl und Phenolnatronlauge auf Grund ihrer verschiedenen Dichte bei ständigem Ablauf trennen. Der Vorschlag, die Phenole dem Waschöl vor dem Gebrauch zu entziehen, ist bereits im Jahre 1915 von Taylor[1] in England gemacht worden, hat aber keine weitere Beachtung gefunden. In neuerer Zeit ist die Behandlung des noch ungebrauchten Waschöles mit Schwefelsäure und Natronlauge zwecks Entziehung der zur Verharzung neigenden sauern Bestandteile empfohlen worden[2].

Waschöl aus Erdöl.

Die bei der Benzolgewinnung durch Teerwaschöl auftretenden, durch dessen unbeständige Beschaffenheit bedingten Unannehmlichkeiten und Kosten hat man, wie bereits erwähnt, in deutschen Benzolfabriken als ein unabwendbares Übel hingenommen, denn, obgleich bekannt war, daß man in England und Amerika bestimmte Erdölfraktionen mit viel bessern Ergebnissen für denselben Zweck verwandte, war und ist doch an einen Bezug ausländischer Öle nicht zu denken. Durch meine Veröffentlichung über den Betrieb einer Benzolfabrik in Schweden[3] ist, wie zahlreiche Zuschriften beweisen, die Aufmerksamkeit erneut auf die Verwendung eines dem Teeröl gegenüber beständigern Waschöles gelenkt worden. In der schwedischen Benzolfabrik hat ein amerikanisches Solaröl mit dem spezifischen Gewicht 0,880 Verwendung gefunden, und allein der Umstand, daß das Öl eine geringere Dichte als Wasser hatte, hat die Betriebsweise ganz erheblich erleichtert.

Bei der Gegenwart von sauern Bestandteilen in nur geringer Menge sind Verdickungen überhaupt nicht aufgetreten, und das Öl ist unbegrenzt lange im Gebrauch geblieben. Im Laufe der Zeit haben sich zwar Verdickungen gezeigt, wahrscheinlich hervorgerufen durch vorübergehende Ausschaltung des Ammoniaksättigers sowie durch mechanische, vom Gase fortgetragene Verunreinigungen, aber diese sind nicht, wie beim Teerwaschöl, in Lösung gegangen, sondern haben sich am Boden der Behälter als eine schleimige Masse abgesetzt, die man in etwa jährlichen Abständen entfernt, während die Viskosität des Öles stets gleich geblieben ist. Ablagerungen in den Wäschern, Erhitzern oder Abtreibern sind nicht beobachtet worden.

Urteerwaschöl.

Da ein Öl mit ähnlichen Eigenschaften in Deutschland nicht erhältlich war, ist später versucht worden,

[1] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 583.
[2] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 551.
[3] Pat.-Anm. M. 83947.

[1] Gas World 1916, Coking Section, Jan., S. 11.
[2] Teer 1924, S. 373.
[3] Glückauf 1921, S. 5.

aus dem in einer Drehofenanlage gewonnenen Urteer eine zur Gaswaschung geeignete Fraktion herauszuschneiden, die in bezug auf die Siedepunktgrenzen dem Teeröl etwa entsprach, dazu aber leichter als Wasser und vollständig frei von Naphthalin war. Versuche mit diesem Urteeröl hatten nicht den erhofften Erfolg, denn es verdickte noch schneller als gewöhnliches Teeröl, was auf seinen damals nicht bestimmten Gehalt an sauern Bestandteilen zurückzuführen gewesen sein wird.

Waschöl aus Braunkohlenteer.

Bei der Leichtölgewinnung aus den Gasen der Braunkohlenschwelereien, die auf genau demselben Wege erfolgt wie die Benzolgewinnung bei den Kokereien oder Gasanstalten und von diesen unverändert übernommen worden ist, verwendet man ein Braunkohlenteeröl, das sich im Dauerbetriebe so bewährt hat, daß seine Übernahme zur Benzolgewinnung angeregt worden ist und dabei die Erwartungen inzwischen übertroffen hat. In seiner physikalischen Beschaffenheit weicht es von dem oben erwähnten amerikanischen Erdöl kaum ab. Die Annahme, daß es sich dabei um neue, erstmalig angestellte Versuche in den Benzolbetrieben handle, erwies sich als irrig, denn nach Gasser[1] hatte Hirzel das Braunkohlenteeröl bereits im Jahre 1895 auf der Benzolanlage der Kokerei Wilhelmsburg bei Hamburg eingeführt. Diese hat während der ganzen Dauer ihres Bestehens bis kurz vor dem Kriege nie ein anderes Waschöl benutzt. Gleichzeitig stand dort auch die unmittelbare Waschölkühlung bereits zu jener Zeit in Anwendung, da sich das Braunkohlenteeröl bei seinem niedrigen spezifischen Gewicht dazu besonders eignet.

Auf die mit der Verwendung dieses Öles zur Benzolabsorption verknüpften Vorteile ist bereits an anderer Stelle[2] hingewiesen und dort das Waschöl als nicht regenerierbedürftig gekennzeichnet worden. Auch Grosse[3] hat auf die Vorzüge gegenüber dem Teeröl aufmerksam gemacht und sie kurz besprochen, wobei er die leichte Trennung vom Wasser hervorhebt.

Herstellungsweise.

Zur nähern Kennzeichnung der Beschaffenheit des Braunkohlenteeröles soll seine Entstehungsweise kurz gestreift und dabei vorausgeschickt werden, daß sich die Herstellung eines einwandfreien Waschöles aus dem Braunkohlenteer auf Grund von Erfahrungen allmählich entwickelt hat und zu einem besondern Betriebszweig ausgebildet worden ist. Zur Herstellung des Waschöles werden Teere mit besonders günstigen Eigenschaften herangezogen und diese unter Wärmezufuhr mit Alkohol gemischt, wobei die sauern Bestandteile im Alkohol gelöst und abgeschieden werden. Der neutrale Teer wird dann in Blasen destilliert und als Waschöl eine bestimmte Fraktion herausgeschnitten, die außer ihren sonstigen Eigenschaften dadurch gekennzeichnet ist, daß sie einen großen Teil des im Teer enthaltenen festen Paraffins in Lösung enthält. Das Öl wird in Kühler übergeführt, deren Zellen Kältelauge durchfließt, und zur Abscheidung des Hartparaffins zunächst einer Abkühlung auf 10 bis 15° ausgesetzt. Der bei dieser Temperatur gebildete ziemlich dicke Kristallbrei geht durch Filterpressen, die das Paraffin zurückhalten. Das von den Pressen abfließende Öl wird erneut destilliert und die zur Verwendung als Waschöl geeignete Fraktion, die noch die Weichparaffine enthält, wiederum einer Kältebehandlung mit nachfolgender Abpressung unterworfen. Diese erneute Kühlung geht jedoch bis −15°, wodurch praktisch sämtliches Paraffin aus dem Öl entfernt wird, was zur Erzielung eines tiefen Erstarrungspunktes notwendig ist. Aus den Filterpressen wird das Öl in besondere Behälter gepumpt, in denen sich die im Öl noch enthaltenen geringen Wassermengen absetzen und abgezogen werden.

Das so gewonnene Öl wird im Handelsgebrauch als »dunkles oder schweres Paraffinöl« bezeichnet und wurde unter diesem Namen auch von den Benzolherstellern abgenommen.

Die gesamte, das feste Paraffin enthaltende Fraktion des Braunkohlenteeres bezeichnet man nach der Entfernung des festen Paraffins als Paraffinöl. Dieser Name ist aber irreführend, wenn man in Betracht zieht, daß man im Gegensatz zu der beschriebenen Entstehungsweise eine Erdölfraktion ebenfalls als Paraffinöl bezeichnet, die das feste Paraffin noch in Lösung enthält und daher einen sehr hohen Erstarrungspunkt besitzt. Da mithin der Handelsname Paraffinöl zu weitgehend war und nicht die Gewähr für ein geeignetes, durch Behandlung mit Alkohol von den sauern Bestandteilen befreites und tiefgekühltes Benzolwaschöl bot, manche Abnehmer auch mit dem gewöhnlichen im Handel befindlichen Braunkohlenparaffinöl naturgemäß schlechte Erfahrungen gemacht hatten, sahen sich die Hersteller veranlaßt, das für die Benzolabsorption bestimmte Paraffinöl durch einen besondern Handelsnamen[1] zu kennzeichnen und zu schützen.

Paraffinwaschöl.

Dieses Öl, dessen Beschaffenheit bereits eingangs in der Zahlentafel gekennzeichnet wurde, steht auf den Leichtölgewinnungsanlagen einer ganzen Anzahl von Braunkohlenschwelereien seit zwei Jahren unverändert in Gebrauch; dabei werden nur die jeweils entstandenen Verluste von Zeit zu Zeit durch Zuführung frischen Öles ergänzt. Obgleich die Erfahrungen in diesen Betrieben, die sich in keiner Weise von den Benzolfabriken unterscheiden, sehr günstig gewesen sind, soll darauf nicht näher eingegangen und hier nur auf die Verwendung in Benzolfabriken hingewiesen werden.

Den ersten Versuch mit diesem Öl als Waschmittel zur Absorption des Benzols hat die Gasanstalt der Stadt Halle gemacht, in der das Öl seit Anfang März 1924 an Stelle von Teeröl dauernd und fast unverändert verwendet wird. Dabei hat sich die Benzolausbeute um rd. 11% erhöht. Der Dampfverbrauch ist, auf die erzeugte Benzolmenge bezogen, unverändert geblieben, dagegen sind Waschölbestandteile in viel geringerm Maße mit übergetrieben worden und daher die bei der zweiten Destillation zurückbleibenden Mengen an Rückstandsöl wesentlich kleiner. Ausscheidungen oder Niederschläge irgendwelcher Art hat man auf dem genannten Werk nach zehnmonatiger Verwendung bis heute nicht beobachtet.

[1] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 518.
[2] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 163.
[3] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 627.

[1] Rimontal-Öl, zu beziehen durch die Hugo Stinnes-Riebeck Öl-Handels-Gesellschaft m. b. H. in Berlin.

Bei der Verwendung von Waschöl aus Erdöl hatte ich bereits die Beobachtung gemacht, daß sich mechanische Verunreinigungen des Gases im Waschöl als eine schleimige Masse absetzen, da die Teerbestandteile von den aliphatischen Kohlenwasserstoffen nicht gelöst, sondern in der Schwebe gehalten werden. Die auf einen gewissen Zeitabschnitt bezogene Menge dieser Ausscheidungen hängt mithin von der größern oder geringern Reinheit des Gases ab. Die Befürchtung, daß sich diese schleimigen Bestandteile in den schwer zu reinigenden Vorrichtungen der Destillieranlage, wie Abtreiber, Vorwärmer, Kühler usw., absetzen könnten, ist, wie die Erfahrungen gezeigt haben, grundlos gewesen, denn in diesen Vorrichtungen, besonders auch in den Gaswäschern, ist die Strömungsgeschwindigkeit des Öles viel zu hoch, um eine Klärung verschmutzten Öles zuzulassen. In der Benzolfabrik der Gasanstalt Halle, in der die Benzolwäscher zwischen Schwefelreinigern und Gasbehältern eingebaut sind, haben sich nach zehnmonatigem Betrieb noch keinerlei Ausscheidungen gezeigt. Man kann daraus schließen, daß die im Kokereibetriebe im Mineralöl der Benzolanlage auftretenden Erscheinungen von schleimigen Bestandteilen auf Verunreinigungen des Gases zurückzuführen sind.

Um die von verschiedenen Seiten gegen die Verwendung des Paraffinwaschöles geäußerten Bedenken zu prüfen, hat die Versuchsgasanstalt des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern zu Karlsruhe dieses Öl auf ihrer Benzolanlage eingeführt und Stumpf[1] nach dreimonatigem Betriebe über die dort gemachten Beobachtungen und Erfahrungen berichtet, die im ganzen als gut bezeichnet werden müssen. Abweichende Erscheinungen in Form von Niederschlägen auf der Dampfschlange des Vorwärmers und den Rohren des Ölkühlers sind auf die Gegenwart von Ammoniak im Gase zurückzuführen, da während des Versuches der zweite Wäscher der Ammoniakwäsche längere Zeit außer Betrieb war. Es ist dann festgestellt worden, daß das Öl weder mit Amoniak noch mit Schwefelwasserstoff allein, wohl aber mit beiden zugleich reagiert. Bemerkenswerterweise vermag nur ein bestimmter, bis jetzt noch nicht erkannter Bestandteil des Öles mit diesen Gasbestandteilen zu reagieren. Sobald er sich erschöpft hat, treten keine weitern Reaktionen mehr ein und das Öl behält seine Beschaffenheit unverändert bei. Die reaktionsfähigen Bestandteile des Paraffinwaschöles entstammen der zwischen 375 und 400 übergehenden Fraktion, da diese, obwohl im Frischöl vorhanden, in dem gebrauchten Öl gefehlt hat. Die im Öl vorhandenen geringen Mengen an sauern Bestandteilen sind an den Ausscheidungen ganz unbeteiligt, denn der Phenolgehalt war gleichgeblieben, und auch in den Niederschlägen ließen sich keinerlei Phenole nachweisen. Ebenso war die Naphthalinwaschung des Gases gut; der Gehalt verringerte sich von 12 auf 9 g je 100 cbm vor und hinter den Benzolwäschern.

Die in Karlsruhe gewonnenen Ergebnisse faßt Stumpf[2] wie folgt zusammen. Die Paraffinölwäsche hat vor dem Teeröl zweifellos folgende große Vorteile: 1. fast unbegrenzt lange Brauchbarkeit ohne merkliche Verdickung des Öles, 2. Freiheit von Naphthalin, 3. Freiheit des Leichtöles von Phenol und Pyridin und leicht verharzenden Körpern, also Gewinnung eines Benzols, das bis jetzt ohne Alkali- und Schwefelsäurewäsche bei einer Ausbeute von 80 % auf Motorenbenzol verarbeitet werden kann.

[1] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 515.
[2] a. a. O. S. 517.

Betriebsweise mit Paraffinwaschöl.

Einige Werke haben, wie hier auch erwähnt werden muß, ungünstige Erfahrungen mit dem Paraffinwaschöl gemacht, weil dort die für die Einführung des Öles erforderlichen Bedingungen nicht genügend beachtet worden sind. Eine neuerbaute Benzolanlage kann das Paraffinwaschöl ohne besondere Vorsichtsmaßregeln einführen. Benzolfabriken, die bereits längere Zeit mit Teeröl arbeiten, müssen dieses restlos aus sämtlichen Vorrichtungen entfernen, die zu diesem Zweck mit heißem Rohbenzol ausgewaschen werden. Mischt sich das Paraffinwaschöl mit Resten des aromatischen Teeröles, so entstehen ebenfalls Ausscheidungen, welche die Ursache von Emulsionen bilden können. Solange das Gas nur Spuren von Ammoniak enthält, was sich bei fast allen Kokereien, besonders bei denen, die das Ammoniak unmittelbar durch Säurewäsche des Gases binden, voraussetzen läßt, kann man mit einem fortlaufend ungestörten Betrieb rechnen. Erst nach einem Zeitraum von einem Jahr wird man den Ölbehälter von kleinen Mengen abgelagerter schleimiger Niederschläge zu reinigen haben.

Gegenüber dem Steinkohlenteeröl hat man im Betriebe zu beachten, daß sich in den Kreislauf gelangtes Wasser unten absetzt. Man wird also die Saugrohre der Ölpumpen etwas kürzen und die Ölbehälter mit einem Ablaßhahn am Boden versehen, um abgesetztes Wasser entfernen zu können. Da Öl und Wasser sich augenblicklich trennen, sind U-Rohre im Ölkreislauf möglichst zu vermeiden, denn durch die Bildung von Wassersäcken macht sich der Durchfluß des Öles stoßweise geltend.

Ausgebrauchtes Öl.

Sofern ausgebrauchtes Teerwaschöl nicht an Ort und Stelle in einer Destillation regeneriert werden kann, setzt man es meist dem Teer zu, so daß sein Wert dem des Teeres entspricht. Auch das Paraffinwaschöl wird man nicht unbegrenzt im Umlauf behalten können, und die Frage der Verwertung des ausgebrauchten Öles steht um so mehr im Vordergrund, als bei seiner Verwendung die Möglichkeit nicht gegeben ist, es dem Teer zuzusetzen. Steinkohlenteer vermischt sich nicht mit Braunkohlenteerölen, und für die weitere Verwertung des aromatischen Teeres kann es unter Umständen nachteilig sein, wenn er größere Mengen aliphatischer Kohlenwasserstoffe enthält. Diesem scheinbaren Nachteil läßt sich jedoch auf einfache Weise dadurch begegnen, daß man das ausgebrauchte Öl in einem besondern Behälter sammelt und es als Heizöl absetzt. Der dafür erhältliche Preis ist höher als der Teerpreis, so daß das Paraffinwaschöl auch in dieser Hinsicht besser abschneidet und die Wirtschaftlichkeit der Anlage erhöht. Damit werden zugleich die oft vorgebrachten, in Amerika nicht bestehenden Bedenken zerstreut, daß die Gegenwart aromatischer und aliphatischer Öle in derselben Anlage leicht zu Anständen führen könne.

Wirtschaftlichkeit.

Um die mit dem Gebrauch eines nicht regenerierbedürftigen Waschöles verbundene Wirtschaftlichkeit, auf

ein Jahr bezogen, darzustellen, sollen die Einnahmen und Ausgaben einer mittelgroßen Benzolfabrik, die täglich 2 t Motorenbenzol erzeugt, verglichen werden. Dabei bleiben die Aufwendungen für Verzinsung, Tilgung, Verwaltung usw. ganz unberücksichtigt, und es werden nur die Werte einzeln angeführt, die in Abhängigkeit von der Waschölbeschaffenheit Veränderungen unterworfen sind.

Benzolgewinnung mit Teerwaschöl.

	ℳ/t	Einnahmen ℳ
720 t gereinigtes Motorenbenzol	300	216 000
20 t Naphthalin	40	800
110 t gebrauchtes Waschöl	50	5 500
34 t gebrauchte Schwefelsäure	30	1 020
	zus.	223 320

Der Benzolausbeute ist ein Kohlendurchsatz von 400 t, mithin eine jährliche Kohlenmenge von 146 000 t zugrundegelegt und der Waschölbedarf nach dem Erfahrungswert von 1,5 t Teerwaschöl auf je 1000 t Kohlendurchsatz errechnet worden. Der Schwefelsäureverbrauch ist zu 10 % der Benzolausbeute, die erforderliche Menge an kaustischer Soda zu 1 % eingesetzt. Die Aufwendungen für den Verbrauch an Dampf, Kühlwasser und Strom sowie für Löhne und Unterhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten sind in einer Gesamtsumme enthalten, die eingesetzt worden ist, damit die Ergebnisse den wirklichen Erträgen möglichst nahe kommen.

	ℳ/t	Ausgaben ℳ
220 t Waschöl	100	22 000
72 t Schwefelsäure	60	4 320
7,2 t kaustische Soda	300	2 520
Weitere Unkosten		45 650
	zus.	74 490

Einnahmen	223 320	ℳ
Ausgaben	74 490	„
Jahresgewinn	148 830	ℳ

Benzolgewinnung mit Paraffinwaschöl.

	ℳ/t	Einnahmen ℳ
720 t Motorenbenzol	300	216 000
20 t Naphthalin	40	800
40 t Heizöl	80	3 200
	zus.	220 000

	ℳ/t	Ausgaben ℳ
50 t Paraffinwaschöl	120	6 000
Weitere Unkosten		45 650
	zus.	51 650

Einnahmen	220 000	ℳ
Ausgaben	51 650	„
Jahresgewinn	168 350	ℳ

Mithin wird gegenüber dem Waschbetrieb mit Teeröl ein um rd. 20 000 ℳ oder je t Motorenbenzol um rd. 28 ℳ höherer Gewinn erzielt. In Wirklichkeit ist die Ersparnis noch größer, da durch den Fortfall der Benzolreinigung außerdem an Dampf, Wasser, Strom und Löhnen gespart wird und da sich die Benzolausbeute erhöht, weil die Wasch- und Destillationsverluste nicht mehr auftreten.

Aber auch dann, wenn man die Reinigung des Benzols bestehen lassen und die verschiedenen Fraktionen getrennt in gewaschenem Zustand gewinnen will, ergibt sich für den Absorptionsbetrieb mit Paraffinwaschöl eine Wirtschaftlichkeit, da sich beim Teerwaschöl die Ausgaben auf 22 000 – 5500[1] = 16 500 ℳ belaufen. Beim Paraffinwaschöl, das in gebrauchtem Zustand ohne weiteres als Heizöl abgesetzt werden kann, entsprechen die jährlichen Ausgaben 6000 – 3200 = 2800 ℳ, sind also 16 500 – 2800 = 13 700 ℳ geringer. Auch dieser Berechnung sind die denkbar ungünstigsten Verhältnisse zugrundegelegt worden, denn in Wirklichkeit wird die gesamte im Umlauf befindliche Waschölmenge kaum 50 t betragen, und selbst wenn man das Waschöl bei einem sehr stark verunreinigten Gase alle sechs Monate vollständig erneuern wollte, ergäbe sich allein im Absorptionsbetrieb eine Ersparnis von jährlich 5600 ℳ gegenüber der Verwendung von Teeröl.

Während in der obigen Berechnung der Waschölverbrauch auf den Kohlendurchsatz bezogen ist, ergibt sich auch dann eine sehr befriedigende Wirtschaftlichkeit, wenn man dem Verbrauch, wie Schumacher und Becker[2], die gewonnene Benzolmenge zugrundelegt. Nach ihrer Angabe sind mit 15 t Teerwaschöl 115 t Rohbenzol oder 115 : 15 = 7 t Benzol je t Waschöl absorbiert worden. In der Gasanstalt Halle hat man bis jetzt mit demselben Bestand von 10 t Paraffinwaschöl rd. 215 t Motorenbenzol oder 215 : 10 = 21,5 t je t Waschöl erzeugt, also rd. die dreifache Menge gegenüber der Ergiebigkeit des Teerwaschöles, ohne daß sich bei dem Paraffinwaschöl Anzeichen einer nachteiligen Veränderung geltend gemacht hätten.

Beschaffenheit des Paraffinwaschöles.

Die allgemein als Kennzeichen eines Waschöles dienenden Eigenschaften sind für das Paraffinwaschöl oben bereits im Vergleich mit Waschölen anderer Herkunft aufgeführt worden. Darüber hinaus haben Hellthaler und Trutnovsky[3] das Öl auf sein Absorptionsvermögen, seine Fähigkeit, das Benzol in der Wärme wieder loszulassen, sowie auf seine Neigung zur Polymerisation untersucht.

Bei der Sonderbehandlung des Paraffinöles zwecks Gewinnung eines einwandfreien Waschöles war neben den grundsätzlich erforderlichen Eigenschaften bei der Vorbehandlung vor allen Dingen auf eine möglichst geringe Neigung zur Polymerisation Wert zu legen. Auf verschiedene Weise vorbehandelte Paraffinöle sowie nicht behandeltes Paraffinöl wurden für eine Zeitdauer von 60 st auf 160° erhitzt und darauf die Polymerisationserzeugnisse, die hier der Kürze halber mit Asphalt bezeichnet sind, bestimmt.

	Asphaltgehalt vorher %	nachher %	Zunahme %
Paraffinöl, nicht behandelt	0,26	1,71	1,45
Paraffinöl, mit Alkohol gewaschen (Paraffinwaschöl)	0,09	0,25	0,16
Paraffinöl, mit Natronlauge gewaschen	0,00	0,62	0,62
Paraffinöl, mit Natronlauge und 2% Rohkresol gewaschen	0,00	0,44	0,44
Rohxylenole	0,00	0,28	0,28

[1] Als Einnahme für gebrauchtes Waschöl.
[2] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 584.
[3] Persönliche Mitteilung.

Aus einem Vergleich der Werte geht unzweifelhaft hervor, daß die Vorbehandlung mit Alkohol das günstigste Verfahren für die Waschölherstellung bildet. Zu beachten bleibt noch, daß im Benzolfabrikbetriebe eine Öltemperatur von 160° kaum erreicht wird und 140 bis 150° gewöhnlich die obere Grenze darstellen.

Außerdem wurde noch untersucht, ob sich durch Waschung des Paraffinöles mit Schwefelsäure und darauf mit Natronlauge weitere die Asphaltbildung begünstigende Verbindungen aus dem Öl entfernen ließen, jedoch war eine Veränderung der Waschölbeschaffenheit durch diese Vorbehandlung nicht wahrnehmbar. Wenn Göhrum[1] vor dem Gebrauch des Öles auf Grund eigener ungünstiger Erfahrungen warnt, so dürften sich diese nur auf irgendein dem Braunkohlenteer entstammendes Handelsöl beziehen, das sich lediglich auf Grund seiner Siedegrenzen scheinbar als Benzolwaschöl eignete.

Um die Absorptionsfähigkeit des Paraffinwaschöles gegenüber dem Teeröl festzustellen, wurde eine gewogene Benzolmenge verdampft und diese im Luftstrom durch zwei, einmal mit Teeröl und beim zweiten Versuch mit Paraffinwaschöl beschickte Vorlagen unter genau gleichen Bedingungen mit folgenden Ergebnissen hindurchgeleitet:

Teerwaschöl					Paraffinwaschöl				
Angewandte Luftmenge l	Versuchsdauer min	Verdampftes Benzol g	Absorbiert g	Nicht absorbiert %	Angewandte Luftmenge l	Versuchsdauer min	Verdampftes Benzol g	Absorbiert g	Nicht absorbiert %
40	135	11,136	7,486	31	30	180	7,938	6,410	19
20	205	6,375	5,241	16	20	180	6,110	5,300	13
20	155	6,073	5,235	13	20	150	5,025	4,381	13
20	135	5,478	4,687	13	20	120	6,637	5,702	14
20	107	5,966	5,105	13	10	150	3,193	2,956	8
10	85	3,546	3,160	9	10	55	3,294	3,072	7

Da sich bei diesen Versuchen keine vollständig übereinstimmenden Verhältnisse schaffen ließen, können die obigen Werte nur schätzungsweise zum Vergleich dienen. Immerhin kann man daraus ableiten, daß die Absorptionswirkung des Paraffinwaschöles gegenüber dem Teeröl zum mindesten nicht schlechter ist.

Die Zusammenstellung widerlegt ferner die Ansicht Nüblings und Englers[2], daß die Aufnahmefähigkeit des Paraffinöles weniger gut als die des Teeröles sei. Allerdings scheinen sich die Angaben dieser Forscher auf Versuche mit einem Handelsparaffinöl zu beziehen, nicht aber auf ein besonders vorbehandeltes Absorptionsöl.

Zur Ermittlung der Benzolverdrängung aus beiden Ölen im Vergleich wurden gleiche Mengen beider Öle mit 5% Benzol versetzt und bei 20 bis 25° bestimmte Luftmengen hindurchgeleitet. Aus der großen Zahl der Versuche sind im folgenden nur die Durchschnittsergebnisse zusammengestellt, aus denen ebenfalls eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung hervorgeht, obgleich die Werte mehr zugunsten des Teeröles sprechen, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß sich die Verhältnisse bei der Anwendung von Wasserdampf zum Abtreiben jedenfalls etwas verschieben würden.

Angewandte Luftmenge l	Aus 5%iger Lösung verdampft Teeröl % Benzol	Paraffinwaschöl % Benzol
5	13	12
10	24	19
15	33	28
20	42	36
25	50	46
30	56	52
35	62	57
40	67	62

Zusammenfassung.

Zur Benzolabsorption wird bisher fast ausschließlich ein Steinkohlenteeröl verwandt, dessen stetig fortschreitende Veränderung die Wirtschaftlichkeit der Benzolgewinnung beeinträchtigt. Versuche, feste Adsorptionsstoffe einzuführen, sind wegen der im Gase enthaltenen Verunreinigungen, welche die Adsorptionswirkung sehr schnell beeinträchtigen, gescheitert. Die Beschaffenheit verschiedener Waschöle sowie die Absorptionsbedingungen werden erläutert und die Ergebnisse der wichtigern Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete kurz angeführt. Ein dem Braunkohlenteer entstammendes Waschöl, das frei von Naphthalin, arm an sauern Bestandteilen und leichter als Wasser ist, wird in bezug auf seine Herstellung und die im Benzolbetriebe bisher gewonnenen Erfahrungen besprochen und seine im Gebrauch gegenüber Teeröl größere Wirtschaftlichkeit zahlenmäßig belegt. Den Schluß bilden Zahlentafeln, in denen die Ergebnisse vergleichender Versuche hinsichtlich Polymerisation sowie Absorption und Verdrängung von Benzol im Luftstrom zusammengestellt sind.

[1] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 517.
[2] Gas- u. Wasserfach 1924, S. 551.

Die Bewegungsvorgänge bei der Schüttelrutschenförderung mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung im Abbau.

Von Dipl.-Ing. K. Küppers, Kassel.

(Fortsetzung).

Untersuchung der praktisch erreichbaren Bewegungsverhältnisse.

Wie ohne weiteres einleuchtet, ist ein Bewegungsverlauf entsprechend den aufgestellten, den Bestfall wiedergebenden Schaubildern nur annähernd erreichbar. Man sucht diesem Ziel bei Wahl des Antriebes und der Verlagerung möglichst nahezukommen, wobei aber die Möglichkeit der baulichen Ausführung, die Wirtschaftlichkeit und die Betriebssicherheit in gleicher Weise zu berücksichtigen sind. Die beiden letztgenannten Punkte sollen vorläufig noch außer Betracht bleiben, da auf sie die besondern Verhältnisse des Abbaubetriebes einen maßgebenden Einfluß ausüben, unter deren Berücksichtigung sie später noch ausführlich gewürdigt werden. Zunächst sei nur auf die baulichen Möglichkeiten eingegangen, dabei jedesmal zuerst der Antrieb betrachtet

und dann festgestellt, wie die Verlagerung der Rinne erfolgen muß, damit mit diesem Antrieb die bestmögliche Angleichung an das Vorbild des Diagramms erfolgt.

Bei den Antrieben sind allgemein solche zu unterscheiden, bei denen die Bewegung der Rinne von einem hin- und hergehenden Kolben erzeugt wird, und solche, bei denen eine umlaufende Maschine die Bewegung der Rinne hervorruft. Die erste Gruppe der Kolbenantriebe umfaßt das gesamte Gebiet der Preßluftantriebe, die sich infolge ihrer kräftigen Bauart, Einfachheit und Betriebssicherheit im Bergbau die größte Beliebtheit und Verbreitung errungen haben. Der zweiten Gruppe gehören fast ausschließlich die elektrischen Antriebe an, da der von einer Transmission abgeleitete Riemenantrieb für den Abbaubetrieb natürlich nicht in Frage kommt. Man hat zwar auch Preßluftantriebe mit umlaufenden Maschinen gebaut, diesen Weg meines Wissens aber wieder verlassen, da er zweifellos einen Rückschritt bedeutete, denn gerade die auf außerordentlich einfache Weise erzielbare hin- und hergehende Bewegung ist der Hauptvorzug der Preßluftantriebe und auch heute noch der Grund dafür, daß sie sich durch die mit erheblich besserm Wirkungsgrad arbeitenden elektrischen Antriebe nur sehr langsam verdrängen lassen.

Immerhin ist die weitere Durchbildung des bisher noch verhältnismäßig wenig verbreiteten elektrischen Antriebes wegen seines überragenden Wirkungsgrades von allergrößter Bedeutung und diese Antriebsart daher hier besonders ausführlich zu behandeln.

Die Kolbenantriebe.

Die Brauchbarkeit der Kolbenantriebe sei zunächst für das Beschleunigungsverfahren und dann für das Schwerkraftverfahren erörtert.

Das Wesen des Beschleunigungsverfahrens kennzeichnet das Schaubild 4, das für die folgenden Untersuchungen hier nochmals der Abb. 24 zugrundegelegt worden ist. Betrachtet man den Hingang, so ist für die praktische Durchführbarkeit der Bewegung zunächst die Einschränkung zu machen, daß man mit der Beschleunigung nicht bis an den Grenzwert $\mu \cdot g$ gehen darf, da man sonst Gefahr laufen würde, durch eine geringe Überschreitung dieses Wertes sofort ein Gleiten zwischen Gut und Rinne hervorzurufen, wodurch die auf das Gut übertragene Beschleunigung von dem Werte $\mu \cdot g$ auf $\mu_1 \cdot g$ vermindert und damit die Förderleistung entsprechend herabgesetzt würde. Zur Beseitigung dieser gerade bei den Kolbenantrieben, wie noch dargelegt wird,

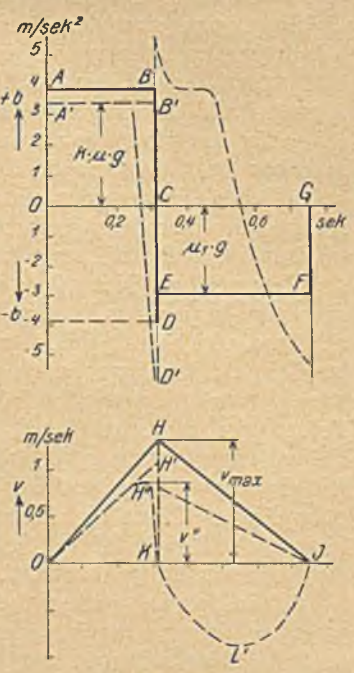


Abb. 24.

in hohem Maße vorhandenen Gefahr wird man für den Hingang statt der Beschleunigung $OA = \mu \cdot g$ eine geringere Beschleunigung $OA' = k \cdot \mu \cdot g$ wählen, wobei k einen Sicherheitswert von der Größenordnung zwischen 0,8 und 0,9 bedeutet. Entsprechend wird auch die erzielte Geschwindigkeit nicht nach der Linie OH, sondern etwa nach OH' verlaufen.

Die Form OA'B'C des Beschleunigungsdiagrammes für den Hingang ließe sich nun dadurch erreichen, daß man den Kolben während des ganzen Hubes voll beaufschlagt. Dabei müßte

$$F \cdot p = \frac{G + G_R}{g} \cdot k \cdot \mu \cdot g + W = k \cdot \mu \cdot (G + G_R) + W$$

sein. Darin bedeutet F die Kolbenfläche in cm², p den Druck des Betriebsmittels in kg/cm², G das Gewicht des in der Rinne lagernden Gutes, G_R das Gesamtgewicht sämtlicher zu beschleunigender Rinnen- und Antriebsteile in kg, W die Bewegungswiderstände in kg.

Aus dieser Gleichung läßt sich für einen bestimmten verfügbaren Preßluftdruck p, ein bestimmtes Rinnengewicht G_R, eine bestimmte Fördermenge G und bei bekannten Widerständen W die erforderliche Kolbenfläche F ermitteln.

Die Umkehr der Rinne am Hubende, die nach Abb. 4 durch augenblickliches Sinken des Beschleunigungswertes von $k \cdot \mu \cdot g$ auf Null, entsprechend der Linie B'C, und durch gleichzeitiges Anwachsen der Verzögerung von 0 auf $-\infty$, entsprechend der Linie CD, erfolgen müßte, wird praktisch ebenfalls eine geeignete Änderung erfahren. Eine Annäherung an den Bestfall ließe sich dadurch erzielen, daß man am Hubende plötzlich das Einlaßventil schließt und das Auslaßventil öffnet und die Rinne in demselben Augenblick gegen einen geeignet angebrachten festen Anschlag prallen läßt, wodurch ihre Bewegung stoßartig vernichtet und das Gleiten des Gutes eingeleitet wird. Von diesem Mittel macht man aber nur selten und ungern Gebrauch, da einmal die Vollfüllung mit anschließendem Auspuff des hochgespannten Druckmittels höchst unwirtschaftlich ist und außerdem naturgemäß eine sehr starke Beanspruchung des verwendeten Baustoffes und dementsprechend ein schneller Verschleiß der Rinne auftreten würde. Man wird deshalb, um wenigstens den letztgenannten Übelstand zu beheben, einen etwas sanftern Übergang vom Hingang zum Rückhub wählen, was sich z. B. durch geringe Luftdehnung am Ende des Hinganges und gleichzeitige Verdichtung auf der andern Kolbenseite erreichen läßt. Das Schaubild für den Hingang wird also etwa nach der Linie OA'D' oder OH'' verlaufen und statt der Geschwindigkeit v_{max} nur die kleinere Geschwindigkeit v'' erreicht.

Dieser Umstand hat natürlich wieder Einfluß auf den Rückgang. Die Zeit t_2 ist nicht mehr gleich $\frac{v_{max}}{b_2}$, sondern nur gleich $\frac{v''}{b_2}$, also kürzer als im Bestfall. Da der Hingang demgegenüber infolge der verringerten Beschleunigung und ihrer allmählichen Abnahme längere Zeit als im Bestfall erfordert, zeigt sich, daß sich der für diesen gefundene Unterschied der Zeiten für den Hin-

und Rückgang mehr und mehr ausgleicht, praktisch also mit annähernd gleichen Zeiten für Hin- und Rückgang gerechnet werden kann.

Den Rückgang wird man mit Teilfüllung und möglichst weitgehender Dehnung durchführen, was um so eher zulässig ist, als ja für den Rückgang die Augenblickswerte der Beschleunigung keine Rolle spielen, sofern nur die Rinne vor oder mit dem Zeitpunkt t_2 des Eintritts der relativen Ruhe zwischen Gut und Rinne an ihrem Anfangspunkt wieder angelangt ist. Die Steuerung des Kolbens kann also z. B. so erfolgen, daß der Rückgang zunächst durch die Dehnung des am Ende des Hinganges verdichteten Druckmittels bis auf seinen Normaldruck eingeleitet wird. Alsdann erfolgt der Eintritt des frischen Druckmittels und die Füllung des Zylinders bis zu dem Punkt, an dem die Dehnung beginnen soll.

Die für die Beschleunigung der Rinne während des Rückganges erforderliche Kraft ist sowohl ihrer allgemeinen Größenordnung als auch ihrem Augenblickswerte nach sehr verschieden von der für den Hingang erforderlichen Kraft. Diese war während des größten Teiles des Hinganges bis kurz vor Beginn der Verdichtung auf der andern Kolbenseite unverändert

$$K = F \cdot p = k \cdot \mu\,(G + G_R) + W.$$

Für den Rückgang ist diese Kraft, wenn man die zuletzt angeführte, wirtschaftlichere Arbeitsweise anwenden will, nicht mehr unverändert. Außerdem dient sie jetzt nicht zur Beschleunigung von Rinne und Gut wie beim Hingang, sondern sie beschleunigt nur die Rinne gegen die Wirkung der durch das gleitende Gut erzeugten Reibungskraft $\mu_1 \cdot G$ und der Widerstände W. Es ist also

$$K_R = b_R \cdot \frac{G_R}{g} + \mu_1 \cdot G + W.$$

Da $\mu_1 \cdot G$ und $\frac{G_R}{g}$ unveränderlich sind und auch W als gleichbleibend angenommen werden kann, folgt, daß die erzielte Beschleunigung b_R für den Rückgang der Rinne unmittelbar von den Augenblickswerten von K abhängig sein muß. Stellt man die Bedingung, daß die Rinne genau nach der Zeit t_2 ihren Anfangspunkt wieder erreicht haben soll, so muß die Anfangsbeschleunigung für den Rückgang einen wesentlich höhern Wert haben als die Beschleunigung für den Hingang. Demgemäß müßte bei gleichbleibendem Preßluftdruck für den Rückgang eine größere Kolbenfläche zur Verfügung stehen als für den Hingang.

Noch krasser stellen sich die Verhältnisse dar, wenn man eine Bewegung ähnlich der in Abb. 8 wiedergegebenen erzielen wollte. Hier ist die Beschleunigung der Rinne bei Beginn des Rückganges ein Vielfaches von derjenigen für den Hingang. Die Unterschiede der erforderlichen Antriebskräfte würden also noch größer werden als bei dem oben angeführten Beispiel. Auch in dem nicht seltenen Fall der einfallenden Förderung sind die Unterschiede sehr erheblich, denn hierbei wird der Antrieb beim Hingang durch die Schwerkraft unterstützt, während er beim Rückgang das gesamte Gewicht der Rinne nicht nur beschleunigen und gegen die Wirkung der Gleitreibung bewegen, sondern auch um die Höhe $h = s \cdot \sin\alpha$ anheben muß. Man sieht also, daß die Antriebskraft für den Rückgang in den meisten Fällen größer sein muß als die für den Hingang, daß also bei gleichbleibendem Druck des Antriebsmittels für den Rückgang fast stets eine größere Kolbenfläche zur Verfügung stehen muß als für den Hingang, wenn man die gewünschten Beschleunigungsverhältnisse erreichen will. Man wird deshalb zweckmäßig den Antriebskolben als Stufenkolben ausbilden, was tatsächlich sehr häufig geschieht.

Die beschriebene Betriebsweise hat noch den großen Nachteil, daß für den Hingang die außerordentlich unwirtschaftliche Vollfüllung angewandt werden muß, wenn man mit der Rinne die größtmögliche Förderleistung erzielen will. Zur Behebung dieses Übelstandes hat Ohnesorge[1] einen meines Wissens mit Erfolg angewandten Stufenkolbenmotor vorgeschlagen, dessen kleinere Kolbenfläche dauernd unter dem gleichbleibenden Druck des Treibmittels stehen soll, während auf der größern Kolbenseite zu Beginn des Rückganges eine kleine Teilfüllung mit anschließender Luftdehnung und am Ende des Hinganges eine Voreinströmung der Preßluft stattfindet. Mit einer derartigen Maschine ist eine ziemlich genaue Durchführung des Beschleunigungsverfahrens möglich. Allerdings gilt das nur mit drei sehr wesentlichen Einschränkungen, die zugleich den Hauptnachteil aller Kolbenantriebe darstellen, nämlich die erzielten Beschleunigungen sind abhängig von: dem vorhandenen Druck des Betriebsmittels, der Größe der zu beschleunigenden Massen und der Größe der Bewegungswiderstände. Da bekanntlich der Druck der Preßluft vor Ort ganz außerordentlich starken Schwankungen unterworfen ist, leuchtet ein, daß die beabsichtigten Beschleunigungskräfte infolge der festen Abmessungen des Antriebskolbens nur bei einem ganz bestimmten Druck erzeugt werden. Eine Über- oder Unterschreitung der zulässigen Beschleunigungen beim Hin- und Rückgang übt aber, wie oben gezeigt worden ist, beim Beschleunigungsverfahren einen sehr ungünstigen Einfluß auf die Förderleistung aus.

Sieht man von den durch die Druckschwankungen hervorgerufenen Bewegungsfehlern ab, so bietet außerdem noch der Wechsel der Größe der zu beschleunigenden Massen Anlaß zu Ungenauigkeiten. Die Kraft hängt sowohl für den Hingang als auch für den Rückgang unmittelbar von dem Gewicht der Rinne und des in ihr befindlichen Fördergutes ab. Das Gewicht der Rinne ändert sich unter der Annahme, daß jede Grube nur ein bestimmtes Blechprofil verwendet, im Verhältnis der Länge der Rinnenbahn. Dies würde also bedeuten, daß ein bestimmter Antrieb nur für eine bestimmte Rinnenlänge die richtige Antriebskraft liefern kann. Außerdem ist aber die erzielte Beschleunigung auch von der im Abbaubetriebe ständig stark wechselnden Fördermenge abhängig. Die Folge wird z. B. sein, daß ein Antrieb, der für volle Füllung eines Rutschenquerschnittes und für eine bestimmte Rutschenlänge berechnet ist, bei schwächerer Belastung oder kürzerer Rinne eine zu große Beschleunigung beim Hingang und eine dadurch bedingte starke Verminderung der Förderleistung verursacht.

Schließlich sei noch auf die Schwankungen der Bewegungswiderstände hingewiesen, die natürlich auch erhebliche Schwankungen der erzielten Beschleunigungen

[1] Fördertechnik 1923, S. 37.

zur Folge haben, denn es ist klar, daß sich eine gut und sauber verlagerte Rutsche viel leichter bewegen läßt als eine schlecht verlagerte mit verschütteten Laufbahnen. Außerdem können Verschiedenheiten der Bewegungswiderstände beim Hin- und beim Rückgang große Ungenauigkeiten im Verlaufe der Förderung hervorrufen. Solche Verschiedenheiten treten z. B. auf, wenn das Einfallen wechselt oder der Winkel sich ändert, unter dem die Rutsche gegen die Wagrechte bewegt wird.

Man sieht also, daß die Durchführung einer bewegungstechnisch einwandfreien Förderung mit Kolbenantrieben bei dem Beschleunigungsverfahren auf große Schwierigkeiten stößt. Abhilfe könnte man hiergegen nur dadurch schaffen, daß der Antrieb für die größte in der betreffenden Grube auftretende Leistung gebaut und gleichzeitig mit einer Vorrichtung versehen würde, die bei Verminderung der die erforderliche Antriebskraft bestimmenden Werte die Füllung so regelt oder den Druck so drosselt, daß eine Überschreitung der zulässigen Beschleunigungen unter allen Umständen vermieden wird. Eine derartige Einrichtung ist aber ohne eine für den rauhen Abbaubetrieb unzulässige Verwicklung des Aufbaues kaum herzustellen und tatsächlich bisher auch noch nicht mit Erfolg ausgeführt worden.

Die Verlagerung der Rutschen mit derartigen zweiseitig wirkenden Kolbenmotoren erfolgt am zweckmäßigsten auf geradlinigen Bahnen, und zwar entweder einfach parallel der Förderrichtung oder, wenn eine besonders große Förderleistung verlangt wird, beim Hingang gegen die Förderrichtung ansteigend. In diesem Falle muß aber dafür gesorgt werden, daß der Antrieb auch die dem Führungswinkel entsprechende höhere Beschleunigung zu liefern imstande ist, denn sonst würde die Aufwärtsbewegung der Rinne einen unnötigen und völlig wirkungslosen Kraftaufwand bedeuten. Dabei ist stets besonders zu beachten, daß das Gesamtgewicht von Rinne und Gut jetzt unter Umständen beim Hingang anzuheben ist, während beim Rückgang der Antrieb durch die Schwerkraft unterstützt wird. In diesem Falle wäre also für den Hingang die größere Kolbenfläche erforderlich. Jedenfalls ist diese Frage stets vor dem Einbau von Laufbahnen zu prüfen, da man sonst leicht das Gegenteil von dem erreicht, was man mit dieser Maßnahme beabsichtigt. Die Verwendung kurvenförmiger Laufbahnen hat für die zweiseitig wirkenden Kolbenantriebe wenig Zweck, da die Beschleunigung während des ganzen Hinganges fast unverändert bleibt.

Die Ergebnisse lassen sich also zunächst wie folgt zusammenfassen: Das Beschleunigungsverfahren ist mit Kolbenantrieben, besonders mit Stufenkolben, theoretisch mit großer Genauigkeit durchführbar, praktisch bringen jedoch die unvermeidlichen Änderungen des Betriebsdruckes, der zu beschleunigenden Massen und der Bewegungswiderstände erhebliche Abweichungen von dem gewollten Bewegungsverlauf mit sich. Die Führung der Rinne erfolgt am einfachsten geradlinig und, wenn erforderlich, beim Hingang gegen die Förderrichtung ansteigend.

Beim Schwerkraftverfahren liegen die Verhältnisse für den Kolbenantrieb ganz wesentlich einfacher und günstiger, da man für den Verlauf der Beschleunigung beim Rückgang, zu dessen Durchführung ja allein der Antrieb dient, eine weit größere Bewegungsfreiheit hat als beim Beschleunigungsverfahren. Eine Erhöhung des Druckes, eine Verminderung der Rutschenlänge oder eine Verminderung der Fördermenge bewirken sämtlich nur eine Erhöhung der Rückgangsbeschleunigung, wodurch wiederum, allerdings unter Verschlechterung des Wirkungsgrades, die Förderleistung gesteigert wird. Die beim Beschleunigungsverfahren durch die Veränderlichkeit der treibenden und der hemmenden Kräfte hervorgerufenen nachteiligen Folgen treten also beim Schwerkraftverfahren nicht in gleich hohem Maße in die Erscheinung, wenn man davon absieht, daß eine Zunahme der Bewegungswiderstände beim Hingang die beschleunigende Wirkung der Schwerkraft vermindern kann. Für den Rückgang, d. h. also auch für den Antrieb, ist jedenfalls genügend Spielraum vorhanden, innerhalb dessen sich keine erheblich ungünstigen Wirkungen auf die Förderleistung bemerkbar machen, sofern nur der Antrieb so bemessen ist, daß er bei dem vorkommenden niedrigsten Preßluftdruck die größten auftretenden Massenkräfte und Widerstände überwindet. Dazu kommt noch, daß die nach dem Schwerkraftverfahren arbeitenden, einseitig wirkenden Kolbenantriebe eine überaus einfache Einstellbarkeit der Hublänge und damit Reglungsmöglichkeit bieten, wie sie in gleicher Weise bei den zweiseitig wirkenden Maschinen nicht erreichbar ist. Die Durchführung des Fördervorganges in der durch Abb. 18 veranschaulichten Weise ist also mit fast vollständiger Annäherung möglich.

Über die schon eingehend besprochene Rinnenführung beim Schwerkraftverfahren sei kurz noch folgendes bemerkt. Ist das Einfallen zur Erzielung einer genügenden Beschleunigung durch die Schwerkraft zu gering, so muß die Fallhöhe durch Verlängerung des Hubes oder durch Steigerung des Fallwinkels künstlich vergrößert werden. Genügen diese Maßnahmen nicht, so kann man die Förderleistung noch durch Verwendung kurvenförmiger Laufbahnen steigern. Die günstigste Form hierfür ist die Zykloide, da sie den Hingang in der kürzesten Zeit ermöglicht und beim Rückgang keine unzulässige Verzögerung hervorruft. Dieser Punkt ist gerade bei den einseitig wirkenden und mit weitgehender Luftdehnung arbeitenden Kolbenantrieben von besonderer Bedeutung, da die größte Beschleunigung zu Beginn des Rückhubes auftritt, wo die Rinne noch annähernd wagrecht bewegt wird. Die merkbare Aufwärtsbewegung beginnt erst, wenn die Beschleunigung fast wieder gleich Null oder sogar negativ geworden ist.

Die Durchführung des Schwerkraftverfahrens mit einseitig wirkendem Kolbenantrieb und Zykloidenführung der Rinne stellt also eine ganz besonders brauchbare Lösung der Schüttelrutschenförderung dar.

Die umlaufenden Antriebe.

Von den umlaufenden Antrieben seien nacheinander die reinen Kurbelgetriebe, die zusammengesetzten Kurbelgetriebe, die Kurbelgetriebe mit nachgiebigen Zwischengliedern und die Kurvengetriebe behandelt. Die reinen Kurbelgetriebe sind, wie ein Blick auf das Beschleunigungsschaubild, Abb. 25, lehrt, für die Erreichung des gewünschten Bewegungsverlaufes wenig geeignet, und

zwar in erster Linie deshalb, weil der Übergang von der Beschleunigung zur Verzögerung ganz allmählich vor sich geht, so daß in dem Augenblick, in dem das Gut den Reibungsschluß der Ruhe durchbricht, der größte Teil der darauf übertragenen Bewegungsenergie bereits wieder verzehrt ist. Das Gut würde also, wenn OQ in Abb. 25 den Hub darstellt, zusammen mit der Rinne während des Weges OP_0 beschleunigt und während des Weges P_0B verzögert werden. Erst im Punkt B, wo die Verzögerung BA den Wert $\mu \cdot g$ überschreitet, würde es anfangen, zu rutschen und auf der Rinne vorwärtszuschießen, während diese auf der Strecke BQ vollends zum Stillstand kommt. In dieser Zeit wird das Gut nur mit der Verzögerung $-\mu_1 \cdot g$ gebremst, die kleiner ist als die Verzögerung der Rinne. Im Totpunkt Q muß es also noch eine gewisse Geschwindigkeit in der Förderrichtung besitzen. Diese ist aber so gering, daß sie kurz nach Beginn des Rückhubes bereits aufgezehrt ist, und dann beginnt sofort die Beschleunigung in rückwärtiger Richtung, und zwar zunächst auf der Strecke bis B mit dem Wert $\mu_1 \cdot g$ und von B bis O zusammen mit der Rinne.

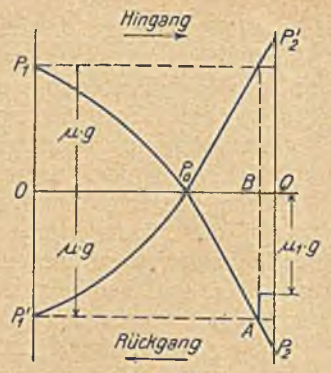


Abb. 25.

Man ersieht hieraus ohne weiteres, daß das einfache Kurbelgetriebe ohne besondere Hilfsmittel für eine wirtschaftliche Schüttelrutschenförderung nicht in Frage kommt, da die erreichbare Förderwirkung im Verhältnis zu den für die Beschleunigung der Massen erforderlichen Kräften viel zu klein ist.

Von den verschiedenen Verfahren, die trotzdem eine mehr oder weniger gute Annäherung des Förderspiels an den Bestfall ermöglichen, besteht das älteste und einfachste darin, daß man die Rinne nicht wagrecht, sondern auf einer geneigten Bahn bewegt, indem sie beim Hingang gehoben und beim Rückgang gesenkt wird. Der dadurch hervorgerufene Wechsel des Auflagedruckes erlaubt, die Beschleunigungskraft beim Hingang zu vergrößern, während die Verzögerung beim Rückgang vermindert wird. Da diese Art der Anwendung des Kurbelantriebes für Schüttelrutschen erhebliche Bedeutung erlangt hat, soll sie hier etwas eingehender untersucht werden[1].

In Abb. 26 bedeute wieder A die Rinne, die auf den unter dem Winkel α gegen die Wagrechte geneigten Führungsbahnen hin- und herbewegt wird. Der Antrieb erfolge durch die mit der gleichbleibenden Winkelgeschwindigkeit ω umlaufende Kurbel r unter Vermittlung

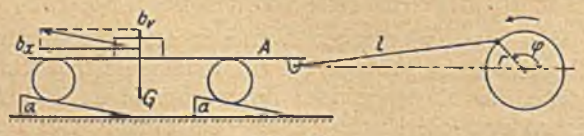


Abb. 26.

[1] vgl. v. Hanffstengel: Die Förderung von Massengütern. 1913, Bd. 1, S. 227.

der Schubstange l. Die Beschleunigung in wagrechter Richtung ergibt sich dann nach den bekannten Verhältnissen des Kurbelgetriebes, wenn man der Einfachheit halber annimmt, daß der Angriffspunkt der Schubstange an der Rinne mit dem Wellenmittel O auf einer Wagrechten liegt, zu

$$b_h = \omega^2 \cdot r \left(\cos\varphi \pm \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right).$$

Nach den oben gefundenen Beziehungen war die Beschleunigung in lotrechter Richtung

$$b_v = b_h \cdot \operatorname{tg}\alpha = \omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\cos\varphi \pm \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right),$$

der Auflagedruck $N = G \pm \frac{G}{g} \cdot b_h \cdot \operatorname{tg}\alpha = G \pm \frac{G}{g} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\cos\varphi \pm \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right)$ und die Reibung

$$R = N \cdot \mu = \mu \cdot G \cdot \left[1 \pm \frac{\omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha}{g} \left(\cos\varphi \pm \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right)\right].$$

Dabei gilt zwischen den beiden Gliedern der eckigen Klammer das obere Vorzeichen für den Hingang, das untere für den Rückgang. In der runden Klammer dagegen gilt das Pluszeichen für den auf die Kurbelwelle zu gerichteten Hub und das Minuszeichen für die von der Welle fort gerichtete Bewegung der Rinne, d. h. man muß den in der Abb. 26 angegebenen Drehsinn der Kurbel wählen, um das Schaubild in der Form der Abb. 25 zu erhalten.

Die Beschleunigung des Fördergutes beträgt also während des Hinganges

$$b_H = \frac{R}{M} = \frac{R}{G/g} = \mu \cdot \left[g + \omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\cos\varphi - \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right)\right]$$

und während des Rückganges

$$b_R = \mu \cdot \left[g - \omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\cos\varphi + \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right)\right].$$

Will man wieder zur Bedingung machen, daß beim Hingang der Reibungsschluß der Ruhe zwischen Gut und Rinne nicht unterbrochen werden soll, so darf der Wert der Rinnenbeschleunigung in keinem Augenblick größer werden als der zugehörige Wert der unter Vermittlung der Reibung auf das Fördergut übertragbaren Beschleunigung. Demnach muß die Beziehung gelten:

$$\omega^2 \cdot r \cdot \left(\cos\varphi - \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right) \leqq$$

$$\mu \cdot \left[g + \omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\cos\varphi - \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right)\right].$$

Der Höchstwert dieser Beschleunigungen tritt auf für $\varphi = 0$ und $\cos\varphi = 1$, und damit ergibt sich:

$$\omega^2 \cdot r \cdot \left(1 - \frac{r}{l}\right) \leqq \mu \cdot \left[g + \omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \left(1 - \frac{r}{l}\right)\right]$$

$$\omega^2 \cdot r \cdot \left(1 - \frac{r}{l}\right) \cdot (1 - \mu \cdot \operatorname{tg}\alpha) \leqq \mu \cdot g$$

$$\omega \leqq \sqrt{\frac{\mu \cdot g}{r \cdot \left(1 - \frac{r}{l}\right) \cdot (1 - \mu \cdot \operatorname{tg}\alpha)}}.$$

Aus dieser Gleichung läßt sich für jedes gegebene Getriebe bei bekannter Reibungszahl und bekanntem

Neigungswinkel der Laufbahn die höchstzulässige Winkelgeschwindigkeit oder Drehzahl ermitteln.

Setzt man z. B. $r = 0{,}10$ m; $l = 0{,}5$ m; $\mu = 0{,}4$; $\alpha = 20^0$; $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}364$, dann errechnet sich die höchstzulässige Drehzahl wie folgt:

$$\omega_{max} = \sqrt{\frac{0{,}4 \cdot 9{,}81}{0{,}1(1-0{,}2)(1-0{,}4 \cdot 0{,}364)}} = \sqrt{\frac{3{,}924}{0{,}068}} = 7{,}6$$

$$n_{max} = \frac{30 \cdot \omega_{max}}{\pi} = \frac{30 \cdot 7{,}6}{3{,}14} = 73 \text{ Uml./min.}$$

Eine weitere Begrenzung für die höchstzulässige Drehzahl ergibt sich, wenn man verlangt, daß sich das Fördergut nicht von der Rinne abheben, nicht »springen« darf. Die gerade dieser Forderung genügende Drehzahl kann man aus der Gleichung für den Auflagedruck berechnen, indem man $H = 0$ und $\varphi = \pi$ setzt. Dann erhält man

$$\frac{\omega^2 \cdot r \cdot \operatorname{tg}\alpha}{g} \cdot \left(1 - \frac{r}{l}\right) = 1; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{r \cdot \operatorname{tg}\alpha\left(1 - \frac{r}{l}\right)}}.$$

Für das vorliegende Beispiel würde das bedeuten

$$\omega = \sqrt{\frac{9{,}81}{0{,}1 \cdot 0{,}364 \cdot 0{,}8}} = \sqrt{\frac{9{,}81}{0{,}029}} = 18{,}4.$$

Die Drehzahl beläuft sich demnach auf $n_{max} = \frac{30 \cdot 18{,}4}{\pi}$ $= \sim 176$ Uml./min, wobei die Gefahr des »Springens« des Gutes nicht bestehen würde.

Zur Untersuchung der Frage, welche Fördergeschwindigkeit und damit Förderleistung mit einem bestimmten Kurbelgetriebe bei einer bestimmten Laufbahnneigung erreichbar ist, sei zunächst der Verlauf der Beschleunigungen und Geschwindigkeiten von Rinne und Fördergut während eines Hin- und Rückganges, d. h. während einer Kurbelumdrehung betrachtet.

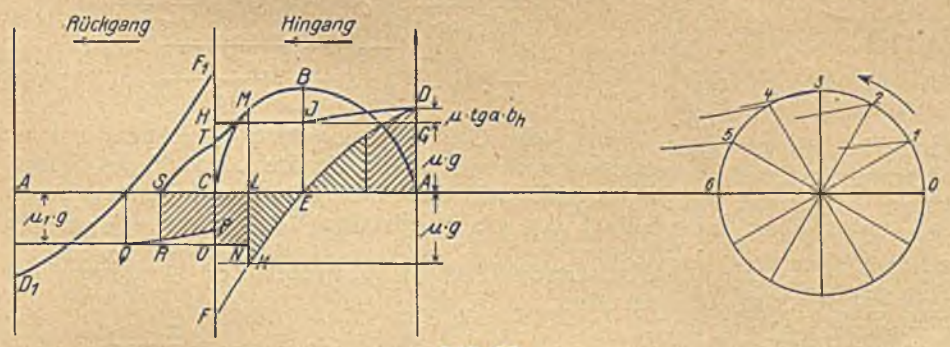


Abb. 27.

In Abb. 27 ist durch die Schaulinie ABC die Geschwindigkeit und durch die Kurve DEF die Beschleunigung der Rinne während des Hinganges dargestellt. Die Beschleunigung hat ihren Höchstwert zu Beginn des Hinganges. Ihr Wert AD setzt sich, wenn die Kurbel gerade mit der Winkelgeschwindigkeit ω_{max} bewegt wird, aus den Werten $AG = \mu \cdot g$ und $GD = \mu \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot b_h$ zusammen, wobei $\mu \cdot g$ unverändert bleibt, während sich $\mu \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot b_h$ mit b_h ändert. Wird $b_h = 0$, was im Punkte E eintritt, so ist die auf das Gut übertragbare Beschleunigung wieder gleich $\mu \cdot g$. Der Völligkeitsgrad des Diagramms, d. h. das Verhältnis der tatsächlich vom Antrieb auf das Gut übertragenen Beschleunigung, dargestellt durch die Fläche ADE, zu der bei voller Inanspruchnahme des Reibungsschlusses höchstmöglichen Gesamtbeschleunigung, entsprechend der Fläche ADIE, ist schon ein erster Wertmesser für den Gütegrad des Antriebes.

Wie der Augenschein zeigt, ist dieser Gütegrad bei dem betrachteten Antrieb schlecht. Er beträgt nur etwa 60 %, bezogen auf den ersten Teil des Hubes, solange die Beschleunigung überhaupt noch positiv ist, und nur etwa 30 %, bezogen auf den ganzen Hingang.

Eine weitere wichtige Bewertung des Antriebes ergibt sich aus dem Verlauf der Verzögerung vom Punkte E bis zum Hubende. Beim gewöhnlichen Kurbelgetriebe geht der Übergang von der Beschleunigung zur Verzögerung während einer halben Kurbelumdrehung, wie erwähnt, sehr allmählich vor sich, d. h. die Kurve DEF weicht nur wenig von einer Geraden ab. Die Folge davon ist, daß ein großer Teil der geleisteten Beschleunigungsarbeit wieder verlorengeht, bevor das Gut den Reibungsschluß der Ruhe durchbricht und vermöge seiner lebendigen Kraft vorwärtsschießt. Die Größe dieses Verlustes wird durch die Fläche EKL gekennzeichnet. Er ist der Grund, daß der Gleitabschnitt nicht, wie es wünschenswert wäre, bei der Höchstgeschwindigkeit EB, sondern erst bei der bereits verminderten Geschwindigkeit LM beginnt. Im Punkt M begibt sich das Gut unter den Einfluß der Gleitreibung $\mu_1 \cdot g$, die es zunächst bis zum Hubwechsel gleichmäßig verzögert, entsprechend der Linie NO. Nach dem Hubwechsel vermindert sich die auf das Gut wirkende Verzögerung um den Betrag $\mu_1 \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot b_h$, sie wird also etwa im Sinne der Linie PQ verlaufen. Der relative Stillstand zwischen Gut und Rinne tritt ein, wenn die gesamte auf das Gut übertragene Verzögerungsarbeit gleich der gesamten vom Gut aufgenommenen Beschleunigungsarbeit ist, d. h. wenn die Fläche zwischen der Verzögerungslinie NOPQ und der Abszissenachse gleich dem Unterschied der Flächen ADE und ELK geworden ist, also etwa in Höhe des Punktes S. Von diesem Punkte an bis zum Beginn des neuen Hinganges wird das Gut von der Rinne mit zurückgenommen. Es verharrt auf ihr in Ruhe, da der Reibungsschluß der Ruhe nicht mehr durchbrochen wird. Der Geschwindigkeitsverlauf des gleitenden Fördergutes ist mithin durch die Linie MTS gekennzeichnet.

Schon hieraus erkennt man, daß die Förderleistung einer derartig angetriebenen Förderrinne trotz der Führung der Rinne auf geneigter Bahn im Verhältnis zu der für Beschleunigung und Verzögerung der Massen aufzuwendenden Arbeit nur gering sein kann. Eine Möglichkeit, sie zu erhöhen, besteht in der Erhöhung der Drehzahl über die durch den Reibungsschluß der Ruhe bedingte Grenze hinaus. Man muß dann allerdings die geringere Reibungszahl der Bewegung als fördervermindernd in Kauf nehmen, gewinnt aber dafür einen größern Einfluß des beim Hingang stark zunehmenden, beim Rückgang stark verminderten Auflagedruckes.

Nach diesem Grundsatz arbeiten die bekannten Schwingeförderrinnen oder »Wippen«, mit denen tatsächlich ganz annehmbare Förderleistungen erreicht werden. Die erforderliche hohe Drehzahl von etwa 300 bis 400 je min und die dadurch bedingten sehr großen Massenkräfte beschränken aber die Verwendbarkeit dieser Schwingeförderrinnen auf kurze Rutschenlängen. Außerdem verlangt die hohe Hubzahl eine sehr genaue und starke Verlagerung der ganzen Rinne. Da sie infolgedessen für den Abbaubetrieb nicht in Frage kommt, soll sie hier auch nicht näher untersucht werden, zumal, da sie im Schrifttum schon mehrfach eingehend behandelt worden ist[1].

Will man den Kurbelantrieb für den Abbaubetrieb geeignet machen, so muß dies mit einfachern Mitteln geschehen. Eine ganze Reihe derartiger Lösungen hat Marcus, der Erfinder der bekannten »Propellerrinne«, angegeben. Sie bestehen meist aus Getriebe-Zusammensetzungen, wie Schleppkurbel, Kurbelschleife und ähnlichem, die sich aber alle für den Abbaubetrieb noch wenig eignen. Das einzige der von ihm vorgeschlagenen Mittel von genügender Einfachheit ist ein Kurbelgetriebe mit stark verkürzter Schubstange.

Abb. 28, der $\frac{r}{l} = \frac{1}{2}$ zugrundegelegt ist, zeigt, wie die Verhältnisse sich hierbei ändern. Der Erfolg ist, daß die Beschleunigung während eines großen Weges annähernd

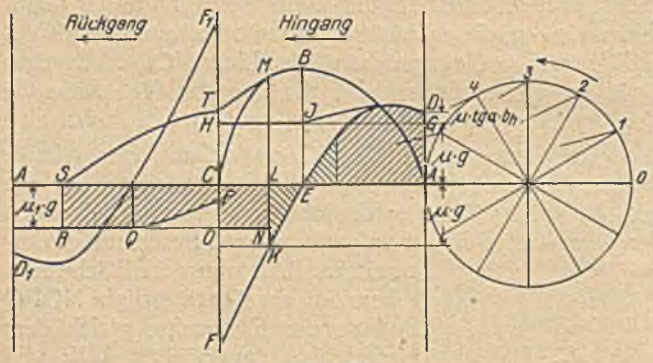


Abb. 28.

gleich bleibt, wodurch der Gütegrad ganz erheblich verbessert wird, und daß ferner die Verzögerung am Ende des Hinganges wesentlich schneller ansteigt, so daß sich die Verlustfläche KLE erheblich verringert. Da weiterhin die Beschleunigung zu Beginn des Rückhubes einen verhältnismäßig viel höhern Wert hat als beim gewöhnlichen Antrieb, wird der reibungsvermindernde Einfluß beim Rückgang wesentlich verstärkt und die Verzögerungsfläche sehr flach und langgestreckt, so daß das Gut während eines großen Teiles des Rückganges vorwärtsgleitet.

Wie groß der Einfluß der verkürzten Schubstange ist, soll kurz durch einen rechnerischen Vergleich der beiden Antriebsarten gezeigt werden.

Zunächst errechnet sich die Geschwindigkeit der Rinne an beliebiger Stelle des Hubes wie folgt:

$$v = \int b \cdot d\,t = \frac{1}{\omega} \cdot \int b \cdot d\varphi = \omega \cdot r \int_0^{\varphi} \left(\cos\varphi \pm \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi\right) \cdot d\varphi$$

$$v = \omega \cdot r \left[\sin\varphi \pm \frac{1}{2}\frac{r}{l} \cdot \sin 2\varphi\right]_0^{\varphi}.$$

[1] vgl. Hanffstengel, a. a. O. S. 227.

Der Höchstwert der Geschwindigkeit während des Hinganges tritt auf, wenn $\cos\varphi_1 - \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi_1 = 0$ ist. Daraus ergibt sich unter Benutzung der Beziehung $\cos 2\varphi = 2 \cdot \cos^2\varphi - 1$ die Entwicklung

$$\cos\varphi_1 - 2\frac{r}{l}\cos^2\varphi_1 + \frac{r}{l} = 0;\ \cos^2\varphi_1 - \frac{l}{2r}\cos\varphi_1 - \frac{l}{2} = 0$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{l}{4r} \pm \sqrt{\frac{l^2}{16r^2} + \frac{l}{2}} = \frac{l}{4r} \pm \sqrt{\frac{l^2 + 8r^2}{16r^2}}$$

$$= \frac{l}{4r} \pm \frac{l}{4r}\sqrt{l^2 + 8r^2} = \frac{l}{4r} \cdot \left[1 \pm \sqrt{1 + 8\left(\frac{r}{l}\right)^2}\right].$$

Damit ist φ_1 bzw. der Punkt E des Schaubildes bestimmt. Das Gleiten des Gutes auf der Rinne gegen Ende des Hinganges beginnt in dem Augenblick, in dem die Verzögerung der Rinne den Wert $-\mu \cdot g$ erreicht. Es wird also

$$\omega^2 \cdot r \left(\cos\varphi_2 - \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi_2\right) = -\mu \cdot g$$

$$\cos\varphi_2 - \frac{r}{l} \cdot \cos 2\varphi_2 + \frac{\mu \cdot g}{\omega^2 \cdot r} = 0$$

$$\cos\varphi_2 - \frac{2r}{l} \cdot \cos^2\varphi_2 + \frac{r}{l} + \frac{\mu \cdot g}{\omega^2 \cdot r} = 0$$

$$\cos^2\varphi_2 \frac{l}{2r} \cdot \cos\varphi_2 - \frac{l}{2} - \frac{\mu \cdot g \cdot l}{2\omega^2 \cdot r^2} = 0$$

$$\cos^2\varphi_2 - \frac{l}{2r} \cdot \cos\varphi_2 - \frac{\omega^2 \cdot r^2 + \mu \cdot g \cdot l}{2\omega^2 \cdot r^2} = 0$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{l}{4r} \pm \sqrt{\left(\frac{l}{4r}\right)^2 + \frac{\omega^2 \cdot r^2 + \mu \cdot g \cdot l}{2\omega^2 \cdot r^2}}$$

$$= \frac{l}{4r} \pm \sqrt{\frac{l^2\,\omega^2 + 8\omega^2 r^2 + 8\mu \cdot g \cdot l}{16\,\omega^2 r^2}}$$

$$= \frac{l}{4r} \pm \frac{l}{4\omega \cdot r} \cdot \sqrt{\omega^2\left(l^2 + 8r^2 + \frac{8\mu \cdot g \cdot l}{\omega^2}\right)}$$

$$= \frac{l}{4r} \cdot \left(1 \pm \sqrt{1 + 8\left(\frac{r}{l}\right)^2 + \frac{8\mu \cdot g}{\omega^2 \cdot l}}\right).$$

Aus dieser Gleichung läßt sich φ_2 berechnen, und damit sind auch v_2 und die Punkte L und M des Schaubildes bestimmt. Das Fördergut gelangt jetzt unter den Einfluß der gleichbleibenden Verzögerung $-\mu_1 \cdot g$, die seine Geschwindigkeit v_2 in der Zeit $t_2 = \frac{\pi - \varphi_2}{\omega}$ auf den Wert

$$v_\pi = v_2 - \mu_1 \cdot g \cdot t_2 = v_2 - \mu_1 \cdot g \cdot \frac{\pi - \varphi_2}{\omega}$$

herabsetzt (Punkt T des Schaubildes). Diese Geschwindigkeit v_π besitzt das Fördergut noch im Augenblick der Umkehr der Rinne.

Die Verhältnisse seien durch die beiden nachstehenden Beispiele klarer veranschaulicht.

1. $r = 0{,}1$ m; $l = 0{,}5$ m; $\mu = 0{,}4$; $\mu_1 = 0{,}3$; $\alpha = 20°$; $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}364$. ω_{max} war für diese Verhältnisse oben schon zu 7,6, entsprechend $n = 73$ Uml./min, gefunden worden. Dann wird

$$\cos\varphi_1 = \frac{l}{4r} \cdot \left[1 - \sqrt{1 + 8\left(\frac{r}{l}\right)^2}\right] =$$

$$\frac{0,5}{0,4}\cdot\left[1-\sqrt{1+8\cdot\left(\frac{1}{5}\right)^2}\right]=1,25\cdot\left[1-\sqrt{1+0,32}\right]$$
$$=1,25\cdot(1-1,15)=-0,1875$$
$$\varphi_1=180^0-79^0\,12'=100^0\,48'.$$

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt somit

$$v_{max}=\omega\cdot r\left(\sin\varphi_1-\frac{1}{2}\cdot\frac{r}{l}\cdot\sin 2\,\varphi_1\right)$$
$$=7,6\cdot 0,1\cdot\left(0,982+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{5}\cdot 0,368\right)$$
$$=0,76\cdot 1,019=0,774\text{ m/sek.}$$

Den Winkel φ_2, bei dem das Gleiten des Gutes beginnt, findet man wie folgt:

$$\cos\varphi_2=\frac{1}{4r}\cdot\left[1-\sqrt{1+8\left(\frac{r}{l}\right)^2+\frac{8\,\mu\cdot g}{\omega^2\cdot l}}\right]=$$
$$1,25\cdot\left[1-\sqrt{1,32+\frac{8\cdot 0,4\cdot 9,81}{7,6^2\cdot 0,5}}\right]=$$
$$1,25\cdot\left[1-\sqrt{1,32+1,09}\right]=1,25\cdot(1-1,55)=-0,688.$$
$$\varphi_2=180^0-46^0\,30'=133^0\,30'=2,33.$$

Die zugehörige Geschwindigkeit ist

$$v_2=\omega\cdot r\cdot\left(\sin\varphi_2-\frac{1}{2}\frac{r}{l}\cdot\sin 2\,\varphi_2\right)$$
$$=0,76\cdot\left(0,76+\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{5}\cdot 0,99\right)=0,76\cdot 0,86=0,654\text{ m/sek.}$$

Die Geschwindigkeit des Fördergutes beim Hubwechsel beträgt

$$v_\pi=v_2-\mu_1\cdot g\cdot t_2=0,654-0,3\cdot 9,81\cdot\frac{\pi-2,33}{7,6}$$
$$=0,654-0,315=0,339\text{ m/sek.}$$

2. Läßt man alle Werte des Beispieles 1 mit Ausnahme der Schubstangenlänge l bestehen, die jetzt statt 0,5 nur 0,2 m betragen möge, so ändern sich die Verhältnisse wie folgt:

$$\omega_{max}=\sqrt{\frac{0,4\cdot 9,81}{0,1\cdot\left(1-\frac{1}{2}\right)\cdot(1-0,4\cdot 0,364)}}=\sqrt{\frac{3,924}{0,043}}=9,56.$$
$$n_{max}=\frac{30\cdot 9,56}{\pi}=\sim 91\text{ Umdrehungen je min.}$$

Damit wird

$$\cos\varphi_1=\frac{0,2}{0,4}\left[1-\sqrt{1+8\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^2}\right]=0,5\cdot(1-\sqrt{3})=-0,365.$$
$$\varphi_1=180^0-68^0\,35'=111^0\,25'.$$

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt jetzt

$$v_{max}=0,956\cdot(0,93+0,25\cdot 0,68)=0,956\cdot 1,1=$$
$$1,052\text{ m/sek.}$$

Das Gleiten des Gutes beginnt bei dem Winkel φ_2, der sich errechnet aus

$$\cos\varphi_2=0,5\cdot\left(1-\sqrt{1+2+\frac{8\cdot 0,4\cdot 9,81}{9,56^2\cdot 0,2}}\right)$$
$$=0,5\left(1-\sqrt{3+1,72}\right)=0,5\,(1-2,17)=-0,585$$
$$\varphi_2=180^0-54^0\,10'=125^0\,50'=2,196.$$

Die zugehörige Geschwindigkeit hat den Wert

$$v_2=0,956\cdot\left(0,81+\frac{1}{4}\cdot 0,95\right)=0,956\cdot 1,05=1,004\text{ m/sek.}$$

Die Gleitgeschwindigkeit des Gutes beim Hubwechsel beträgt

$$v_\pi=1,004-0,3\cdot 9,81\cdot\frac{3,14-2,196}{9,56}=0,713\text{ m/sek.}$$

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse dieser Beispiele zeigt folgende Wirkung der Verkürzung der Schubstange: 1. die Winkelgeschwindigkeit und damit die Drehzahl ist ohne Gefährdung des Reibungsschlusses erheblich gesteigert worden, 2. der Beschleunigungsabschnitt ist verlängert und damit der Völligkeitsgrad des Schaubildes verbessert worden, 3. die Höchstgeschwindigkeit hat ganz beträchtlich zugenommen, 4. die Zeit für den Übergang von der Beschleunigung bis auf den Verzögerungswert $-\mu\cdot g$ ist abgekürzt worden, so daß das Gleiten bei wesentlich höherer Geschwindigkeit beginnt. Infolgedessen ist 5. die Geschwindigkeit des Fördergutes beim Hubwechsel noch etwa doppelt so hoch wie bei Anwendung des üblichen Schubstangenverhältnisses.

Die genaue Verfolgung des Verzögerungsverlaufes vom Beginn des Rückganges an bis zum relativen Stillstand des Gutes gegenüber der Rinne erfordert eine außerordentlich umständliche Rechnung und soll deshalb hier übergangen werden. Um jedoch ein Bild von dem Einfluß der Schubstangenverkürzung auch auf diesen Teil des Förderspieles zu geben, sei noch kurz der nachstehende Vergleich angestellt.

Würde man von der Verminderung der Verzögerungswirkung durch die Abwärtsbewegung der Rinne beim Rückgang absehen, d. h. würde das Gut mit der unveränderlichen Verzögerung $\mu_1\cdot g$ zum Stillstand gebracht, so wäre die Zeit für dieses Abbremsen im ersten Beispiel

$$t_{v_1}=\frac{v_{\pi_1}}{\mu_2\cdot g}=\frac{0,339}{0,3\cdot 9,81}=0,115\text{ sek.}$$

Die Zeit für den Rückgang der Rinne beträgt

$$t_{R_1}=\sim\frac{60}{2\cdot 73}=\sim 0,41\text{ sek.}$$

Da nun aber die Verzögerung des Gutes zu Beginn des Rückhubes nur den Wert

$$\mu_1\cdot g-\mu_1\cdot\operatorname{tg}\alpha\cdot b_{R_1}=\mu_1\cdot g-\mu_1\cdot\operatorname{tg}\alpha\cdot\omega^2\cdot r\left(1+\frac{r}{l}\right)$$
$$=2,943-0,3\cdot 0,364\cdot 57,76\cdot 0,1\cdot\left(1+\frac{1}{5}\right)$$
$$=2,943-0,756=2,187\text{ m/sek}^2$$

besitzt, der erst allmählich bis auf den Wert $\mu_1\cdot g$ ansteigt, so folgt, daß das Gut etwa während eines Drittels der Rückgangszeit noch vorwärts gleitet, während der übrigen zwei Drittel aber von der Rinne mit zurückgenommen wird. Demgegenüber ergeben sich für das zweite Beispiel mit verkürzter Schubstange folgende Werte: Die Verzögerungszeit für das Gut ohne Berücksichtigung der Verzögerungsverminderung würde betragen

$$t_{V_2}=\frac{v_{\pi_2}}{\mu_1\cdot g}=\frac{0,713}{2,943}=0,242\text{ sek.}$$

Der Rinnenrückgang dauert $t_{R_2}=\sim\frac{60}{2\cdot 91}=\sim 0,33$ sek.

Die wirkliche Verzögerung des Gutes zu Beginn des Rückhubes beträgt

$$\mu_1 \cdot g - \mu_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot b_{R_2} = 2{,}943 - 0{,}3 \cdot 0{,}364 \cdot 91{,}4 \cdot 0{,}1 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)$$
$$= 2{,}943 - 1{,}507 = 1436 \text{ m/sek}^2.$$

Daraus geht hervor, daß sich das Gleiten in diesem Falle fast über die ganze Rückgangszeit erstrecken wird. Man hat sich also dem Bestfall weitestgehend genähert.

Wie man aus diesen Beispielen ersieht, ist die Verkürzung der Schubstange oder die Vergrößerung des Verhältnisses $\frac{r}{l}$ ein einfaches Mittel zur Verbesserung der Förderleistung. Warum es trotzdem bisher im Abbaubetrieb noch wenig Verbreitung gefunden hat, soll im nächsten Teil eingehender erörtert werden. Vorläufig sei erst noch kurz der eingangs erwähnten dritten Art von Kurbelantrieben Erwähnung getan, bei denen man die erforderliche Angleichung der durch das Kurbelgetriebe erzeugten Bewegung an das Idealschaubild durch Einschaltung nachgiebiger Zwischenglieder zu erreichen sucht. Dabei wird gewöhnlich auf die gleichzeitige Anwendung der verkürzten Schubstange verzichtet, diese vielmehr im Verhältnis zum Kurbelhalbmesser so lang gemacht, daß sie praktisch als unendlich lang gelten kann. Mit einem solchen Getriebe mit $\frac{r}{l} = \infty$ wäre ohne besondere Hilfsmittel keinerlei Förderleistung zu erzielen, weil sich die Beschleunigungs- und Verzögerungswirkungen während eines jeden Hubes genau aufheben würden.

Um nun trotzdem die gewünschte Förderbewegung zu erzielen, bildet man das nachgiebige Zwischenglied so aus, daß die Umkehr vom Hingang zum Rückgang der Rinne möglichst hart und plötzlich, die vom Rückgang zum Hingang dagegen sanft und allmählich erfolgt. Ein derartiger Antrieb ist in Abb. 29 schematisch gekennzeichnet. Das Getriebe *a* greift nicht unmittelbar, sondern über den Schlitten *b* unter Zwischenschaltung der Federn *c* und *d* an der Rinne *e* an. Die Federn sind dabei so gewählt, daß die Federkonstante der Feder *c* erheblich größer als die der Feder *d* oder, mit andern Worten, die Feder *c* »härter« als die Feder *d* ist.

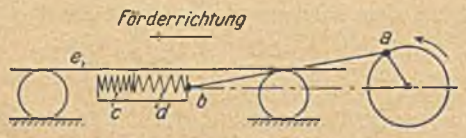


Abb. 29.

Die Wirkung dieser Anordnung ist ohne weiteres verständlich. Bei Beginn des Hinganges widersetzt sich die Rinne vermöge ihrer Massenträgheit der Beschleunigungswirkung des Antriebes, wobei die weiche Feder *d* nachgibt. Die hierdurch darin aufgespeicherte Energie wird bei abnehmender Antriebsbeschleunigung wieder frei und wirkt nun ihrerseits beschleunigend auf die Rinne. Dadurch wird also ein Abflachen der Beschleunigungskurve erzielt. Bei der Umkehr vom Hingang zum Rückgang kann dagegen die Rutsche infolge der geringen Nachgiebigkeit der harten Feder *c* nur um ein geringes ausschwingen, sie wird dann von der zurückschwingenden Feder sehr schnell und plötzlich nach rückwärts beschleunigt und muß der Bewegung des Antriebes folgen. Auf diese Weise wird auch eine gewisse, praktisch allerdings verhältnismäßig geringe Annäherung an den theoretischen Bestfall erzielt.

Zum Schluß sei noch kurz eine weitere Art der umlaufenden Antriebe erwähnt, bei der das gewünschte Bewegungsgesetz von einer Kurvenscheibe abgeleitet wird. Durch Anbringung geeigneter Kurven- oder Nockenscheiben läßt sich natürlich von einer mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit umlaufenden Welle theoretisch jeder gewünschte Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf einer hin- und hergehenden Bewegung erzielen. Mit Rücksicht auf Materialbeanspruchung und Verschleiß bleibt man aber doch an bestimmte Abweichungen der Kurvenscheiben von der theoretisch günstigsten Form und damit auch des Beschleunigungsverlaufes vom Idealschaubild gebunden. Am bekanntesten ist die Formgebung der Kurvenscheibe nach einer Kardioide oder Herzkurve geworden, mit der man dem günstigsten Bewegungsverlauf verhältnismäßig nahe kommt. Die praktische Brauchbarkeit dieser Kurvengetriebe wird in den nächsten Abschnitten noch besprochen. (Schluß f.)

Kohlenaußenhandel der wichtigsten Länder.

Im Güteraustausch von Land zu Land kommt der Kohle der Menge nach bei weitem die größte Bedeutung zu. Faßt man die im Jahre 1923 aus den wichtigsten Ländern versandten Mengen Stein- und Braunkohle sowie Koks und Preßkohle zusammen, so erhält man die gewaltige Tonnenzahl von rd. 135 Millionen. Dieses Kohlengeschäft von Land zu Land hat drei Wurzeln: es entspringt einmal der unzureichenden Förderung des einen Landes bzw. dem Kohlenüberfluß des andern, sodann hat es seinen Grund in wirtschafts-geographischen Bedingungen und schließlich in Fragen der Sortenwahl. Eine ganze Reihe von Ländern ist von der Natur nur unzureichend mit Kohle ausgestattet oder diese fehlt sogar gänzlich. Das gilt vor allem für die skandinavischen Länder, die Schweiz, Italien sowie für die süd- und mittelamerikanischen Staaten, die deshalb für ihre Kohlenversorgung überwiegend oder ausschließlich auf das Ausland angewiesen sind. Bei andern Ländern, wozu wir Frankreich und Belgien zu rechnen haben, reicht die an sich umfangreiche heimische Förderung doch nicht aus, den Bedarf voll zu decken. Deutschland und die Ver. Staaten können bei einer die Bedürfnisse des eignen Landes übersteigenden Förderung vornehmlich aus wirtschaftsgeographischen Gründen den Bezug aus dem Ausland nicht völlig entbehren. Das einzige Land, das, von Ausnahmefällen abgesehen, überhaupt keine Kohleneinfuhr kennt, ist Großbritannien, welches von jeher das Kohlenausfuhrland im eigentlichsten Sinne gewesen ist. Im Jahre 1885 brachte es von der insgesamt ausgeführten Kohle mit 24 Mill. t mehr als die Hälfte auf; neben ihm kamen als Kohlenausfuhrländer damals eigentlich nur Deutschland und Belgien, mit wesentlich geringern Mengen auch die Länder des heutigen Australischen Bundes und die Ver. Staaten in Betracht. In der Folgezeit hat Großbritannien seine Stellung als erstes Kohlenausfuhrland zu behaupten vermocht, doch hat ihm in den Jahren vor dem Kriege Deutschland einen außerordentlich

Zahlentafel 1. Hauptsächliche Kohlen-Ausfuhrländer (Versand in 1000 t).

Jahr	Großbritannien			Deutschland[3]				Ver. Staaten von Amerika			Österreich-Ungarn		
	Steinkohle[1]	Koks	Preßkohle	Steinkohle	Braunkohle	Koks[4]	Preßkohle[5]	Anthrazit	Weichkohle[1]	Koks	Steinkohle	Koks	Braunkohle
1885	23 075	557	520	8 956	14	634	82	598	694	.	681		.
1890	29 199	744	683	9 145	19	1 075	93	807	1 301	.	673		.
1895	32 224	711	697	10 361	19	2 293	200	1 494	2 247	119	641	119	7 143
1900	44 797	1 001	1 040	15 276	53	2 229	550	1 681	6 363	383	815	263	7 864
1905	48 239	786	1 126	18 157	20	2 761	937	2 266	7 071	609	903	288	8 026
1906	56 492	828	1 399	19 551	19	3 415	1 095	2 253	7 829	777	925	300	8 371
1907	64 622	997	1 505	20 061	22	3 793	1 302	2 741	10 616	889	850	323	8 876
1908	63 551	1 212	1 464	21 191	28	3 579	1 493	2 797	9 247	631	763	183	8 600
1909	64 089	1 180	1 479	23 351	40	3 447	1 621	2 888	9 849	910	633	198	8 242
1910	63 082	980	1 494	24 257	62	4 128	1 988	3 070	10 957	893	615	231	7 191
1911	65 636	1 077	1 639	27 406	58	4 560	2 477	3 611	14 102	929	610	300	7 064
1912	65 479	1 027	1 606	31 145	57	5 850	2 747	3 748	14 692	828	655	349	7 442
1913	74 578	1 255	2 086	34 574	60	6 433	3 164	4 221	18 275	896	709	370	7 017
1914	59 987	1 202	1 634	27 258	47	3 858	1 908	3 892	14 023	602	466	217	5 580
1915	44 233	1 027	1 245	16 855	39	3 715	1 211	3 597	17 034	812	1 123	51	5 169
1916	38 967	1 505	1 346	19 120	37	4 134	1 648	4 233	19 282	1 066	487	65	5 281
1917	35 557	1 299	1 551	15 223	25	3 004	803	5 450	21 627	1 279	182	47	3 951
1918	32 263	931	1 529	12 954	31	2 409	621	4 507	20 276	1 531	.	.	.
1919	35 815	1 533	1 735	5 824	13	1 927	172	4 515	18 247	650	.	.	.
1920	25 332	1 700	2 294	15 755	38	5 412	1 444	4 902	34 942	834	Tschecho-Slowakei		
1921[2]	25 056	748	864	19 335	38	5 461	992	4 243	20 984	278	1 294	300	4 443
1922[2]	65 229	2 554	1 247	14 643	16	7 457	1 103	2 404	11 261	464	1 026	254	3 463
1923[2]	80 725	4 034	1 084	5 628	8	2 781	533	4 618	19 462	1 123	1 701	610	2 120
1924[2]:													
1. Halbjahr	31 631	1 361	567	454	137	207	137	1 791	7 223	361	974	.	1 407
Juli	5 576	213	102	126	2	42	51	295	1 657	50	.	.	.
August	5 156	274	84	174	3	68	39	261	1 415	43	.	.	.
September	5 180	292	86	174	2	87	62	333	1 527	42	.	.	.
Oktober	5 012	272	89	339	3	93	61	368	1 559	57	.	.	.
November	4 835	211	63	638	3	157	76	.	.	.	.	.	.
Dezember	5 250	236	93	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ganzes Jahr	62 641	2 859	1 084	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Jahr	Belgien[6]			Austr. Bund[7]	Japan	Kanada	Frankreich[9]			
	Steinkohle	Koks	Preßkohle				Steinkohle	Braunkohle	Preßkohle	Koks
1885	4 338	849	.	1 785	591	453	442	22	.	28
1890	4 534	1 065	318	1 851	1 234	732	798	30	.	75
1895	4 661	871	460	2 201	1 875	1 105	840	3	.	80
1900	5 261	1 073	605	1 785	3 379	1 679	830	4	.	62
1905	4 704	977	480	2 058	2 528	1 562	1 460		89	229
1906	4 972	856	460	2 095	2 441	1 705	1 101		124	167
1907	4 732	863	425	2 690	2 969	1 811	904		113	155
1908	4 754	917	490	2 602	2 909	1 662	850		131	136
1909	5 077	1 015	559	1 608	2 890	1 587	859		181	162
1910	4 962	1 044	545	1 730	2 839	2 301	1 041		131	149
1911	5 170	1 027	530	1 715	3 066	1 483	1 102		114	162
1912	5 058	1 016	623	2 187	3 469	1 972	1 689		94	197
1913	4 981	1 114	643	2 132	3 871	1 417[8]	1 114		124	205
1914	.	.	.	1 183	3 587	1 291	562		61	89
1915	.	.	.	1 394	2 924	1 603	63		14	29
1916	.	.	.	945	3 017	1 937	99		2	12
1917	.	.	.	657	2 813	1 572	95		5	20
1918	.	.	.	362	2 197	1 649	1 773		34	36
1919	3 412	282	357	537	2 016	2 422	458		12	52
1920	1 622	219	215	1 030	2 146	2 321	325		11	9
1921[2]	6 624	421	587	2 196	2 387	1 803	1 455		90	490
1922[2]	3 176	890	452	1 045	1 691	1 650	2 021		97	463
1923[2]	2 487	613	477	.	.	1 501	2 130		232	497
1924[2]:										
1. Halbjahr	1 101	376	193	.	.	.	990		65	222
Juli	206	115	45	.	.	.	194		13	46
August	185	77	43	.	.	.	192		25	59
September	168	227	48	.	.	.	228		20	45
Oktober	.	.	.	.	.	.	211		15	47
November	.	.	.	.	.	.	190		14	43

[1] Ohne Bunkerkohle. [2] Z. T. vorläufige Zahlen. [3] Einschl. Zwangslieferungen. [4] Stein- und Braunkohlenkoks zusammen. [5] Preßstein- und Preßbraunkohle zusammen, 1919–1923 nur Preßbraunkohle, Preßsteinkohle auf Steinkohle umgerechnet. [6] Seit 1922 Belgien und Luxemburg. [7] Seit einschl. 1906 ohne Bunkerkohle (1906: 1,2 Mill. t). Bis einschl. 1900 nur Neu-Südwales. [8] Ohne Durchfuhr. [9] Bunkerkohle für französische Schiffe nicht eingerechnet.

Zahlentafel 2.
Hauptsächliche Kohlen-Einfuhrländer (Empfang in 1000 t).

Jahr	Frankreich[6]			Deutschland				Österreich-Ungarn				Italien
	Steinkohle[2]	Preßkohle[2]	Koks	Steinkohle	Braunkohle	Koks[3]	Preßkohle[4]	Steinkohle	Koks	Braunkohle	Preßkohle	
1885	9 219	.	1 132	2 376	3 648	151	5	2 492		.	.	2 957
1890	9 664	.	1 292	4 165	6 506	351	41	3 625		.	.	4 355
1895	9 392	.	1 412	5 117	7 181	462	60	4 503	533	17	.	4 305
1900	13 819	.	1 572	7 384	7 960	513	137	6 243	621	67	.	4 947
1905	11 405	398	1 633	9 400	7 945	714	192	6 118	554	36	.	6 435
1906	15 186	547	2 257	9 254	8 430	566	161	7 485	503	22	.	7 673
1907	15 839	695	2 172	13 722	8 963	584	195	9 693	678	24	146	8 300
1908	15 727	1 009	1 827	11 662	8 582	576	192	9 995	851	30	107	8 452
1909	16 433	1 028	1 926	12 199	8 166	674	211	10 482	701	39	49	9 264
1910	15 907	975	2 264	11 196	7 398	623	241	9 864	670	38	57	9 314
1911	17 164	1 189	2 320	10 914	7 069	599	211	10 874	703	34	59	9 596
1912	15 975	1 123	2 789	10 380	7 266	590	188	11 849	916	35	189	10 057
1913	18 711	1 086	3 070	10 540	6 987	595	148	13 689	934	33	263	10 834
1914	15 430	749	1 458	6 475	5 628	360	152	10 037	692	33	188	9 759
1915	19 068	401	225	2 475	5 133	89	222	9 472	679	39	138	8 369
1916	18 775	648	791	1 325	5 296	105	183	12 025	822	37	238	8 065
1917	15 869	754	671	504	3 917	105	102	10 450	739	27	88	5 037
1918	15 385	831	517	195	3 015	25	61	.	.	.	.	5 841
1919	19 108	1 171	1 822	48	1 900	—	38	.	.	.	.	6 226
1920[1]	25 809	2 131	4 575	334	2 358	2	41	Deutsch-Österreich				5 620
1921[1]	18 398	1 254	3 495	940	2 767	—	—	3 428	317	2 005	95	7 470
1922[1]	22 421	1 423	5 142	13 685	2 036	346	—	4 019	387	1 404	.	8 834
1923[1]	26 268	776	3 628	23 524	1 487	1 641	.	3 755	403	865	.	9 138
1924[1]:												
1. Halbjahr . . .	12 621	489	2 932	6 919	998	237	110	2 220	227	488	.	5 141
Juli	2 491	98	580	1 391	146	24	29	.	.	.	.	.
August	1 863	58	364	522	144	16	20	.	.	.	.	.
September . . .	2 085	67	418	1 100	179	19	21	.	.	.	.	.
Oktober	2 071	91	356	980	182	13	16	.	.	.	.	.
November . . .	2 030	86	250	1 181	199	24	29	.	.	.	.	.

Jahr	Kanada	Belgien[5]			Ver. Staaten von Amerika			Rußland	Schweden	Spanien
		Steinkohle	Koks	Preßkohle	Anthrazit	Weichkohle	Koks			
1885	1 762	1 238	22	.	5	781	19	1 820	1 181	1 339
1890	2 417	1 720	65	2	15	833	19	1 743	1 562	1 718
1895	2 749	1 530	363	3	144	1 231	27	1 934	2 005	1 725
1900	4 013	3 289	290	22	0,1	1 940	105	3 932	3 192	1 992
1905	6 741	4 230	356	73	35	1 637	184	3 704	3 484	2 448
1906	6 752	5 359	352	147	33	1 730	134	3 882	3 946	2 576
1907	9 663	5 286	363	152	10	2 137	123	3 623	4 572	2 299
1908	9 342	5 407	287	182	17	1 476	134	3 927	4 873	1 941
1909	8 957	5 863	316	159	3	1 295	174	3 920	4 516	2 056
1910	9 614	6 436	498	277	8	2 018	157	4 213	4 637	2 022
1911	13 208	7 327	692	383	3	1 255	71	4 506	4 501	2 055
1912	13 241	8 132	955	437	2	1 634	112	5 312	5 092	2 323
1913	16 513	8 856	1 128	467	1	1 437	95	7 669	5 374	2 702
1914	13 355	.	.	.	20	1 397	123	4 773	4 627	2 505
1915	11 309	.	.	.	3	1 546	48	563	3 836	1 905
1916	15 949	.	.	.	6	1 555	50	942	4 027	2 151
1917	18 922	.	.	.	11	1 314	23	.	1 500	1 167
1918	19 667	.	.	.	34	1 323	27	.	1 927	528
1919	15 702	124	7	—	75	918	15	.	1 931	805
1920[1]	18 884	1 859	145	179	29	1 129	37	.	2 806	332
1921[1]	16 423	5 620	293	219	8	1 141	28	.	1 458	969
1222[1]	12 933	5 916	1 718	52	212	4 590	85	.	2 636	1 549
1923[1]	20 582	7 800	1 081	116	273	1 708	77	.	3 465	.
1924[1]:										
1. Halbjahr . .	.	4 406	1 180	84	54	216	32	.	.	.
Juli	.	772	228	20	9	22	7	.	.	.
August . . .	.	811	219	12	0,4	28	6	.	.	.
September . .	.	963	213	11	8	23	4	.	.	.
Oktober . . .	.	.	.	.	6	32	6	.	.	.

[1] Z. T. vorläufige Zahlen. [2] Die Preßkohlenmengen für die Jahre 1885—1900 sind in den amtlichen Angaben über Steinkohleneinfuhr enthalten. [3] Stein- und Braunkohlenkoks zusammen. [4] Preßstein- und Preßbraunkohle zusammen. 1919 und 1920 nur Preßbraunkohle. Preßsteinkohle ist auf Steinkohle umgerechnet 1923 Preßbraunkohle auf Braunkohle umgerechnet. [5] Ab 1922 Belgien und Luxemburg. [6] Einschl. Reparationskohle und Einfuhr aus dem Saarbezirk.

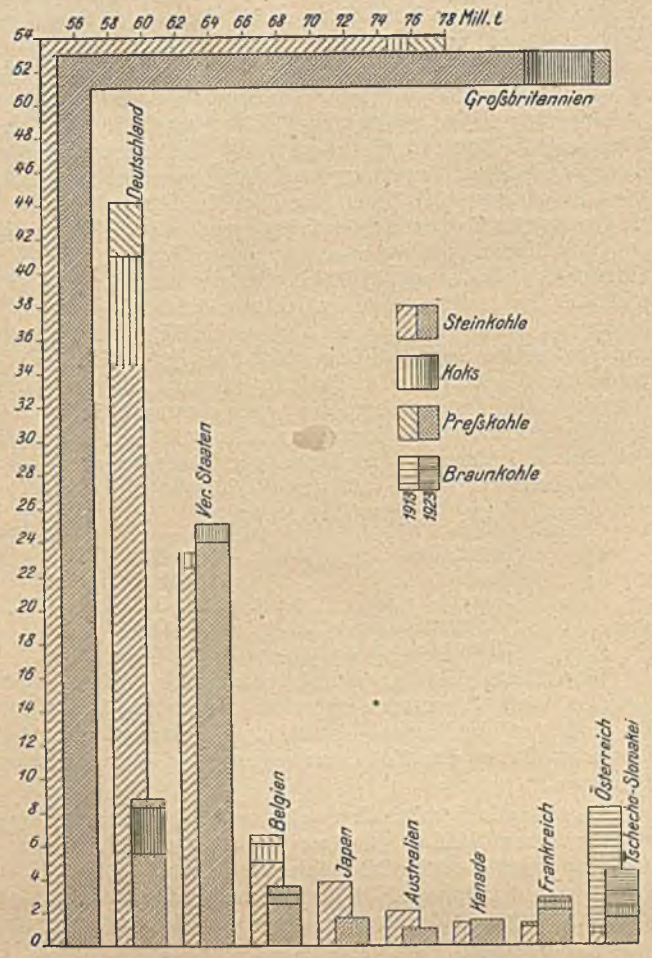


Abb. 1. Kohlenausfuhr der wichtigsten Länder in den Jahren 1913 und 1923.

scharfen und erfolgreichen Wettbewerb gemacht. Im einzelnen ist aus den folgenden Zahlen ersichtlich, welchen Prozentsatz nach Menge und Wert die deutsche Kohlenausfuhr in den Jahren 1900 bis 1913 von der britischen ausmachte.

Verhältnis der deutschen zur britischen Kohlenausfuhr nach

	Menge %	Wert %		Menge %	Wert %
1900	39,88	35,94	1907	39,45	45,89
1901	41,57	43,99	1908	41,45	46,88
1902	43,13	47,45	1909	44,38	54,43
1903	45,68	51,59	1910	48,52	57,50
1904	45,94	54,42	1911	52,62	64,61
1905	45,37	57,15	1912	61,24	70,26
1906	42,91	53,56	1913	59,67	64,52

In den letzten Jahren ist Deutschland als Ausfuhrland für Kohle, wenn wir von den Reparationslieferungen absehen, weitgehend ausgeschaltet gewesen; es darf jedoch damit gerechnet werden, daß es mit der Zeit seine frühere Stellung in der Versorgung der Welt mit Kohle zurückgewinnen wird. In deren Versorgung mit Koks war es bereits 1885 Großbritannien überlegen, 1913 war seine Ausfuhr hierin mehr als fünfmal so groß wie die Großbritanniens; im laufenden Jahr ist für metallurgischen Koks, ungerechnet die Reparationslieferungen, eine dem britischen Auslandversand in 1924 mindestens gleichkommende Menge in Aussicht zu nehmen. Die Ausfuhr der Ver. Staaten, welche 1885 mit 598000 t Anthrazit und 694000 t Weichkohle noch sehr bescheiden war, hat im Laufe der Jahre einen ansehnlichen Umfang angenommen. Im Jahre 1913 betrug sie 4,2 Mill. t Anthrazit und 18,3 Mill. t Weichkohle; bei aller zahlenmäßigen Bedeutung kommt sie jedoch für den Weltmarkt weniger in Betracht, ganz überwiegend ist sie nach dem Nachbarland Kanada gerichtet, und nur unter besondern Verhältnissen erscheint sie in größern Mengen auf dem europäischen Markt. Österreich-Ungarn war bis zum Kriege in der Versorgung mit Steinkohle in starkem Maße vom Ausland abhängig. Für die Steinkohle, die es aus Deutschland erhielt, lieferte die Doppelmonarchie im Austausch beträchtliche Mengen Braunkohle. Unter den Nachfolgestaaten ist die Tschecho-Slowakei ein Kohlenausfuhrland, während Deutsch-Österreich seinen Brennstoffbedarf zum weitaus größten Teil aus dem Ausland deckt. Belgien war früher ein Kohlenausfuhrland; 1885 stand einer Ausfuhr von 5,2 Mill. t eine Einfuhr von 1,3 Mill. t gegenüber. Im Jahre 1913 hatte sich dieses Verhältnis dahin verschoben, daß die Einfuhr bei 10,5 Mill. t um 3,7 Mill. t größer war als die Ausfuhr. Frankreich, das von jeher ein Kohleneinfuhrland war – 1885 bezog es schon mehr als 10 Mill. t an ausländischer Kohle – ist dies auch bis zum heutigen Tage geblieben. Seine Abhängigkeit ist sogar durch den Kriegsausgang noch gestiegen, 1923 erhielt es reichlich 30 Mill. t an ausländischem Brennstoff. Der Australische Bund hat im Laufe der Zeit seine Kohlenausfuhr nicht nennenswert entwickeln können; die von ihm erzielte Höchstausfuhr betrug 2,7 Mill. t und fiel in das Jahr 1907; 1922, das letzte Jahr, für das Angaben zur Verfügung stehen, führte er nur reichlich 1 Mill. t Kohle aus. Ebensowenig hat Japan auf dem Weltkohlenmarkt eine größere Bedeutung zu erringen vermocht, 1913 verzeichnete es eine Ausfuhr von 3,9 Mill. t; im Kriege und in der Nachkriegszeit trat eine bedeutende Verminderung des Auslandversandes ein, im Jahre 1922 betrug er nur noch 1,7 Mill. t. Als reine Einfuhrstaaten wurden bereits die skandinavischen Länder erwähnt, von denen Schweden, das nur eine unbedeutende Eigenförderung aufweist, 1885 1,2 Mill. t bezog, eine Menge, die bis 1913 auf 5,4 Mill. t angewachsen war, sich aber 1923 auf 3,5 Mill. t ermäßigte. Weit geringer ist der Umfang des Bezugs von mineralischem Brennstoff bei Norwegen (1913: 2,5 Mill. t, 1923: 2,2 Mill. t); Dänemark führte 1923 3,2 Mill. t Kohle, 720000 t Koks und 29000 t Preßkohle ein. Auch Rußland gehörte zu den Ländern, die trotz erheblicher Eigenförderung sehr große Mengen an Kohle vom Ausland erhielten; 1913 waren es 7,7 Mill. t. Das ausgesprochenste Kohleneinfuhrland

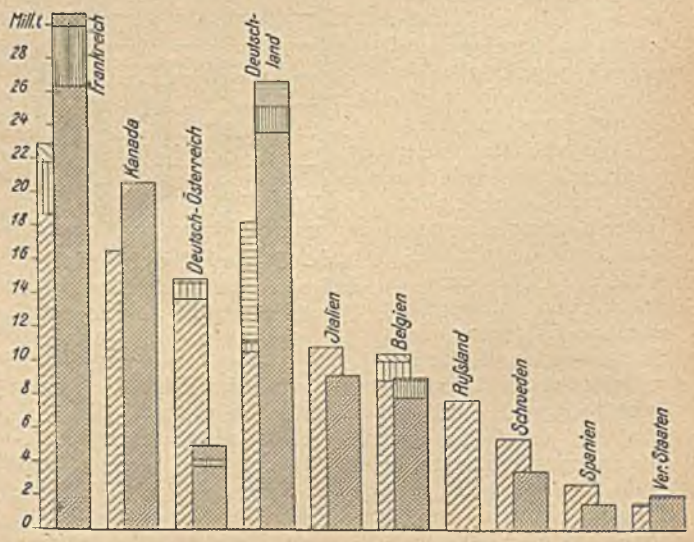


Abb. 2. Kohleneinfuhr der wichtigsten Länder in den Jahren 1913 und 1923.

unter den Großstaaten ist Italien. Die Eigengewinnung ist sehr klein, so daß der Bezug aus dem Ausland einen beträchtlichen Umfang erreicht. 1913 belief er sich auf 10,8 Mill. t, 1923 auf 9,1 Mill. t. Weit günstiger steht Spanien da, das bei einer Gewinnung von 6,0 Mill. t 1923 1,5 Mill. t ausländische Kohle erhielt. Auch Kanada ist ein ausgesprochenes Kohleneinfuhrland, steht doch 1923 einem Kohlenempfang von 20,6 Mill. t nur eine Ausfuhr von 1,5 Mill. t gegenüber. Das gleiche gilt von den südamerikanischen Staaten, die bis auf Chile und Brasilien keine oder nur eine ganz geringe Eigenförderung haben. Ihr Kohlenbezug erfolgt zum größten Teil aus Großbritannien, von dort erhielten sie in den Jahren 1913, 1923 und 1924 die folgenden Mengen.

Kohlenversand Großbritanniens nach Südamerika.

	1913 l. t	1923 l. t	1924 l. t
Chile . . .	588 526	19 091	67 431
Brasilien . .	1 886 871	1 151 629	798 298
Uruguay . .	723 936	404 894	419 982
Argentinien .	3 693 572	2 461 674	3 115 880

Im einzelnen ist die vorstehend geschilderte Entwicklung aus den Zahlentafeln 1 und 2 zu ersehen, dabei verdeutlichen die zugehörigen Schaubilder die Verschiebung, welche im Außenhandel der aufgeführten Staaten in Kohle gegen die Vorkriegszeit eingetreten ist.

Besondere Beachtung verdienen die Veränderungen im Kohlenaußenhandel Deutschlands einerseits und der wichtigsten Siegerstaaten anderseits, sie haben deshalb in dem nachstehenden Schaubild noch eine besondere Darstellung gefunden.

Die Ausfuhr Deutschlands ist 1923 infolge des Ruhrkampfes auf einen Bruchteil ihres Friedensumfangs zurückgegangen und machte davon nur gut ein Fünftel aus, dagegen ist seine Einfuhr aus dem gleichen Grunde ganz außerordentlich gestiegen und belief sich auf 146 % der Friedenshöhe. Der Ausfall der deutschen Lieferungen auf dem Weltmarkt im Jahre 1923 ist Großbritannien insofern zugutegekommen, als es seine Ausfuhr um rd. ein Zehntel gegen die Friedenszeit erhöhen konnte. Frankreich hat durch den Krieg seine Abhängigkeit in der Kohlenversorgung vom Ausland noch vergrößert, da die zurückgewonnenen Landesteile einen ihre Förderung weit übersteigenden Kohlenbedarf haben. Infolgedessen war 1923 seine Einfuhr etwa ein Drittel höher als 1913. Gleichzeitig hat es auch seine Ausfuhr, der jedoch bei etwa 2,9 Mill. t keine sonderliche Bedeutung zukommt, verdoppelt. Bei Belgien begegnen wir einem Rückgang der Ausfuhr auf wenig mehr als die Hälfte bei gleichzeitiger Verminderung der Einfuhr um ein Siebtel. Wenn die Ver. Staaten 1923 einen größern Kohlenbezug aufwiesen als 1913, so war das eine Nachwirkung des großen Bergarbeiterausstandes vom Jahre 1922, da die damals mit dem Ausland getätigten Abschlüsse zum Teil erst im folgenden Jahr zur Abwicklung gekommen sind. Die Ausfuhr der Union zeigt gegen den Frieden nur eine geringe Steigerung.

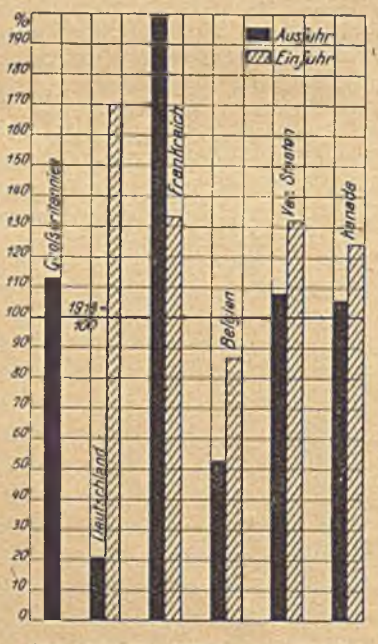


Abb. 13. Verhältnis des Kohlenaußenhandels Deutschlands und der wichtigsten Siegerstaaten 1923 gegen 1913 (1913 = 100).

Die Ergebnisse des Jahres 1923, welche das Schaubild wiedergibt, beruhen zum guten Teil auf der durch die Ruhrbesetzung geschaffenen Sachlage und haben dadurch nichts weniger als einen Dauercharakter. Das beweisen schon die bis jetzt vorliegenden Zahlen für das abgelaufene Jahr, die in den obigen Zahlentafeln wiedergegeben sind. Vor allem ist die britische Ausfuhr von der ungewöhnlichen in 1923 verzeichneten Höhe von 85,8 Mill. t wieder heruntergegangen und war im letzten Jahre mit 66,6 Mill. t auch wesentlich kleiner als im letzten Friedensjahr, wo sie 77,9 Mill. t betrug. Auf der andern Seite hat Deutschland wieder auf dem Weltkohlenmarkt beträchtlich an Boden gewonnen, die über seine Ausfuhr vorliegenden Zahlen sind noch nicht vollständig. Auf Grund der Ziffern des Novembers, der zum erstenmal seit beinahe zwei Jahren wieder lückenlose Zahlenangaben über den Außenhandel bietet, läßt sich die folgende Jahresausfuhr an mineralischem Brennstoff berechnen.

	t
Steinkohle	7 650 000
Braunkohle	33 000
Koks	1 880 000
Steinpreßkohle	275 000
Braunpreßkohle . . .	640 000

Diese Zahlen dürften, wenn nicht besondere Veränderungen auf dem Weltkohlenmarkte eintreten, für das laufende Jahr in etwa den im freien Handel zu erwartenden Anteil Deutschlands an der Kohlenversorgung der übrigen Länder ergeben.

Der Vollständigkeit halber seien nachstehend noch einige Angaben über die Zwangslieferungen in mineralischen Brennstoffen gemacht, welche Deutschland auf Grund des Versailler Friedens in den Jahren 1919 bis 1924 ausgeführt hat. Für das letzte Jahr liegen die Zahlen allerdings noch nicht vollständig vor.

Zahlentafel 3. Zwangslieferungen Deutschlands in Brennstoffen an Frankreich, Luxemburg, Belgien und Italien (in 1000 t).

Lieferungen nach	1919	1920	1921	1922	1923[1]	1924[3] (1.–3. Vj.)
Frankreich und Luxemburg:						
Steinkohle . .	1 100	5 995	6 683	4 518	1 690	3 356
Koks	817	3 888	3 882	5 648	2 277	2 258
Preßbraunkohle	153	1 075	491	517	157	285
Belgien:						
Steinkohle . .	—	1 292	2 610	2 317	1 284	2 611
Koks	—	—	135	462	231	424
Preßsteinkohle .	—	—	—	—	—	3
Preßbraunkohle	—	154	77	87	60[2]	72
Italien:						
Steinkohle . .	104	1 406	2 797	2 616	1 276	3 028
Koks	33	113	83	94	33	102
Preßsteinkohle .	—	—	—	—	72	171
Insgesamt:						
Steinkohle . .	1 204	8 693	12 090	9 451	4 250	8 995
Koks	850	4 001	4 100	6 204	2 514	2 784
Preßsteinkohle .	—	—	—	—	72	174
Preßbraunkohle	153	1 229	568	604	217	357

[1] Angaben für Frankreich, Luxemburg und Belgien nach französischer Quelle (Beutemengen). [2] Einschl. 2800 t Braunkohle. [3] Nur Lieferungen des Ruhrbezirks bzw. bei Preßbraunkohle des Rhein. Braunkohlenbezirks.

Insgesamt wurden in diesem Zeitraum, wenn man für das letzte Viertel 1924 Schätzungsmengen einsetzt, einschließlich der Beutekohle vom Jahre 1923, den Siegerstaaten an Reparationsbrennstoffen zugeführt 48,1 Mill. t Steinkohle, 21,3 Mill. t Koks, 289000 t Preßsteinkohle, 3,2 Mill. t Preßbraunkohle.

UMSCHAU.

Ausschuß für Bergtechnik, Wärme- und Kraftwirtschaft für den niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau. In der von Bergrat Johow geleiteten 27. Sitzung des Ausschusses vom 19. Januar in der Bergschule zu Bochum wurden folgende Vorträge gehalten: Professor Dr.-Ing. Philippi, Berlin: »Die Verwendung elektrischer Untertagemaschinen in Schlagwettergruben«; Dr. phil. Baum, Wattenscheid: »Die Verwendung der Steinkohlenschweröle im Bergbau«. Die beiden Vorträge werden mit der angeschlossenen Aussprache demnächst hier erscheinen.

Vereinigung für technisch-wissenschaftliche Vorträge im mittlern rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Der für den 2. und 9. Februar vorgesehene Vortrag von Dipl.-Ing. Truhel: »Neuerungen auf dem Gebiete elektrischer Bergwerksmaschinen und -anlagen«[1] hat auf den 2. und 9. März, nachmittags 5—7 Uhr, verschoben werden müssen.

Wissenschaftliche Tagung anläßlich der wärmewirtschaftlichen Messe in Köln. In Verbindung mit der im Rahmen der Kölner Frühjahrsmesse (22.—31. März) stattfindenden Wärmewirtschaftsmesse wird am 23. und 24. März eine wissenschaftliche Tagung veranstaltet, auf der von namhaften Fachleuten Vorträge über wichtige Fragen neuzeitlicher Wärmewirtschaft gehalten werden. Folgende Vorträge sind u. a. vorgesehen: Professor Grunewald, Köln: »Wärmewirtschaftliche Fragen in Braunkohlen-Brikettfabriken«. Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Franz Fischer, Mülheim (Ruhr): »Über den Zusammenhang zwischen Wesen und Verwertbarkeit der Kohlen«. Professor Dr.-Ing. Oberhoffer, Aachen: »Dampfkesselbaustoffe«. Professor Dr.-Ing. Bonin, Aachen: »Wirtschaftlichkeit von Hausbrandöfen«. Professor Langer, Aachen: »Abwärme- und Abgasverwertung bei Verbrennungsmotoren«. Oberingenieur Bleibtreu, Völklingen: »Neuzeitliche industrielle Feuerungen in Amerika«. Privatdozent Dr.-Ing. Hencky, Leverkusen: »Die wirtschaftliche Fortleitung und Verteilung von Dampf auf große Entfernungen«. Dr.-Ing. e. h. Goossens, Aachen: »Transport, Lagerung und Verbrennung von Kohlenstaub«. Dr.-Ing. Reutlinger, Köln: »Kupplung von Kraft- und Heizbetrieben, erläutert an ausgeführten Beispielen«. Dr.-Ing. Vent, Essen: »Die elektrische Beheizung in gewerblichen und industriellen Betrieben«. Stadtbaumeister Schilling, Barmen: »Städtische Fernheizwerke; Geschichte, Bau und Betrieb«.

Zuschriften an die Schriftleitung.

(Ohne Verantwortlichkeit der Schriftleitung.)

In dem Aufsatz von Dipl.-Ing. Giese »Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Benzollokomotivbetriebe«[2] trifft die Angabe nicht zu, daß Einzylindermaschinen mit Verdampfungskühlung sehr oft im Laufe des Tages mit Kühlwasser nachgefüllt werden müssen. Der Wasservorrat bei der Deutzer Lokomotive reicht mindestens aus für die Hin- und Rückfahrt auf der längsten bis heute für die Motorlokomotive in Frage kommenden Strecke. Infolgedessen braucht man auch nur vor jeder Fahrt am Lokomotivschuppen oder an einer andern hierfür vorgesehenen Stelle nachzufüllen. Dies entspricht übrigens der von den meisten Verwaltungen gegebenen Anweisung ohne Rücksicht auf den Inhalt des Kühlwasserbehälters.

Auch bei den hier in Frage kommenden Einzylindermaschinen erfolgt das Andrehen im allgemeinen so leicht, daß der Motor in den Betriebspausen stillgesetzt wird. Es kann beim Deutzer Lokomotivmotor infolge entsprechender Ausbildung der rückstoßsichern Andrehkurbel an beiden Seiten der Maschine vorgenommen werden, und zwar wesentlich bequemer als mit Hilfe der tiefliegenden Kurbel im Führerstand der Windhoff-Lokomotive, in dem der Maschinenführer nicht dieselbe Bewegungsfreiheit hat. Ein Vorteil des Anlassens vom Führerstande aus besteht daher nur dann, wenn der Führer auf der Strecke seitlich nicht heraustreten kann, was aber nur in seltenen Fällen bei eingleisigen Strecken mit äußerst knapp bemessenem, ursprünglich nicht für Lokomotivbetrieb vorgesehenem Querschnitt vorkommen wird.

In bezug auf das sanfte und stoßfreie Anfahren der Maschine und den geräuschlosen Gang des Getriebes besteht kein Unterschied zwischen der Mehrzylinder- und der Einzylindermaschine. Auch bei der Deutzer Einzylindermaschine werden Reibungskupplungen bei vollständig eingekapseltem Getriebe verwandt.

Wenn als ein Vorteil des Zahnradgetriebes ohne Geschwindigkeitsstufen angegeben wird, daß es sehr einfach ist, so darf dabei der die Einfachheit in den meisten Fällen überwiegende Nachteil nicht unerwähnt bleiben, daß nur eine sich in geringen Grenzen bewegende Zugkraft entwickelt werden kann (nämlich 480 oder 500 kg in dem angezogenen Beispiel). Zugrundegelegt ist eine Lokomotive von 10 PS Leistung bei 800 Umdrehungen, steigerungsfähig auf 1600 Umdrehungen, also mit einer Höchstleistung von 20 PS. Geht man davon aus, daß beide Systeme bei gleicher Leistung und gleichen Geschwindigkeiten auch die gleichen Zugkräfte entwickeln, in vorliegendem Falle etwa 250 kg bei 10/12 PS Leistung und 9 km Geschwindigkeit je st, so kann hiermit eine Zuglast von rd. 20 t gezogen werden. Die Lokomotive mit einer Übersetzung und Steigerungsfähigkeit der Umlaufzahl auf das Doppelte kann allerdings diese Last auf ebener Strecke auch mit 18 km Geschwindigkeit befördern, sie aber nicht eine Steigung hinaufziehen. Demgegenüber vermag die Vergleichslokomotive mit zwei Übersetzungen zwar auf ebener Strecke nur eine Höchstgeschwindigkeit von 9 km zu erreichen, aber durch Änderung der Übersetzung dieselbe Last mit verminderter Geschwindigkeit auch auf der Steigung zu ziehen.

Es ist zuzugeben, daß der automobilmäßig gebaute Vierzylindermotor eine größere Freiheit in der Bemessung der Fahrgeschwindigkeit ohne Änderung der Übersetzung zuläßt, ihm fehlt aber die meist wichtigere Anpassungsfähigkeit der Zugkraft an die Streckenverhältnisse, welche die Lokomotive mit zwei oder drei Übersetzungen hat. Da aber bei Mehrfachübersetzung auch der langsam laufende Einzylindermotor eine genügende Änderung der Umlaufzahl gestattet, wird er vielfach wegen seiner größern Einfachheit und Billigkeit und nicht zuletzt wegen seiner geringern Umlaufzahl vorgezogen.

In der Zahlentafel 2 sind die möglichen Geschwindigkeiten der Lokomotiven insofern unrichtig angegeben, als für die Deutzer Lokomotive nur zwei oder drei feste Geschwindigkeiten, je nachdem, ob sie mit zwei oder drei Übersetzungen arbeitet, genannt werden, während bei der Windhoff-Lokomotive alle Geschwindigkeiten zwischen 0 bis 9 km möglich sein sollen. Bei der Deutzer Lokomotive kann die Geschwindigkeit durch eine hierfür vorgesehene Verstellvorrichtung des Reglers ohne Änderung der Übersetzung auf etwa die Hälfte der normalen heruntergezogen werden, so daß also in den angegebenen Fällen eine Verminderung der Geschwindigkeit bis auf 2 oder 2½ km und die Einhaltung aller Zwischenstufen möglich ist. Diese niedrigste Geschwindigkeit reicht für sämtliche praktisch vorkommenden Zwecke aus. Im übrigen ist es auch bei der Vierzylinderlokomotive nicht möglich,

[1] Glückauf 1924, S. 1071.
[2] Glückauf 1924, S. 463.

bis auf Null mit der Geschwindigkeit herunterzugehen; denn wenn die höchste Geschwindigkeit von 9 km bei 1600 Umdrehungen erreicht wird, müßte der Motor beispielsweise bei 1/2 km weniger als 90 Umdrehungen machen, was kein Automobilmotor fertigbringt.

Die Ermittlung des Ergebnisses der Brennstoffverbrauchsmessung in der Zahlentafel 1 ist nach Angabe des Verfassers in der Weise erfolgt, daß man auf einer bestimmten Stelle der Strecke den Brennstoffspiegel am Schauglas gemessen und nach Beendigung der Fahrt an derselben Stelle die Senkung des Spiegels wieder am Schauglas festgestellt hat. Es ist nicht berücksichtigt worden, daß schon eine geringfügige, innerhalb der Meßfehler liegende Änderung in der Stellung der Lokomotive am Anfang und Ende des Versuches einen erheblichen Einfluß auf den Stand der Flüssigkeit an der Ablesestelle haben mußte, und zwar um so mehr, als es sich bei der Deutzer Lokomotive um einen Behälter von großer Grundfläche und geringer Höhe handelte. Da der Deutzer Lokomotivmotor auf dem Prüfstand mit 250 g/PSe abgenommen wird und das Deutzer Getriebe durch Verwendung von Kugellagern auf das Mindestmaß der Eigenreibung gehalten ist, müßte, wenn die Windhoff-Lokomotive für dieselbe Leistung 63,5 g verbraucht, zu der der Deutzer Motor 79,0 g nötig hat, der Windhoff-Motor unter 200 g/PSe gebraucht haben, was bisher von derartigen Motoren auch nicht annähernd erreicht worden ist.

Das Adhäsionsgewicht von 4200 kg der Deutzer Lokomotive ist für die Höchstzugkraft von 600 kg richtig bemessen und beträgt das Siebenfache davon. Dasjenige der Windhoff-Lokomotive mit 3000 kg bei 500 kg Zugkraft ist, besonders für die Verhältnisse untertage, zu gering; daher muß schneller mit dem Bandagen verschleißenden Schleudern der Triebräder gerechnet werden.

Beim Vergleich zwischen der Vierzylinder- und der Einzylinderlokomotive ist noch zu berücksichtigen, daß die als Beispiel für die zweite Bauart herangezogene Deutzer Lokomotive nicht die neueste Konstruktion der Firma darstellt. Beispielsweise trifft es bei dieser, mit der die Vergleichsversuche ausgeführt worden sind, nicht zu, daß der Brennstoffbehälter über der Kurbel liegt. Auch sind in Deutz keine Fälle bekannt geworden, daß selbst bei alten Maschinen die Rohrleitungen infolge ihrer unrichtigen Lage durchgescheuert worden wären.

Motorenfabrik Deutz.

Zu den vorstehenden Ausführungen der Motorenfabrik Deutz sei zunächst zur Klarstellung bemerkt, daß der im Auftrage des Dampfkessel-Überwachungs-Vereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund verfaßte Aufsatz von Dipl.-Ing. Giese, der inzwischen aus den Diensten des Vereins geschieden ist, keineswegs eine Gegenüberstellung der Windhoff- und der Deutzer Lokomotive bezweckt hat, wie es nach der Zuschrift scheinen könnte. Es ist daher auch vermieden worden, als Einzylinderlokomotive eine bestimmte Maschine zu nennen. Die Beschreibung der Vierzylinderlokomotive sollte, wie angegeben, zur Ergänzung eines frühern Aufsatzes[1] dienen. Es ist natürlich, daß der Verfasser dabei gewisse Vor- und Nachteile erwähnt hat, jedoch ohne etwa die Behauptung aufzustellen, daß andere Maschinen oder gar eine bestimmte, wie die Deutzer Lokomotive, diese Vorteile nicht aufzuweisen hätten. Die Zuschrift erweckt den unrichtigen Eindruck, als ob angenommen würde, der Verfasser hätte die Deutzer Maschine angreifen wollen, was ihm durchaus ferngelegen hat. Im einzelnen sei folgendes bemerkt:

Es ist nicht bestritten worden, daß der Wasservorrat der Deutzer Lokomotive für die Hin- und Rückfahrt auch bei den längsten für Lokomotiven in Frage kommenden Strecken ausreicht. Die Wassernachfüllung und damit die Rückkühlung des Wasservorrates erfolgt aus einem andern Grunde, nämlich, damit die beim Kochen des Wassers freiwerdenden lästigen Wasserdämpfe aus der Strecke ferngehalten werden.

Zum Anwerfen von Einzylindermotoren in der für Benzollokomotiven üblichen Größe sind in der Regel zwei Mann erforderlich. Naturgemäß erfolgt das Anwerfen der Mehrzylindermotoren von gleicher Leistung leichter, weil das Drehmoment kleiner ist. Das An- und Abstellen der Motoren wird vom Fahrer desto bereitwilliger vorgenommen werden, je bequemer es ist. Abgesehen vom Kraftaufwand wird der Fahrer dabei derjenigen Einrichtung den Vorzug geben, die er von seinem Sitz aus bedienen kann. Selbstverständlich ist auch bei einem Einzylindermotor ein sanftes und stoßfreies Anfahren möglich, wenn elastische Kupplungen angewandt werden.

Der durch die in der Zahlentafel 1 des Aufsatzes enthaltenen Ergebnisse gekennzeichnete Versuch ist mit der im rauhen Grubenbetriebe möglichen Meßgenauigkeit vorgenommen worden. Fehler sind dabei nicht zu vermeiden, können übrigens aber ebensogut der Einzylinder- wie der Vierzylinderlokomotive zugutegekommen sein. Mit genauen Laboratoriums- oder Prüfstandsversuchen lassen sich derartige Feststellungen allerdings nicht vergleichen, jedoch bleibt die Fehlergrenze bestimmt innerhalb des Spielraumes des festgestellten Benzolverbrauches je Nutz-tkm. Die Feststellung des Benzolverbrauches verschiedener Motoren in g/PS/st auf dem Prüfstand hat natürlich für den Erbauer des Motors Bedeutung. Für den Betrieb ist aber die Feststellung des Brennstoffverbrauches je Nutz-tkm ohne Zweifel wichtiger, weil in dieser Zahl noch weitere Umstände in die Erscheinung treten, die außer dem Brennstoffverbrauch g/PS/st die Wirtschaftlichkeit des Betriebes beeinflussen. Eine Umrechnung der je Nutz-tkm festgestellten Brennstoffverbrauchszahlen auf die auf dem Prüfstand zu erzielenden ist daher nicht angängig.

Das im Aufsatz angegebene Gewicht der Windhoff-Lokomotive ist, wie auch dort bereits erwähnt, zu gering und inzwischen erhöht worden.

Dampfkessel-Überwachungs-Verein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund.

[1] Gunderloch: Der Stand der Grubenlokomotivförderung im Ruhrbezirk, Glückauf 1922, S. 589.

WIRTSCHAFTLICHES.

Deutsche Bergarbeiterlöhne. Im Anschluß an unsere Ausführungen in Nr. 1/1925 (S. 20 ff.) veröffentlichen wir nachstehend neuere Angaben über die Lohnentwicklung in den Hauptbergbaubezirken Deutschlands. Um einen Vergleich mit frühern Zahlen zu ermöglichen, haben wir den Leistungslohn noch durch die Angabe des auf eine Schicht entfallenden Hausstand- und Kindergeldes ergänzt und somit die Hauptbestandteile des amtlich bekanntgegebenen Barver-

dienstes aufgeführt, der dem vor 1921 nachgewiesenen »verdienten reinen Lohn« entspricht, nur mit dem Unterschied, daß die Versicherungs-Beiträge der Arbeiter in dem jetzigen Leistungslohn enthalten sind.

Für das wichtigste Revier, den Ruhrbezirk, seien der Vollständigkeit wegen noch einige nähere Angaben gemacht. Als Krankengeld sowie als Soziallohn für Krankfeierschichten gelangten zur Auszahlung:

1924	Krankengeld	Soziallohn für Krankenschichten
Januar	982 000 ℳ	27 000 ℳ
Februar	1 164 000 „	64 000 „
März	1 482 000 „	74 000 „
April	1 569 000 „	75 000 „
Mai	2 067 000 „	107 000 „
Juni	1 388 000 „	26 000 „
Juli	1 471 000 „	66 000 „
August	1 766 000 „	84 000 „
September	1 774 000 „	82 000 „
Oktober	2 053 000 „	88 000 „
November	2 044 000 „	88 000 „

Werden diese Summen dem in der Lohnstatistik angegebenen Einkommen noch hinzugezählt, so läßt sich errechnen, daß im Durchschnitt jeder angelegte Bergarbeiter des Ruhrbezirks auf Grund seines Arbeitsverhältnisses rechnungsmäßig insgesamt die nebenstehend angegebenen Monatsbezüge gehabt hat.

Neben diesen Beträgen kommt für einen nicht unwesentlichen Teil der Arbeiterschaft noch der Bezug von Alters-, Invaliden- oder Unfallrente sowie Kriegsrente in Frage, wodurch das errechnete durchschnittliche Gesamteinkommen noch eine Erhöhung erfährt. Über diese Rentenbezüge liegen uns jedoch keine Angaben vor.

1924	Gesamteinkommen nach der Lohnstatistik	Dazu kommen noch Krankengeldbezüge insgesamt
Januar	98 ℳ	2,33 ℳ
Februar	112 „	2,95 „
März	125 „	3,68 „
April	122 „	3,80 „
Mai	72 „	5,10 „
Juni	142 „	3,29 „
Juli	155 „	3,42 „
August	146 „	4,11 „
September	152 „	4,12 „
Oktober	157 „	4,72 „
November	140 „	4,56 „

Bei dem nachgewiesenen Krankengeldbezug handelt es sich nur um die Barauszahlungen an die Kranken oder an ihre Angehörigen. Die sonstigen Vorteile, die der Arbeiter aus der sozialen Versicherung hat, wie freie ärztliche Behandlung, fast völlig kostenlose Lieferung von Heilmitteln, Krankenhauspflege usw., sind außer Betracht geblieben.

Außerdem kommen den Arbeitern auch noch Aufwendungen der Werke zugut, die zahlenmäßig nicht festzustellen sind. Das sind beispielsweise die Vorteile der billigen Unterkunft in Ledigenheimen, die Kosten für die Unterhaltung von Kinderbewahranstalten, Haushaltungsschulen u. ä., die Möglichkeit, in Werkskonsumanstalten u. dgl. Einrichtungen bzw. infolge von werksseitig gewährten Verbilligungen Lebensmittel aller Art und Gegenstände des täglichen Bedarfs besonders vorteilhaft einzukaufen usw. Diese Beträge sind jedoch im Sinne der amtlichen Vorschriften für die Aufstellung der Lohnstatistik außer acht geblieben.

Zahlentafel 1. Leistungslohn[1] und *Soziallohn*[1] der Kohlen- und Gesteinshauer je Schicht.

1924	Ruhrbezirk	Aachen	Deutsch-Oberschlesien	Niederschlesien	Freistaat Sachsen
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Januar	5,53	5,27	5,74	4,02	4,18
	0,38	*0,21*	*0,28*	*0,19*	*0,30*
Februar	5,70	5,42	5,91	4,18	4,33
	0,37	*0,21*	*0,29*	*0,19*	*0,30*
März	5,83	5,43	5,97	4,36	4,40
	0,37	*0,21*	*0,28*	*0,19*	*0,30*
April	5,96	5,48	6,01	4,39	4,90
	0,36	*0,21*	*0,28*	*0,19*	*0,15*
Mai	6,53	6,36	5,97	4,55	4,98
	0,38	*0,22*	*0,34*	*0,19*	*0,22*
Juni	6,87	6,29	5,90	4,63	4,74
	0,36	*0,21*	*0,30*	*0,19*	*0,18*
Juli	7,08	6,37	6,05	4,69	5,05
	0,36	*0,21*	*0,29*	*0,19*	*0,15*
August	7,14	6,37	6,13	4,76	5,28
	0,36	*0,21*	*0,29*	*0,20*	*0,16*
September	7,14	6,35	6,19	4,75	5,39
	0,35	*0,20*	*0,29*	*0,20*	*0,15*
Oktober	7,16	6,46	6,24	4,72	5,48
	0,35	*0,21*	*0,29*	*0,20*	*0,15*
November	7,28	6,55	6,49	4,79	5,69
	0,35	*0,20*	*0,29*	*0,20*	*0,15*

Zahlentafel 2. Leistungslohn[1] und *Soziallohn*[1] der Gesamtbelegschaft[2] je Schicht.

1924	Ruhrbezirk	Aachen	Deutsch-Oberschlesien	Niederschlesien	Freistaat Sachsen
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Januar	4,81	4,27	4,04	3,44	3,70
	0,31	*0,17*	*0,18*	*0,15*	*0,22*
Februar	4,92	4,49	*4,13*	3,52	3,86
	0,31	*0,17*	*0,19*	*0,15*	*0,22*
März	4,92	4,51	4,15	3,62	3,94
	0,30	*0,16*	*0,19*	*0,15*	*0,22*
April	4,98	4,57	4,17	3,73	4,30
	0,29	*0,17*	*0,19*	*0,16*	*0,10*
Mai	5,38	5,29	4,23	3,88	4,20
	0,29	*0,19*	*0,22*	*0,16*	*0,12*
Juni	5,81	5,26	4,24	3,95	4,24
	0,29	*0,17*	*0,19*	*0,16*	*0,11*
Juli	5,90	5,28	4,29	3,98	4,44
	0,28	*0,17*	*0,19*	*0,16*	*0,10*
August	5,92	5,28	4,30	4,02	4,61
	0,28	*0,16*	*0,19*	*0,16*	*0,11*
September	5,92	5,28	4,31	4,03	4,68
	0,28	*0,16*	*0,19*	*0,16*	*0,10*
Oktober	5,93	5,35	4,32	4,04	4,74
	0,28	*0,16*	*0,18*	*0,16*	*0,10*
November	5,99	5,41	4,49	4,08	4,88
	0,28	*0,16*	*0,19*	*0,16*	*0,10*

[1] und [2] s. die Anmerkungen auf der folgenden Seite.

Zahlentafel 3. Wert des Gesamteinkommens[1] der Kohlen- und Gesteinshauer je Schicht.

1924	Ruhrbezirk	Aachen	Deutsch-Oberschlesien	Niederschlesien	Freistaat Sachsen
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Januar .	6,24	5,87	6,25	4,46	4,94
Februar .	6,29	5,91	6,45	4,62	4,91
März . .	6,42	5,88	6,52	4,78	4,98
April . .	6,51	6,01	6,49	4,83	5,37
Mai . .	21,55[3]	6,82	6,43	4,96	5,79
Juni . .	7,61[3]	6,75	6,37	5,06	5,45
Juli . .	7,60[3]	6,74	6,58	5,11	5,51
August .	7,66[3]	6,76	6,65	5,19	6,36[4]
September	7,65[3]	6,74	6,77	5,17	5,85
Oktober .	7,66	6,88	6,80	5,13	6,01
November	7,79	7,01	7,15	5,20	6,26

Zahlentafel 4. Wert des Gesamteinkommens[1] der Gesamtbelegschaft[2] je Schicht.

1924	Ruhrbezirk	Aachen	Deutsch-Oberschlesien	Niederschlesien	Freistaat Sachsen
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Januar .	5,46	4,85	4,48	3,84	4,30
Februar .	5,46	4,95	4,57	3,91	4,33
März . .	5,45	4,97	4,60	4,02	4,40
April . .	5,49	5,09	4,59	4,17	4,71
Mai . .	14,22[3]	5,77	4,65	4,30	4,99
Juni . .	6,47[3]	5,75	4,62	4,38	4,92
Juli . .	6,35[3]	5,67	4,68	4,37	4,83
August .	6,38[3]	5,67	4,69	4,43	5,45[4]
September	6,37[3]	5,65	4,74	4,42	5,07
Oktober .	6,36	5,75	4,72	4,41	5,19
November	6,46	5,87	4,97	4,49	5,38

[1] Der Leistungslohn ist auf eine verfahrene Schicht bezogen, der Soziallohn sowie der Wert des Gesamteinkommens jedoch auf eine vergütete Schicht. Wegen der Erläuterung der Begriffe »Leistungslohn«, »Gesamteinkommen« und »vergütete« Schicht verweisen wir auf unsere Ausführungen in Nr. 40/1922 (S. 1215ff) bzw. in Nr. 3/1923 (S. 70ff.). [2] Einschließlich der Arbeiter in Nebenbetrieben.
[3] Einschließlich Abgeltung für nicht genommenen Urlaub: Hauer Mai 14,30 ℳ Juni 0,10 ℳ Juli 0,01 ℳ August 0,01 ℳ September 0,01 ℳ
Gesamtbelegschaft 7,86 „ 0,08 „ 0,03 „ 0,01 „ 0,01 „
ferner einschließlich Zuschläge für Notstandsarbeiten während der Arbeitsstreitigkeit im Mai (Hauer 0,18, Gesamtbelegschaft 0,50 ℳ). [4] Die große Steigerung erklärt sich daraus, daß im August eine gemäß Schiedsspruch zu zahlende Urlaubsentschädigung verrechnet wurde.

Schichtförderanteil im Ruhrkohlenbezirk.

Monat	Kohlen- und Gesteinshauer	Hauer und Gedingeschlepper	Untertagearbeiter	Gesamtbelegschaft insges.	Gesamtbelegschaft ohne Arbeiter in Nebenbetrieben
	kg	kg	kg	kg	kg
Durchschnitt 1913	.	1 768	1 161	884	934
1924: Januar . .	1 769	1 686	1 041	762	812
Februar . .	1 835	1 750	1 094	816	864
März . . .	1 895	1 735	1 089	819	868
April . . .	1 892	1 721	1 082	815	864
Mai . . .	1 855	1 693	1 013	597	646
Juni . . .	1 777	1 617	1 001	755	798
Juli . . .	1 895	1 714	1 066	805	854
August . .	1 942	1 752	1 086	815	866
September .	1 952	1 759	1 090	824	873
Oktober . .	1 975	1 772	1 097	830	880
November .	2 009	1 799	1 114	836	891

Die Entwicklung des Schichtförderanteils gegenüber 1913 (letzteres = 100 gesetzt) geht aus folgender Zahlentafel hervor.

Monat	Hauer und Gedingeschlepper	Untertagearbeiter	Gesamtbelegschaft insges.	Gesamtbelegschaft ohne Arbeiter in Nebenbetrieben
Durchschnitt 1913 .	100,00	100,00	100,00	100,00
1924: Januar . . .	95,36	89,66	86,20	86,94
Februar . .	98,98	94,23	92,31	92,51
März . . .	98,13	93,80	92,65	92,93
April . . .	97,34	93,20	92,19	92,51
Mai	95,76	87,25	67,53	69,16
Juni	91,46	86,22	85,41	85,44
Juli	96,95	91,82	91,06	91,43
August . . .	99,10	93,54	92,19	92,72
September .	99,49	93,88	93,21	93,47
Oktober . .	100,23	94,49	93,89	94,22
November . .	101,75	95,95	94,57	95,40

Schichtförderanteil im sächsischen Steinkohlenbergbau.

Monat	Hauer[1]	Hauer und Gedingeschlepper	Untertagearbeiter	Gesamtbelegschaft insges.	Gesamtbelegschaft ohne die Arbeiter in Nebenbetrieben
	kg	kg	kg	kg	kg
Durchschnitt 1913	.	.	920	705	710
„ 1922	1 560	1 194	574	411	414
„ 1923	1 324	1 054	508	365	371
1924: Januar . .	1 537	1 244	603	440	447
Februar . .	1 535	1 241	606	446	453
März . . .	1 535	1 259	613	452	459
April . . .	1 483	1 249	602	432	440
Mai . . .	1 473	1 225	492	229	241
Juli . . .	1 561	1 339	653	471	480
August . .	1 627	1 373	678	487	497
September .	1 645	1 387	684	492	503
Oktober . .	1 667	1 415	687	492	503
November .	1 735	1 457	706	509	521

Die Entwicklung des Schichtförderanteils im Vergleich mit 1913 (letzteres = 100 gesetzt) geht aus der folgenden Zahlentafel hervor.

Monat	Untertagearbeiter	Gesamtbelegschaft insges.	Gesamtbelegschaft ohne die Arbeiter in Nebenbetrieben
Durchschnitt 1913 .	100,00	100,00	100,00
„ 1922 .	62,39	58,30	58,31
„ 1923 .	55,22	51,77	52,25
1924: Januar . . .	65,54	62,41	62,96
Februar . . .	65,87	63,26	63,80
März	66,63	64,11	64,65
April	65,43	61,28	61,97
Mai	53,48	32,48	33,94
Juli	70,98	66,81	67,61
August . . .	73,70	69,08	70,00
September . .	74,35	69,79	70,85
Oktober . .	74,67	69,79	70,85
November . .	76,74	72,20	73,38

[1] Nach Mitteilung des Bergbaulichen Vereins für Zwickau und Lugau-Oelsnitz hat der Begriff »Hauer« seit Einführung der neuen Lohnstatistik im Jahre 1921 eine Verschiebung erfahren, so daß die bisherigen Vergleiche der Hauerleistung mit der Vorkriegszeit kein richtiges Bild ergaben. Aus diesem Grunde haben wir den Förderanteil der Hauer für 1913 und die Verhältniszahlen fortgelassen.

Schichtförderanteil im niederschlesischen Steinkohlenbergbau.

Monat	Hauer kg	Hauer 1913 = 100	Hauer und Gedingeschlepper kg	Hauer und Gedingeschlepper 1913 = 100	Untertagebelegschaft kg	Untertagebelegschaft 1913 = 100	Gesamtbelegschaft (ohne Arbeiter in Nebenbetrieben) kg	Gesamtbelegschaft 1913 = 100
Durchschnitt 1913	2 005	100	1 567	100	928	100	669	100
„ 1922	1 535	76,56	1 078	68,79	630	67,89	448	66,97
„ 1923	1 462	72,92	1 035	66,05	603	64,98	430	64,28
1924: Januar . .	1 617	80,65	1 237	78,94	731	78,77	524	78,33
Februar . .	1 672	83,39	1 282	81,81	745	80,28	529	79,07
März . . .	1 640	81,80	1 272	81,17	748	80,60	530	79,22
April . . .	1 622	80,90	1 307	83,41	767	82,65	552	82,51
Mai . . .	1 616	80,60	1 330	84,88	775	83,51	555	82,96
Juni . . .	1 594	79,50	1 312	83,73	756	81,47	539	80,57
Juli . . .	1 616	80,60	1 358	86,66	779	83,94	549	82,06
August . .	1 619	80,75	1 367	87,24	783	84,38	548	81,91
September .	1 675	83,54	1 414	90,24	804	86,64	569	85,05
Oktober . .	1 715	85,54	1 448	92,41	828	89,22	588	87,89
November .	1 789	89,23	1 506	96,11	854	92,03	612	91,48

Schichtförderanteil im deutsch-oberschlesischen Steinkohlenbergbau.

Monat	Hauer kg	Hauer und Gedingeschlepper kg	Untertagebelegschaft ohne untertage beschäftigte Jugendliche kg	Untertagebelegschaft mit untertage beschäftigte Jugendliche kg	Gesamtbelegsch. (ohne Arbeiter in Nebenbetrieben) kg
Durchschnitt 1913	6 764	.	1 707	1 636	1 139
1924: Januar . .	5 512	3 225	1 205	1 185	849
Februar .	5 622	3 277	1 254	1 236	890
März . .	5 676	3 336	1 288	1 271	913
April . .	5 850	3 407	1 296	1 279	917
Mai . . .	5 671	3 528	930	921	474
Juni . . .	5 796	3 425	1 226	1 213	843
Juli . . .	5 927	3 475	1 319	1 306	936
August . .	6 148	3 603	1 372	1 359	974
September	6 212	3 599	1 382	1 370	988
Oktober .	6 444	3 709	1 419	1 407	1 012
November	6 451	3 728	1 429	1 418	1 020

Die Entwicklung des Schichtförderanteils seit Januar 1924 im Vergleich mit 1913 (letzteres = 100 gesetzt) geht aus der folgenden Zahlentafel hervor.

Monat	Hauer	Untertagebelegschaft ohne untertage beschäftigte Jugendliche	Untertagebelegschaft mit untertage beschäftigte Jugendliche	Gesamtbelegsch. (ohne Arbeiter in Nebenbetrieben)
Durchschnitt 1913	100,00	100,00	100,00	100,00
1924: Januar . .	81,49	70,59	72,43	74,54
Februar .	83,12	73,46	75,55	78,14
März . .	83,91	75,45	77,69	80,16
April . .	86,49	75,92	78,18	80,51
Mai . . .	83,84	54,48	56,30	41,62
Juni . . .	85,69	71,82	74,14	74,01
Juli . . .	87,63	77,27	79,83	82,18
August . .	90,89	80,37	83,07	85,51
September	91,84	80,96	83,74	86,74
Oktober .	95,27	83,13	86,00	88,85
November	95,37	83,71	86,67	89,55

Schichtförderanteil im polnisch-oberschlesischen Steinkohlenbergbau.

Monat	Hauer kg	Hauer und Gedingeschlepper kg	Untertagebelegschaft kg	Untertagebelegschaft 1913 = 100	Gesamtbelegschaft (ohne Arbeiter in Nebenbetrieben) kg	Gesamtbelegschaft 1913 = 100
Durchschnitt 1913	.	.	1 789 [1]	100	1 202 [1]	100
„ 1922	4 499	2 968	914	51,09	596	49,58
„ 1923	4 514	2 940	916	51,20	606	50,42
1924: Januar . .	4 217	2 751	885	49,47	594	49,42
Februar . .	4 384	2 860	931	52,04	625	52,00
März . .	4 528	2 942	945	52,82	630	52,41
April . .	4 965	3 189	1 007	56,29	664	55,24
Mai . . .	5 138	3 295	1 063	59,42	706	58,74
Juni . . .	5 201	3 348	1 088	60,82	717	59,65
Juli . . .	5 082	3 307	1 091	60,98	719	59,82
August . .	4 850	3 288	1 007	56,29	622	51,75
September .	5 442	3 594	1 235	69,03	839	69,80
Oktober .	5 555	3 670	1 307	73,06	898	74,71
November .	5 714	3 742	1 353	75,63	930	77,37

[1] Nach einer Mitteilung des Berg- und Hüttenmännischen Vereins in Kattowitz bezogen sich die bisher für 1913 veröffentlichten Zahlen auf ganz Oberschlesien, während die jetzt gebrachten Angaben nur Polnisch-Oberschlesien umfassen.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk[1].

Tag	Kohlenförderung t	Kokserzeugung t	Preßkohlenherstellung t	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preßkohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt) rechtzeitig gestellt	Wagenstellung gefehlt	Brennstoffumschlag in den Duisburg-Ruhrorter (Kipperleistung) t	Brennstoffumschlag Kanal-Zechen-Häfen t	Brennstoffumschlag privaten Rhein- t	Gesamtbrennstoffversand auf dem Wasserweg aus dem Ruhrbezirk t	Wasserstand des Rheines bei Caub (normal 2,30 m) m
Jan. 18.	Sonntag			4 696	—	14 156	—	—	14 156	.
19.	378 315	124 308	11 902	26 440	—	42 329	23 883	14 241	80 453	1,40
20.	376 825	67 316	12 587	25 629	—	48 496	24 570	11 863	84 929	1,41
21.	367 842	66 840	11 464	25 078	—	53 576	32 880	12 032	98 488	.
22.	371 511	66 443	12 547	25 385	—	50 826	26 918	16 952	94 696	1,34
23.	370 910	66 602	11 748	24 749	—	46 463	25 673	10 381	82 517	1,32
24.	368 976	66 156	10 436	24 182	—	49 529	34 508	14 355	98 392	1,23
zus	2 234 379	457 665	70 684	156 159	—	305 375	168 432	79 824	553 631	.
arbeitstägl.	372 397	65 381	11 781	26 027	—	50 896	28 072	13 304	92 272	.

[1] Vorläufige Zahlen.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt
in der am 23. Januar 1925 endigenden Woche.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). In der verflossenen Woche war die Lage des Kohlenmarktes äußerst gedrückt, sie besserte sich erst zum Wochenende, wo bessere Sorten Kessel- und Gaskohle für Februar lebhafte Nachfrage fanden und für Ende Januar noch reichliche Aufträge gebucht werden konnten. Dennoch genügte die Bele-

bung nicht, eine entscheidende Wendung auf dem Markt herbeizuführen, sie verhinderte lediglich ein weiteres Nachgeben der Preise. Beste Blyth-Kesselkohle festigte sich zu 18/6 s, wogegen Tyne mit 21—22 s leicht zur Abschwächung neigte. Zweite Sorte Tyne ermäßigte sich von 17/6—18 auf 17/6 s, während Tyne sich zu 17/6 s behauptete. Ungesiebte Kesselkohle und kleine Kesselkohle Blyth und Tyne blieben unverändert, besondere Sorten gaben von 11—12 auf 10/6—11 s nach. Bunkerkohle, die in den letzten Wochen guten Absatz fand, lag bemerkenswert still, Kokskohle gab infolge schlechten Koksgeschäftes um 6 d auf 17/6—18/6 s nach. Der Koksmarkt lag sehr schlecht. Die Nachfrage war bei ständig wachsenden Lagervorräten und sehr niedrigen Preisen äußerst gering. Gießerei- und Hochofenkoks ermäßigte sich von 24—26 s auf 23—25 s, bester Gaskoks von 24—26 auf 24—25 s.

2. Frachtenmarkt. Schlechtes Seewetter beeinträchtigte in der Berichtswoche die Chartermärkte sämtlicher Häfen und Richtungen. Die Rückkehr von Leerraum war ungenügend und entsprach keineswegs der inzwischen stark gestiegenen Nachfrage. Die Mittelmeerfrachtsätze sowohl von Newcastle als auch von Cardiff ermäßigten sich, das Festlandgeschäft war geringer bei leicht abgeschwächten Notierungen. Cardiff-Genua ging von 9/7½ auf 9/¼ s, Le Havre von 3/10¼ auf 3/6 s zurück. Cardiff-Alexandrien erzielte dagegen 10 s gegenüber nur 8/9¾ s in der Vorwoche. Für Tyne-Rotterdam wurden 4 s angelegt.

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse.

Nebenerzeugnis		In der Woche endigend am 16. Januar	23. Januar
		s	
Benzol, 90er, Norden	1 Gall.	1/5	
„ „ Süden	„	1/5	
Toluol	„	1/8	
Karbolsäure, roh 60 %	„	1/10	
„ krist. 40 %	„	/5¾	
Solventnaphtha, Norden	„	1/3	
„ Süden	„	1/4	
Rohnaphtha, Norden	„	/8½	
Kreosot	„	/7	/7½
Pech, fob. Ostküste	1 l. t	50/—	48/—
„ fas. Westküste	„	50/—	45/6—48/—
Teer	„	42/6	
schwefelsaures Ammoniak, 21,1 % Stickstoff	„	14 £ 10 s	

Auf dem Markt für Teererzeugnisse war besonders Kreosot zu erhöhten Preisen stark begehrt. Benzol und Karbolsäure waren beständig und fest im Preise. Pech schwächte ab, war aber an der Westküste ziemlich gut gefragt. Die übrigen Erzeugnisse lagen fest.

Der Inlandmarkt in schwefelsauerm Ammoniak lag im allgemeinen unverändert.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 15. Januar 1925.

5b. 894097. August Simon, Beendorf b. Helmstedt. Sprengstoffsparer. 8. 12. 24.

12d. 893939. Wilh. Linnmann, Essen-Altenessen. Vorrichtung zum Ausscheiden von Benzol o. dgl. aus Abwasser. 9. 10. 24.

12k. 894432. Paul Sticht, Dortmund. Feststehendes, zentral angeordnetes Tauchrohr mit tangential angeordneten Verteilungsschlitzen für Ammoniaksättiger. 8. 11. 24.

12k. 894433. Paul Sticht, Dortmund. Salzsammelgefäß mit Vorrichtung zum Absaugen der gesundheitsschädlichen Dämpfe. 8. 11. 24.

14b. 894308. Maschinenfabrik Westfalia A. G., Gelsenkirchen. Schieberkolben an Drehkolbenmaschinen. 24. 9. 23.

24a. 894302. Dr.-Ing. Friedr. Lilge, Oberhausen (Rhld.). Vorrichtung zur Heizgasführung in Flammöfen. 24. 11. 22.

42k. 894007. Dr.-Ing. Alexander Bernhard Dräger, Lübeck. Prüfgerät für Atmungsgeräte. 7. 7. 24.

61a. 893916. Josef Kobell und Josef Ruile, Göggingen. Schutzhaube. 4. 12. 24.

81c. 894002. »Kohlenstaub« Gesellschaft für Braunkohlenverwertung m. b. H., Berlin. Lager- und Transportbehälter für staubförmiges Gut, besonders Kohlenstaub. 8. 1. 24.

Patent-Anmeldungen,

die vom 15. Januar 1925 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 22. L. 57714. Georges Lequeux, Paris. Entstaubungsanlage für Kohle und andere körnige Stoffe. 4. 4. 23.

1b, 1. K. 88080. Fried. Krupp A. G., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Magnetscheider mit mehreren Scheidestellen. 11. 1. 24.

5a, 1. Z. 13772. Wilhelm Zimmermann, Erkelenz (Rhld.). Tiefbohrvorrichtung, bei welcher eine Drehvorrichtung und eine Gestängewindetrommel durch ein Vorgelege mit der Kraftmaschine verbunden sind. 11. 5. 23.

5c, 4. J. 23634. Hans Jung, Duisburg-Meiderich. Nachgiebiger eiserner Grubenstempel. 13. 4. 23.

5c, 4. Sch. 66879. Hanns Schäfer, Essen und Hans Neubauer, Kamenné-Zehravice b. Kladno (Tschecho-Slowakei) Nachgiebiger Stollenausbau. 10. 1. 23.

5c, 4. T. 25405. Goswin & Co., Kommanditgesellschaft, Haspe (Westf.), und Peter Thielmann, Silschede (Westf.). Grubenstempel. 3. 6. 21.

10a, 11. M. 83034. Maschinenfabrik und Eisengießerei G. Wolff jr., Linden (Ruhr). Füllwagenbehälter für Koksöfen u. dgl. 12. 11. 23.

10a, 17. C. 34506. Arthur Cobbaert, Brüssel. Trockenkühlen von Koks oder Halbkoks. 28. 2. 24. Belgien 29. 8. 23.

10a, 21. B. 103158. Friedrich Wilhelm Brandes, Hannover. Innenbeheizung von Schwelräumen durch Generatorgas. 14. 1. 22.

10a, 21. D. 45114. Deutsche Erdöl-A. G., Berlin-Schöneberg. Verschwelung bituminöser Stoffe. 10. 3. 24.

10a, 26. D. 44871. Otto Dobbelstein, Essen, und Hermann Heß, Duisburg. Ringherd zum Schwelen, Trocknen u. dgl. 2. 2. 24.

12i, 21. M. 84361. Metallbank und Metallurgische Gesellschaft A. G., Frankfurt (Main). Entarsenieren von Röstgasen; Zus. z. Pat. 368283. 20. 3. 24.

14b, 9. A. 40516. Apparate Bauanstalt Axmann & Co., Bochum-Riemke, und Erhard Scholl, Altenbochum. Dichtungsvorrichtung für Drehkolbenmaschinen; Zus. z. Pat. 398711. 16. 8. 23.

20e, 16. B. 112304. Ernst Otto Baum und August Steinberger, Kirchen (Sieg). Federnde Verbindung zwischen einem Gruben- und Baubahnwagen und dem Zuggliede. 14. 1. 24.

21f, 60. E. 28255. Ziegenberg A. G. für elektr. Kleinbeleuchtung, Berlin-Schöneberg. Tragbare Batterie-Sicherheitslampe. 27. 6. 22.

24c, 7. V. 17323. Vereinigte Eisenhütten & Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Barmen. Gaswechselventil für Regenerativöfen. 25. 3. 22.

24k, 4. H. 92648. Eugen Haber, Charlottenburg. Wärmeaustauschkörper; Zus. z. Pat. 382437. 5. 2. 23.

26a, 8. K. 87858. Dr.-Ing. Heinrich Koppers, Essen. Verfahren und Vorrichtung zur Einführung von Kohle in Vertikalöfen für stetigen Betrieb; Zus. z. Pat. 393891. 15. 12. 23.

26d, 8. A. 41220. Allgemeine Vergasungs-Gesellschaft m. b. H., Berlin-Wilmersdorf. Verfahren zur fraktionierten Gewinnung von leichten und schweren Kohlenwasserstoffen aus Generatorgas. 4. 6. 21.

26d, 9. G. 61517. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G., Höllriegelskreuth b. München. Verfahren zur Entfernung von schwefel- oder phosphorhaltigen Verunreinigungen aus Gasen, besonders aus Azetylen. 28. 5. 24.

35a, 9. M. 86392. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Schachtförderkübel; Zuz. z. Anm. M. 83294. 16. 9. 24.

35a, 9. Sch. 69031. Hans Schlieper, Recklinghausen. Gleitschuh für Fördergestelle mit federnden Seitenbacken. 27. 11. 23.

35c, 1. M. 84704. A. H. Meier & Co., Maschinenfabrik und Eisengießerei G. m. b. H., Hamm (Westf.). Winde für Bergwerksbetriebe o. dgl. 25. 4. 24.

40a, 31. A. 39649. Dr. Emil Abel, Wien. Aufarbeitung von Kupfer und Nickel enthaltenden Legierungen oder Krätzen. 27. 3. 23. Österreich 8. 4. 22.

42l, 3. T. 29087. Dr. Max Trénel, Berlin-Dahlem. Verfahren zur elektrometrischen Bestimmung der Azidität bzw. Alkalinität von Böden, Kohlearten, Wässern, Abwässern, chemischen Lösungen u. dgl.; Zus. z. Pat. 399410. 15. 7. 24.

80a, 24. E. 29044. »Eintracht« Braunkohlenwerke und Brikettfabriken A. G., Neu-Welzow, und Heinrich Fischer, Welzow (N.-L.), Verfahren zum Ingangssetzen des Preßvorganges bei Brikettpressen. 13. 2. 23.

82a, 1. J. 20382. Dr. Wilh. Groth, Berlin. Verfahren zum Vortrocknen von Rohbraunkohle oder Torf. 27. 5. 20.

Deutsche Patente.

5b (14). *407873,* vom 3. Januar 1923. Karl Huckschlag in Wickede-Asseln (Westf.). *Vorschubvorrichtung für Bohrhämmer.* Zus. z. Pat. 376281. Längste Dauer: 9. Februar 1939.

Bei der durch das Hauptpatent geschützen Vorschubvorrichtung wird der Rückstoß des Arbeitskolbens des Bohrhammers durch mit dem Bohrhammerschlitten verbundene Bolzen auf starke Schraubenfedern übertragen; diese sind von einem Bügel umschlossen, der eine in eine Zahnstange der Schlittenführung eingreifende Sperrklinke beeinflußt. Gemäß der Erfindung ist das unten auf der Schlittenführung gelagerte Zahnstangengesperre durch eine feststehende runde Stange ersetzt, die von einem durch den Rückstoß unter Vermittelung der Schraubenfeder gesteuerten Exzenterpaar umfaßt wird. Die Exzenter sind durch Lenker mit einem Querstück verbunden, das durch eine den Stoß dämpfende Schraubenfeder gegen die Hinterwand des Bohrhammerschlittens abgestützt ist, und gegen das sich der Bohrhammer stützt. Bei jedem Rückstoß des Arbeitskolbens des letztern werden die Exzenter gegen die Stange gedrückt, so daß sich das Querstück und damit der Bohrhammer auf dem Schlitten nicht zurückbewegen können, während sich die Exzenter zwischen den Rückstößen infolge der Vorwärtsbewegung des Querstückes von der Stange lösen und an der Vorwärtsbewegung des Querstückes teilnehmen. Die Stange und die Klemmflächen der Exzenter können mit einer Riffelung oder mit Zähnen versehen sein.

10b (5). *407870,* vom 25. Mai 1921. Karl Jacobs in Hamburg. *Verfahren zum Brikettieren von Brennstoffen.*

Körnige oder nicht ohne weiteres brikettierbare Rohbrennstoffe sollen mit einer Masse von schleimiger Beschaffenheit gemischt werden, die aus an sich als Einbindungsmittel nicht geeigneten Brennstoffen, außer plastischem Torf, dadurch hergestellt ist, daß man die Brennstoffe mit Wasser vermahlt. Die Mischung aus den Rohbrennstoffen und der schleimigen Masse soll zu Briketten gepreßt werden.

12l (3). *407988,* vom 26. April 1921. Dr. Robert Illich in Jülich. *Verfahren zur Aufbereitung von Steinsalz in lockeres Speisesalz.*

Gemahlenes Steinsalz soll mit voluminösem Salz von im wesentlichen gleicher Körnung vermischt werden. Dieses kann man durch Trennung der feinen Kristalle des Steinsalzes von dessen gröbern Kristallen durch Schlämmen in einer für Chlornatrium indifferenten Flüssigkeit von hohem spezifischem Gewicht oder durch Ausfällen aus einer konzentrierten Chlornatriumlösung erhalten.

12r (1). *407876,* vom 16. Oktober 1923. Gelsenkirchener Bergwerks-A. G., Dr. Franz Schütz und Dr. Wilhelm Buschmann in Gelsenkirchen. *Verfahren zur Raffination von Urteerölen.*

Die Urteeröle sollen unter Ausschluß von Wasser mit kleinen Mengen von festen Alkalien versetzt, unter Rückflußkühlung auf höhere Temperaturen erhitzt und vom Rückstand abdestilliert werden.

26d (8). *408030,* vom 6. April 1924. Zeche Mathias Stinnes in Essen. *Regenerierung von zum Waschen von Leuchtgas verwendetem Öl.*

Das gebrauchte Waschöl soll mit einem zur Ausscheidung der verdickten Bestandteile geeigneten organischen Lösungsmittel bei gewöhnlicher Temperatur versetzt, kurze Zeit durchgerührt und dann bei gewöhnlicher oder zweckmäßig durch Kühlung erniedrigter Temperatur stehengelassen werden. Alsdann soll das entasphaltierte Öl mit dem Entasphaltierungsmittel abgelassen, dieses abgetrieben und das regenerierte Öl nach etwaiger Kühlung dem Waschprozeß wieder zugeführt werden. Den ausgeschiedenen Asphalt befreit man im Abscheidekessel durch Abtreiben von Resten des Entasphaltierungsmittels. Als organische Lösungsmittel für die verdickten Bestandteile des Öls, d. h. des Asphaltes können solche neutralen Stoffe, wie Petroleum, Braunkohlenteer, Steinkohlenurteer usw., dienen, die bei einer niedrigern Temperatur sieden als das Waschöl und sich daher durch Destillation leicht von diesem trennen lassen.

35a (1). *407796,* vom 16. August 1923. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin. *Bremse für Treib- und Seilführungsscheiben bei Förderanlagen.*

Die Bremse hat zwei gegeneinander bewegliche Bremsglieder, von denen das eine auf die Seilscheibe des Förderseiles und das andere auf eine Hilfsscheibe wirkt, durch die das Förderseil von der Seilscheibe zu dieser zurückgeführt wird. Die beiden Bremsglieder sind so miteinander verbunden, daß jedes Glied das Widerlager für die auf das andere Glied ausgeübte Bremskraft bildet.

35c (1). *407829,* vom 21. Juni 1923. Deutsche Maschinenfabrik A. G. in Duisburg. *Seilführung für Seiltrommeln.*

Auf einer parallel zur Seiltrommeloberfläche gelagerten Achse sind Führungsrollen für das Seil verschieb- und drehbar gelagert. Die Rollen greifen mit ihrem einen Flansch in die Rillen der Trommel ein und werden daher bei Drehung der letztgenannten unter Drehung auf ihrer Achse verschoben.

40a (46). *407951,* vom 29. März 1922. Naamlooze Vennootschap N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken in Eindhoven (Holland). *Herstellung von duktilen Körpern aus Metallen von hohem Schmelzpunkt.* Priorität vom 24. März 1922 beansprucht.

Ein einzelner Kristall des Metalls, z. B. Wolfram, aus dem duktile Körper herzustellen sind, soll in einer Atmosphäre einer flüchtigen und dissoziierbaren Verbindung desselben Metalls, z. B. Wolframchlorid, auf eine Temperatur von etwa 1200 bis 2400° C erhitzt werden, bei der diese Verbindung dissoziiert wird und sich das freiwerdende Metall derart auf den Kristall niederschlägt, daß dieser zu einem einzigen größern duktilen Kristall weiterwächst. Das Wachsen des Kristalls geschieht in der Querrichtung in äußerst regelmäßiger Weise und der erhaltene Körper ist alsbald so duktil, daß er sich durch mechanische Bearbeitung, Hämmern, Walzen oder Ziehen, in jede gewünschte Form bringen läßt.

40c (16). *407799,* vom 30. Dezember 1922. Dipl.-Ing. Franz Juretzka in Breslau und Elektrothermische Metallgesellschaft m. b. H. in Charlottenburg. *Verfahren zur Kondensation elektrothermisch erzeugten Zinks.*

Die Kondensation soll in zwei Stufen erfolgen, und zwar die Vorkondensation in einem Erzfilter, das in einem Maletra-,

Kiln- oder ähnlichen Ofen untergebracht ist. Das Filter soll dabei zweckmäßig aus einem Erz hergestellt werden, das von gleicher Beschaffenheit ist wie die Beschickung. Das Filter kann man beim Ein- und Austragen der Beschickung und auch während des Betriebes auflockern.

40c (16). *407927*, vom 30. Dezember 1922. Ture Robert Haglund in Stockholm. *Verfahren zur Herstellung von Aluminium, Silizium oder Legierungen dieser Stoffe.*

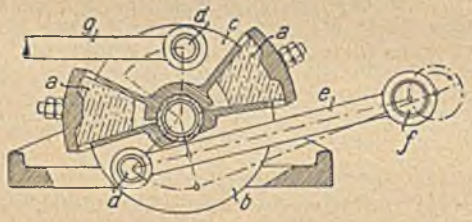
Oxydhaltige Rohstoffe sollen z. B. im elektrischen Ofen reduziert werden, wobei die abgeschiedene Legierung, das Aluminiummetall oder das Silizium, durch eine sie bedeckende Sulfid- oder sulfidhaltige Schlackenschicht von niedrigem spezifischen Gewicht geschützt wird. Die Schlackenschicht kann aus einem oder mehreren der Sulfide des Aluminiums, Kalziums oder Magnesiums bestehen oder diese Sulfide enthalten.

80a (24). *408016*, vom 23. September 1922. Wilhelm Schulten in Eppendorf b. Bochum. *Verfahren zum Brikettieren von Kohlen-, Koksgrus o. dgl.*

In das zu brikettierende vorgemischte Gut soll, während es sich in den wie üblich unmittelbar über den Preßwalzen angeordneten Verteilertopf befindet, überhitzter Dampf in feinen Strahlen eingeführt werden. Zum Einführen des Dampfes in das Gut kann z. B. ein am innern Umfang des Verteilertopfes im Mischgut angeordnetes Brausenrohr dienen, das in der Topfwandung verschraubte Haken tragen.

81e (15). *407527*, vom 2. Dezember 1923. Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia in Lünen (Lippe). *Antriebsvorrichtung.*

Die zum Antrieb von Schüttelrutschen dienende Vorrichtung ist mit einem Regler versehen, der aus den beiden durch elastische Bewegungsübertragungsmittel (Gummipuffer oder Federn) *a* kraftschlüssig miteinander verbundenen, auf einer gemeinsamen Achse frei drehbaren Segmenten *b* und *c* besteht,



von denen jedes eine Kurbel *d* trägt. An die Kurbel des Segmentes *b* greift mit Hilfe der Pleuelstange *e* die ständig umlaufende Kurbel *f* der Antriebsvorrichtung an, während die Kurbel des Segmentes *c* durch die Pleuelstange *g* mit der anzutreibenden Schüttelrutsche verbunden ist. Durch den Regler werden die bei der Bewegungsumkehr der Rutsche entstehenden Stöße aufgefangen.

81e (15). *408232*, vom 15. Juli 1923. Fried. Krupp A. G., Grusonwerk in Magdeburg-Buckau. *Antrieb für Förderrinnen.*

Der Antrieb ist ein Kurbeltrieb, bei dem die Kurbel und deren Antriebscheibe exzentrisch zueinander gelagert sind und die Kurbelwelle durch ein in einem Ölbad gelagertes Kupplungsglied mit dem Antriebsrad verbunden ist. Das Ölbad für das Kupplungsglied befindet sich in einer das letztgenannte umgebenden Kammer der hohlen Antriebsscheibe, in der das Kupplungsglied so eingekapselt ist, daß das Öl bei der Drehung der Scheibe infolge der Wirkung der Fliehkraft die gleitenden Teile des Antriebes dauernd umgibt.

81e (32). *408169*, vom 30. April 1924. »Eintracht« Braunkohlenwerke und Brikettfabriken A. G. in Welzow (N.-L.). *Vorrichtung zum Einebnen des Vorfeldes.*

Die Vorrichtung hat eine wagrecht liegende, auf dem Vorfeld arbeitende Eimerkette, die so ausgebildet und mit Bezug auf den Graben, aus dem ein der Vorrichtung folgender Abraumförderer die durch Förderwagen herbeigeschafften Abraummassen entnimmt und der Böschung der Halde zuführt, eingestellt ist, daß sie die Überhöhungen und Vertiefungen des Vorfeldes ausgleicht und alle überschüssigen Massen zweckmäßig unter Vermittlung von Schurren in den Graben zurückbefördert.

82a (1). *407929*, vom 12. März 1922. R. Wolf A. G. in Magdeburg-Buckau. *Verfahren zum Vortrocknen oder Trocknen stark wasserhaltiger Stoffe, besonders von erdiger Braunkohle.*

Die wasserhaltigen Stoffe sollen mit den Abgasen einer Dampfkesselfeuerung und mit einer regelbaren Menge von Heizgasen behandelt werden, die man an einer Stelle mit hoher Temperatur, z. B. vor dem Economiser oder dem Überhitzer dem Abgasstrom entnimmt. Die Heizgase können Abgasen beigemischt oder in einer besondern Trocknungsstufe für sich mittelbar oder unmittelbar auf die Stoffe zur Einwirkung gebracht werden.

BÜCHERSCHAU.

Zur Besprechung eingegangene Bücher.

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

Berkenkopf, Paul: Die Entwicklung und die Lage der lothringisch-luxemburgischen Großeisenindustrie seit dem Weltkriege. (Schriften der Volkswirtschaftlichen Vereinigung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, H. 4.) 328 S. mit 6 Taf. Jena, Gustav Fischer. Preis geh. 15 ℳ.

Dannenbaum, Fritz: Das kommende Aufwertungsgesetz. Eine nüchterne Betrachtung. 24 S. Berlin, Franz Vahlen. Preis geh. 0,75 ℳ.

Doelter, C.: Handbuch der Mineralchemie. Unter Mitwirkung zahlreicher Mitarbeiter. 4 Bde. 2. Bd. 15. Lfg. (Bogen 21—30) Schlußheft von Bd. 2, T. 3. S. 321—472 mit Abb. 3. Bd. 9. Lfg. (Bogen 21—30) S. 321—480 mit Abb. 3. Bd. 10. Lfg. (Bogen 31—40) S. 481—640 mit Abb. Dresden, Theodor Steinkopff. Preis jeder Lfg. geh. 7,50 ℳ.

Edert, H.: Werkstoffe. Eigenschaften und Prüfung. (Betriebstaschenbuch, Bd. 324.) 120 S. mit 30 Abb. Leipzig, Dr. Max Jänecke. Preis in Pappbd. 2,30 ℳ.

Laudien, K.: Maschinenteile. Berechnung und Konstruktion, Anordnung und Wartung. (Betriebstaschenbuch, Bd. 325.) 291 S. mit 506 Abb. Leipzig, Dr. Max Jänecke. Preis in Pappbd. 5,40 ℳ.

Reichardt, Wolfgang: Die Gesetze über die Industriebelastung. Industriebelastungsgesetz und Aufbringungsgesetz vom 30. August 1924 nebst den dazu ergangenen Durchführungsbestimmungen. 309 S. Berlin, Franz Vahlen. Preis geb. 9 ℳ.

Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln. Aufgestellt und hrsg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, Gemeinschaftsstelle Schmiermittel, und dem Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik (Ausschuß IX). 4., erw. Aufl. 81 S. mit 6 Abb. Düsseldorf, Verlag Stahleisen. Preis geb. 4 ℳ.

Schmalenbach, E.: Grundlagen dynamischer Bilanzlehre. 3. Aufl. 296 S. Leipzig, G. A. Gloeckner. Preis geb. 12,80 ℳ.

Treptow, Emil: Grundzüge der Bergbaukunde einschließlich Aufbereitung und Brikettieren. 1. Bd.: Bergbaukunde. 6., verm. und vollständig umgearb. Aufl. 646 S. mit 871 Abb. Wien, Julius Springer. Preis geb. 18 ℳ.

Voss, Paul: Der Aufschwung der Leipziger Messe seit 1914. 30 S. mit Abb.

Weltpolitik und Weltwirtschaft. Herausgeber: Alfred Ball und Arthur Dix. Bd. 1. H. 1, Januar 1925. 40 S. mit 2 Abb. und 4 Bildnissen. München, R. Oldenbourg.

Wundram, Oskar: Die elektrische Lichtbogenschweißung, ihre Hilfsmittel und ihre Anwendung. Ein Hilfsbuch für Betriebsingenieure, Werkmeister, Schweißer und Studierende. (Schriften aus Theorie und Praxis der Schmelzschweißung.) 144 S. mit 83 Abb. Hamburg, Hanseatische Verlagsanstalt. Preis geh. 3 ℳ.

ZEITSCHRIFTENSCHAU.

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

Mineralogie und Geologie.

Studien über die Bildung der Schwelkohle und des Pyropissits. Von Gothan. (Schluß.) Braunkohle. Bd. 23. 10. 1. 25. S. 771/5. Besprechung weiterer Erklärungsweisen. Die Verbreitung der Schwelkohle im allgemeinen. Schrifttum.

Bergwesen.

Der Steinkohlen- und Erzbergbau der Resitaer Eisenwerke und Domänen A.G. Von Ferfer. Bergbau. Bd. 38. 8. 1. 25. S. 15/9. Besitz und Verwaltung. Geologische Verhältnisse. Entwicklung des Kohlenbergbaues. Das Flözvorkommen. (Forts. f.)

Die Verwendung der Bergtechnik im Minenkrieg. Von Heyer. (Forts.) Bergbau. Bd. 38. 8. 1. 25. S. 13/5*. Darstellung weiterer Minierarbeiten. (Schluß f.)

Horizontalbohrungen im Erdölbergwerksbetriebe. Von Schneiders. Petroleum. Bd. 21. 1. 1. 25. S. 15/8. Technische Ausführung und Zweckmäßigkeit von Horizontal- und Schrägbohrungen.

Kann die versiegende deutsche Erdölproduktion gehoben werden? Von Rainer. Petroleum. Bd. 21. 1. 1. 25. S. 12/5*. Begründung der Ansicht, daß nur tiefe Bohrungen Erfolg versprechen.

Automatic telephone system for coal mines. Ir. Coal Tr. R. Bd. 110. 9. 1. 25. S. 64*. Bauart, Wirkungsweise und Vorteile eines selbsttätigen Grubenfernsprechers.

Emploi des haveuses à air comprimé aux mines Victor-Ickern (Westphalie). Von Bonnefoi. Rev. ind. min. H. 97. 1. 1. 25. S. 15/22*. Ausführlicher Bericht über die erfolgreiche Anwendung der Stangenschrämmaschine von Knapp.

Das Ansetzen der Sprengschüsse im Bergbau. Von Heyer. Z. Schieß. Sprengst. Bd. 19. 1924. H. 12. S. 186/90*. Darstellung des Sprengverfahrens im Kalibergbau, beim Mansfelder Strebbau, beim Parallelbohrverfahren, beim Streckenvortrieb, beim Schachtabteufen, vor Ort und in andern besondern Fällen.

Machine loads 377 tons into 2- ton cars in 8 hours from room workings. Von Brosky. Coal Age. Bd. 26. 18. 12. 24. S. 857/63*. Ausführliche Darstellung eines Abbauverfahrens mit erfolgreicher Verwendung von Lademaschinen, mit denen eine Hauerleistung von mehr als 10 t täglich erzielt wurde. Zeitstudien.

Four-mile belt line carries 9426 tons of coal in one day at Frick Company Mine. Von Dawson. Coal Age. Bd. 26. 25. 12. 24. S. 897/905*. Beschreibung einer großzügig angelegten Bandförderung mit großer Leistung.

With air lift flood water can be removed at a single inexpensive setting of equipment. Von Gealy. Coal Age. Bd. 26. 18. 12. 24. S. 868/9*. Behebung der Schwierigkeiten der Wasserhaltung durch Verwendung von Mammutpumpen.

Pittsburg Coal Co. evolves dust distributor. Von Brosky. Coal Age. Bd. 26. 18. 12. 54. S. 865/7*. Bauart einer Gesteinstaubstreuvorrichtung, die von einer Grubenlokomotive mit besonders langsamem Antrieb fortbewegt wird.

High-pressure rock-dusting in Utah coal mines. Coal Age. Bd. 26. 18. 12. 24. S. 873. Beförderung des Gesteinstaubes in Rohren mit Preßluft. Kosten.

La sécurité du tir en milieu inflammable. III. Von Audibert. Rev. ind. min. H. 97. 1. 1. 25. S. 1/14*. Untersuchungen über die beim Sprengen entstehende Flamme: Versuchsanordnung, Sprengen im freien Raum sowie im Mörser mit und ohne Besatz. Voraussetzungen für ein schlagwettersicheres Sprengen.

Wetterkühlung durch warme Grubenwetter. Von Schulz und Kettmann. Glückauf. Bd. 61. 15. 1. 25. S. 67/72*. Beschreibung zweier Verfahren, nach denen der ausziehende warme Wetterstrom durch Verdunstungs- und Oberflächenkühlung den einziehenden Wetterstrom abkühlen soll. Berechnung der theoretisch zu erreichenden Kühlleistung.

Wetterwirtschaft im Grubenbetriebe. Von Blau. Kohle Erz. Bd. 22. 10. 1. 25. Sp. 37/46. Kurzer Überblick über die Entwicklung der Grubenventilatoren.

Some practical aspects of mine ventilation efficiency. Von Withaker. Ir. Coal Tr. R. Bd. 110. 9. 1. 25. S. 50/2*. Betrachtungen über den Wirkungsgrad der Grubenbewetterung. Chemischer und physikalischer Maßstab für die gesundheitlichen Verhältnisse untertage. Sicherheitsgradmesser.

New safety lamps. Ir. Coal Tr. R. Bd. 110. 9. 1. 25. S. 60/1*. Beschreibung verschiedener neuer in England zugelassener Grubensicherheitslampen.

Die Anwendung des Schwimmverfahrens zur Aufbereitung von Kohle. Von Schäfer. Stahl Eisen. Bd. 45. 1. 1. 25. S. 1/7*. 8. 1. 25. S. 44/51*. Wesen der Schwimmaufbereitung. Die verschiedenen Verfahren. Anwendung und Grenzen des Schwimmverfahrens. Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten. Einbau der Schwimmaufbereitung in die naßmechanische Wäsche. Verwendung der gewonnenen Konzentrate. Wirtschaftlichkeitsberechnung. Die bisherigen Erfolge. Die an die Schwimmaufbereitung zu stellenden Anforderungen. Ausblick.

Neuzeitliche Betriebsüberwachung in Kohlenwäschen. Von Wüster. Glückauf. Bd. 61. 17. 1. 25. S. 61/8*. Aufstellung von Waschkurven nach dem Schwimm- und Sinkverfahren. Anwendung und Deutung der Waschkurven zur Überwachung des Betriebes.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Beitrag zur Frage der Betriebskontrolle in Kesselanlagen. Von Quack. Mitteil. V. El. Werke. Bd. 23. 1924. H. 375. S. 505/13*. Bauarten, Wirkungsweise und Unterhaltungskosten von Dampfmessern, Rauchgasprüfern, Zugmessern, Temperaturmessern und von Wassermessern.

Neuzeitliche Aschenbeseitigungen. Von Doevenspeck. (Schluß.) Wärme. Bd. 47. 26. 12. 24. S. 624/7*. Anforderungen an neuzeitliche Anlagen. Beschreibung der Aschenbeseitigung, Bauart Mariko.

Selecting boiler feed pumps. Von Hubbard. Power. Bd. 60. 23. 12. 24. S. 1021/4*. Gesichtspunkte und Berechnungen für die zweckmäßige Wahl von Speisewasserpumpen.

High bridge steam plant at St. Paul. Power. Bd. 60. 23. 12. 24. S. 1006/13*. Beschreibung einer großen Niederdruck-Dampfanlage für 60 000 KW mit Unterwindfeuerungen.

Muscle Shoals one of the world's largest water powers. Power. Bd. 60. 30. 12. 24. S. 1046/51*. Beschreibung einer im Ausbau begriffenen riesigen Wasserkraftanlage für 600 000 PS, die hauptsächlich zur Bereitung von Luftstickstoff dienen soll.

Die Großgasmaschine in der deutschen Kraftwirtschaft. Von Meyer. Z. V. d. I. Bd. 68. 27. 12. 24. S. 1336/40*. Bauarten und Verbreitung der deutschen Großgasmaschinen. Neuere Entwicklung der Leistungssteigerung und Abwärmeausnutzung und die sich damit ergebende Wirtschaftlichkeit.

Die Entwicklung der Dieselmaschine. Von Schöttler. (Forts.) Brennstoffwirtsch. Bd. 6. H. 14. S. 285/95*. Mittel zur Verwendung des Teeröles. Zerstäubung. (Forts. f.)

Prüfung von Kreiselpumpen. Maschinenbau. Bd. 3. 11. 12. 24. S. 1127/8*. Beschreibung der Einrichtung des Prüffeldes, der Wassermessung, Druckbestimmung und Feststellung des Kraftverbrauchs.

Elektrotechnik.

Zur Ermittlung induzierter elektrischer Felder. Von Kneißler-Maixdorf. El. Masch. Bd. 43. 4. 1. 25. S. 13/5.

Hinweis auf eine bisher nur wenig beachtete Berechnungsweise. Darstellung der elektrischen Induzierung an Hand dieses Verfahrens.

Hüttenwesen.

Die Verfestigungsfrage vom Standpunkt der Röntgenforschung. Von Schiebold. (Schluß.) Z. Metallkunde. Bd. 16. 1924. H. 12. S. 462/80*. Der Mechanismus der Verformung kristalliner Medien und seine Kennzeichnung im Röntgenbild. Kritische Übersicht über die Theorien der praktischen Formänderung.

Über mechanische Röstöfen. Von Schapira. Feuerungstechn. Bd. 13. 15. 12. 24. S. 57/62*. Anwendung der Röstöfen. Mechanische Röstöfen, Bauarten Humboldt, Herkules, Wagner, Bracq-Moritz, Lurgi. Neuzeitliche Frischlaugenbereitung. Drehtellerofen von Knupp.

Elektrischer Kleinschmelzofen für Weißmetall, Aluminium, Magnesium und ihre Legierungen. Von Bohn. Mitteil. V. El. Werke. Bd. 23. 1924. H. 375. S. 517/20*. Stromverbrauch, Wirkungsgrad und Leistung des Ofens. Betriebsergebnisse und Abbrandziffern. Anwendung derselben Bauweise auf Ofeneinheiten von großem Fassungsvermögen.

Vorteile der Verwendung des Elektroofens in der Gießerei. Von Nathusius. Gieß. Bd. 11. 27. 12. 24. S. 853/7. Besprechung der technischen und wirtschaftlichen Vorteile des Elektroofens gegenüber dem Martinofen.

Die elektrische Leitfähigkeit von Elektrohochofen-Möllern. Von Durrer. Stahl Eisen. Bd. 45. 1. 1. 25. S. 10/1*. Zweck und Umfang der Versuche. Versuchsanordnung. Versuchsmaterial. Durchführung und Auswertung der Versuche. Schlußfolgerungen.

Einfluß der Temperatur auf die Festigkeitseigenschaften von Stahlguß. Von Körber. Stahl Eisen. Bd. 44. 25. 12. 24. S. 1765/71*. Bedeutung der Prüfung von Stahlguß bei höhern Temperaturen. Ältere Untersuchungen. Kerbschlagproben an gegossenem und geglühtem Bessemer-, Siemens-Martin- und Elektrostahlguß bis zu 500°. Bruchgefüge. Folgerungen für die Praxis. Hinweis auf die Temperaturabhängigkeit der Kerbzähigkeit von Flußeisen nach verschiedener Vorbehandlung.

Operation of electrical temperature indicators and recorders. Von Stivender. Power. Bd. 60. 30. 12. 24. S. 1051/3*. Kurze Darstellung verschiedener Bauarten von elektrischen Temperaturmessern.

Sandaufbereitungs- und Masselformmaschine zum Formen von Hochofenmasseln. Von Paschke. Stahl Eisen. Bd. 44. 25. 12. 24. S. 1771/2*. Aufbau, Arbeitsweise, Bedienung und Leistung der Maschine.

Thomasstahl als Baustoff für Schienen höherer Festigkeit. Von Canaris. Stahl Eisen. Bd. 45. 8. 1. 25. S. 33/40*. Statistisches. Beanspruchung des Schienenbaustoffs. Herstellung von härterm Schienenstahl. Gehalt an Phosphor, Sauerstoff, Gasen, Schlackeneinschlüssen. Eigenschaften des Schienenstahls. Versuchsergebnisse. Meinungsaustausch.

Betriebskontrolle und Betriebsstatistik. Von Koppenberg. Maschinenbau. Bd. 3. 11. 12. 24. S. 1117/9. Notwendigkeit, Ziel und Umfang der Betriebskontrolle und Betriebsstatistik. Anwendung auf ein gemischtes Hüttenwerk.

Chemische Technologie.

Über Braunkohlenteere. V. Untersuchung der mit Wasserdampf nicht flüchtigen Neutralöle des Generatorteeres Von Benthin. Braunkohle. Bd. 23. 10. 1. 35. S. 765/70. Wirkung der Ferrozyanwasserstoffsäure sowie von Merkuriazetat. Versuche mit Methylalkohol als selektivem Lösungsmittel. Behandlung des Neutralöles.

Beiträge zur Praxis der Hochvakuumdestillation von Mineralölen. Von Allner. Petroleum. Bd. 21. 1. 1. 25. S. 5/11. Anordnung der Destillationsanlage. Verarbeitungsschema. Temperaturverteilung in der Destillationsbatterie. Ausbeutung. Herstellung von Zylinderöldestillat. Fertigerzeugnisse.

Operating a modern cracking plant. Von Morrell. Chem. Metall. Engg. Bd. 31. 26. 12. 24. S. 1006/10*. Bauart und Arbeitsweise einer Erdöldestillationsanlage nach dem Dubb-Verfahren.

Der heutige Stand der Gasindustrie. Von Koschmieder. Wärme. Bd. 47. 26. 12. 24. S. 621/4. Rückgang des Gasverbrauchs. Notwendigkeit eines gleichmäßigen Gases. Anforderungen an die Gasgüte. Schneller Bau von Elektrizitätswerken.

Chemie und Physik.

Cyanides and chemical engineering. Von Chickering. Chem. Metall. Engg. Bd. 31. 22. 12. 24. S. 967/70*. Beschreibung eines neuen Verfahrens zur Zyanerzeugung auf dem Wege der Stickstoffbindung.

Zur Frage der Elastizität. Von Czochralski. Z. Metallkunde. Bd. 16. 1924. H. 12. S. 457/61. Darstellung des Standes der Frage, welche Rolle die Elastizitätsgrenze für die Berechnungen des Konstrukteurs spielt.

Wirtschaft und Statistik.

Zum Wiederaufbau Deutschlands und Europas. Von Dyes. Chem. Zg. Bd. 49. 1. 1. 25. S. 3/4. 13. 1. 25. S. 45/6. Allgemeines. Europa. Die Vereinigten Staaten. Einblick in den Welthandel. (Forts. f.)

Die Lasten der deutschen Sozialversicherung Von Heinemann. Stahl Eisen. Bd. 44. 25. 12. 24. S. 1772/5. Gegenrechnung und Antwort auf die Veröffentlichung des Reichsarbeitsministeriums vom 8. November 1924 im Reichsarbeitsblatt.

Der Eisenbedarf der Welt und Deutschlands. Von Reichert. Stahl Eisen. Bd. 45. 1. 1. 25. S. 11/6. Die Weltleistung an Roheisen und Flußstahl von 1870 bis 1923. Die Anteile von England, Amerika, Deutschland und Frankreich. Zukünftiger Welteisenbedarf. Deutschlands Eisenbedarf und die Möglichkeit seiner Deckung. Der süddeutsche Industriebedarf und die heimische Industrie. Die Ausfuhrmöglichkeiten.

The European steel situation. Ir. Coal Tr. R. Bd. 110. 9. 1. 25. S. 49. Übersicht über die Roheisen- und Stahlerzeugung der einzelnen Länder.

Fortschritte im Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungswesen. Von Bach. Chem. Zg. Bd. 49. 1. 1. 25. S. 4/5. 13. 1. 25. S. 47/8. Schrifttum. Gesetzgebung. Genossenschaftswesen. Wasseraufschließung. Zentrale Wasserversorgung. (Forts. f.)

PERSÖNLICHES.

Beurlaubt worden sind:

der Bergrat Heinrich vom 15. Februar ab auf ein weiteres Jahr zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei dem Verein für die bergbaulichen Interessen zu Essen,

der Bergassessor Rasch vom 1. Februar ab auf weitere sechs Monate zwecks Beibehaltung seiner Tätigkeit als Geschäftsführer des Verbandes der Berliner Kohlen-Großhändler E. V. und der zugehörigen Organisationen,

der Bergassessor Knoop vom 1. Februar ab auf ein weiteres Jahr zur Übernahme einer Stellung bei »Bergbau«, Gesellschaft für betriebstechnische Neuerungen m. b. H. zu Dortmund,

der Bergassessor Haack vom 1. Februar ab auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei dem Eschweiler Bergwerksverein in Kohlscheid,

der Bergassessor Meuser vom 1. Februar ab auf zwei Jahre zum Eintritt in den Vorstand der Traßwerke Meurin Aktiengesellschaft zu Andernach.

Gestorben:

am 23. Januar in Eisleben der Generaldirektor der Mansfeld Aktiengesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb Ernst Schleifenbaum im Alter von 54 Jahren.

Berichtigung.

Die beiden ersten persönlichen Mitteilungen in Nr. 4 auf S. 116 sind wie folgt zu berichtigen:

Zur auftragsweisen Beschäftigung sind überwiesen worden:

der Bergrat Naumann von dem Bergrevier Buer dem Bergrevier West-Recklinghausen,

der Bergrat Hintze von dem Steinkohlenbergwerk Zweckel dem Bergrevier Buer.